เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ

นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม

NU Research & Innovation
Towards Sustained Society

15

เอกสารเผยแพร่
พิมพ์ครั้งที่ 1: 13 ธันวาคม 2562
ISBN (E-BOOK) : 978-616-8219-13-3

จัดทำโดย กองการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทร.0 5596 8641, 0 5596 8715

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ

นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม

NU Research & Innovation
Towards Sustained Society

15

Abstracts & Proceedings

จัดทำโดย กองการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

การประชุมวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 15
“NU Research and Innovation Towards Sustained Society”

การประชุมวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 15 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบรรยากาศทางวิชาการ และเป็นเวทีในการเผยแพร่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานวิจัยเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้คณาจารย์ นักวิจัย บุคลากร และนิสิต ตลอดจนผู้บริหารทั่วประเทศตระหนักถึงความสำคัญของการทำวิจัย และเพื่อให้บรรลุตามยุทธศาสตร์ด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวรในทุกๆด้าน

ในปี 2562 นี้ การประชุมวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 15 “NU Research and Innovation Towards Sustained Society” จัดขึ้นในวันที่ 13 พฤศจิกายน 2562 ณ อาคารเอกาทศรถ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยจัดให้มีการนำเสนอผลงานทั้งในรูปแบบบรรยายและแบบโปสเตอร์ จำนวน 3 สาขา ได้แก่ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ และสาขามนุษยศาสตรและสังคมศาสตร์ และแบ่งการนำเสนอเป็นกลุ่มย่อยอีก 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหาร สมุนไพร สุขภาพ กลุ่มโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน กลุ่มพลังงานและสมาร์ทกริดเทคโนโลยี กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มวิจัยประเมินผล ศึกษาพฤติกรรม โดยมีผลงานวิจัยที่ได้รับการพิจารณาคัดเลือกจากผู้ทรงคุณวุฒิให้ลงตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 15 จำนวนทั้งสิ้น 92 ผลงาน แบ่งออกเป็นประเภทบทคัดย่อ (Abstract) จำนวน 31 ผลงาน และประเภทบทความฉบับเต็ม (Full paper) จำนวน 61 ผลงาน

มหาวิทยาลัยนเรศวร ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีส่วนผลักดันให้การประชุมทางวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ครั้งที่ 15 “NU Research and Innovation Towards Sustained Society” ประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณเจ้าของผลงานวิจัยและนวัตกรรม และหน่วยงานอื่นๆ ทั่วประเทศ ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ที่มีส่วนร่วมในการคัดกรองคุณภาพผลงานที่นำเสนอ ซึ่งเป็นมาตรฐานผลงานวิจัย ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ให้มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการจัดประชุมวิชาการระดับชาติ “นเรศวรวิจัยและนวัตกรรม” ให้เป็นเวทีทางวิชาการที่มีมาตรฐาน ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาคุณภาพนักวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวรและของประเทศโดยภาพรวมต่อไป

คณะผู้จัดทำ

Abstracts & Proceedings Contents

Abstracts **Oral Presentation**

กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก
ณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ และอัจฉรา ศรีพันธ์ 1
การประยุกต์กระบวนการศาสตร์สมองและการสร้างชุมชนเยียวยาสำหรับผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ไม่สงบ
ปรียา แก้วพิมล รัตติกาล เรืองฤทธิ์ วัชรี น้อยผา และอุบล วรรณกิจ.....2
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว23101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ณิชนันท์ คำนวณสินธุ์ และประจบ ขวัญมั่น.....3
การศึกษาสัดส่วนของคู่สมรสในเขตภาคเหนือตอนล่างที่ได้รับแจ้งผลการกำหนดคู่เสี่ยงและผลการวินิจฉัยก่อนคลอดของโรคธาลัสซีเมียชนิดรุนแรง ภายในช่วงอายุครรภ์ 16, 18 และ 20 สัปดาห์
ปวันรัตน์ สวนนุ่ม สวิชญาพร เจิมนิ่ม ปริศนา เจริญพร มณฑิรา จันทร์อิน, วิลาวัลย์ อ่วมเพ็ชร์, ภาสย์ จันทราภานนท์ เอกอมร เทพพรหม รวิสุต เดียวอิศเรศ และพีระพล วอง.....4
การสกัดกรดไฮยาลูรอนจากปลากระดูกอ่อนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า "Beauty Seacret Solution"
วิธาน สุขวาณิชวิชัย.....6
การอบรมควันกระติบข้าวจากไม้ไผ่
จิรวัฒน์ แสนดวง และนพฤทธิ์ พรหมลัง.....8
ความต้องการพัฒนาเมืองในกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม
อำนวย พิรุณสาร.....9
ปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากการตรวจกระดูกทั่วตัว
ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์.....10
พฤติกรรมการอ่านและระดับความพึงพอใจในการอ่านหนังสือของกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรี
อำนวย พิรุณสาร อรทัย ชินอัครพงศ์ และประดับเดือน ทองเชื้อเชิญ.....11
องค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก
อัจฉรา ศรีพันธ์ และณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ.....13
อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินชนิดต่าง ๆ
อรวรรณ บัวหม้อ ภรณ์ศิริ เชื่อมชิต ชลิดา สอนสุภาพ และวภากร ศิริวงศ์.....14
อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำดอกบัวสดอบแห้ง
เพ็ญพิสุทธิ์ ทองหยวก ภัทรชน บุญณราช และเจตริน สว่าง.....15

Abstracts **Poster Presentation**

ผลของน้ำมันมะพร้าวชนิดที่มีกรดลอริกต่ำต่อปริมาณไขมันในช่องท้อง น้ำหนักตับ และระดับไขมันในตับของหนูไมค์
วัชรากร ดีตรุษ อุษณา จัตุรงค์ กิตติวุติ โตอ่อน ภัทรพล สนธิ สุภาพร พันธุ์ธีรานุรักษ์ รัชนี ชนะสงค์ เอกรินทร์ ชุลีกร เมธา รัตนากรพิทักษ์ อุทัย วิชัย ชัยยศ มุขทั่ง ชัชชัย บุญทิพย์ ฟิลิป คีลาร์ วินรวีร์ การประกอบกิจ ศักดิ์ชัย วิทยาอารีย์กุล และกรองกาญจน์ ชูทิพย์.....16
การประยุกต์ใช้แป้งข้าวเหนียวดำในไอศกรีมกะทิ
จินตนา แซ่หลอ วัลเพ็ญ ศักดิ์เจริญชัยกุล ยุวดี การุญบริรักษ์ และไพรวัลย์ ประมัย.....18
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเทียนเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากแป้งข้าวเหนียวดำสอดไส้ธัญญาพืชและพืชหัวสีม่วง
ปทิตตา แท่นทอง ธัญญารันต์ ปักดำ ษิรดา เรืองธนัตกุล และไพรวัลย์ ประมัย.....19
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชาย
ตวงรัตน์ คำสะอาด พรทิพย์ เดโชเม็ง แพรทอง เย็นใจ สุธิดา แก้วกัลยา และโสรัจ วรชุม อินเกต.....20
การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมใยอาหารจากตะขบ
พิมพ์วิภา ทะงันชัย รักษิณา สีลาจันทร์ ศศินา วรขันธ์ และโสรัจ วรชุม อินเกต.....21
การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมเปี๊ยะเสริมผงซังขนุน
จุราภรณ์ เณธิชัย สุชาดา ยิ้มเข็ม อรยา สีล้ง และโสรัจ วรชุม อินเกต.....22
การพัฒนาแอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง สำหรับประชากรกลุ่มเสี่ยง
ปริมประภา ก้อนแก้ว และปัทมา สุพรรณกุล.....23
จุลกายพยาธิวิทยาของไรน้ำนางฟ้าสิรินธรภายหลังจากการได้รับสารพาราควอท
สิริน ขำหล่อ และณัฐวุฒิ เจริญผล.....24
ประสิทธิผลของยาหอมนวโกศต่อภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่าในหนูแรท
อัญจรีย์ อินจันทร์ ทิพย์ภาพร บัวเลิง ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์ ศศิพงศ์ ทิพย์รัชดาพร และกรองกาญจน์ ชูทิพย์.....25
ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมในการตัดสินใจเลือกซื้อสลากออมทรัพย์ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสาขาบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก
อารียา มัชฌิมา.....26
ผลของ 2-เมอร์แคปโตเอทานอลต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มในน้ำยาตรวจหมู่เลือดเอบีโอ
เชิดชาย แซ่ฮ่วน อัจฉรา จักรคำบาง สุชานันท์ วิชัยคำ และกรรณิการ์ นุ่นคำ.....27
ผลของการใช้หญ้าหวานร่วมกับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในเค้กเนยสด
ณัฐวดี พุฒหยวก ศุภศิริ พูลอนันต์ สุวรรณา บุญธรรม และไพรวัลย์ ประมัย.....28
ผลของระบบการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวบนพื้นที่ลาดชันต่อการชะล้างพังทลายของดินและผลผลิต
ภาณุวัฒน์ ดาด้วง ณัฐพล คงดี และ วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์.....29
ผลของสับปะรดต่อภาวะไขมันพอกตับในหนูที่มีภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง
อทิชา นามวงศ์ นิธิรัตน์ เนินเพิ่มพิสุทธิ์ สราวุธ คำปวน รตนนท์ โชติมา และวชิราวดี มาลากุล.....30

Abstracts **Poster Presentation**

รูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี ด้วยระบบออนไลน์ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี
กรรณิการ์ ลิมปนะวงศานนท์.....31
สภาวะที่เหมาะสมของการผลิตไบโอดีเซลในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ด้วยวิธีการจำลองกระบวนการ
ภควัต อัมภิชาติ กัณฐิกา จำปางาม และวีรวรรณ วีรชัยพิเชษฐ์กุล.....33
สมบัติของเถ้าชีวมวลจากโรงงานไฟฟ้าชีวมวลเพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน
ธนกาญจน์ เตือนวีระเดช วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ และสุวิทย์ กิระวิทยา.....34
แอปพลิเคชันเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงสวนพฤกษศาสตร์มหาวทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
สถาปัตย์ เชิดวงศ์สูง อดิสร จึงชัยนันท์ และภูริพัศ เหมือนทอง.....35
แอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรม จังหวัดนครสวรรค์
นนทชัย เหมพยัคฆภูมิ อารียา มาสม และลฎาภา แผนสุวรรณ์.....36

Proceedings **Oral Presentation**

Gene Expression Profiling of Renal Cell Carcinoma in Thai Patients
Rozita Malinee, Teerapong Siriboonpiputtana, Suchin Worawichawong, Premsant Sangkum and Budsaba Rerkarmnuaychoke.....37
The study of errors found in English essays: The case of English major students, Naresuan University
Tattapol Yomkwang and Wannaprapha Suksawas.....46
กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0
สุทธิดา ฉายศรี วศิน เหลี่ยมปรีชา และวิมลา ผ่องแผ้ว.....53
กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร ผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจ ในยุคไทยแลนด์ 4.0
นันท์นภัส กุนดี และวรเดช ณ กรม.....66
การจัดตารางการผลิตแบบทันเวลาพอดีด้วยวิธีการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด
ศิรินภา เพิ่มเพ็ง ฉัตรณรงค์ กรุดธูป ธนากร อินอ้น ณัฐพร ตั้งเจริญชัย สุกฤษฎิ์ เพชรสวัสดิ์ และธัชชัย เทพกรณ์.....77
การดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารสกัดใบบัวบก
เบญญทิพย์ สุขเพ็ง วิมลรัตน์ อินแสนต๊ะ เบญจมาศ เนติวรรักษา วัชรพงษ์ ขาวดี ปณัฐพงศ์ บุญนวล และภมรรัตน์ จันธรรม.....87
การตรวจวิเคราะห์และคัดเลือกเมทาโนจินิกแบคทีเรีย จากบ่อหมักก๊าซธรรมชาติด้วยเทคนิค Most probable number
นุศรา ยินยอม ชนิดา ชมสวนสวรรค์ กัญญาณัฐ ชัยตุ้ย และศิริวรรณ วิชัย.....95
การตอบสนองภูมิคุ้มกันต่อการกระตุ้นด้วยวัคซีนดีเอ็นเอที่มี ฟิม เอ เชื่อมต่อกับโปรตีนห่อหุ้มไวรัสเอ็กซ์ของมันฝรั่ง ในหนูทดลอง
ณัฐชัย สายวาริน จันทร์ทิภา จบศรี และสดใส วิโรจนศักดิ์.....102
การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทอง ในเขตจังหวัดพิษณุโลก
ปรีติยาทร แก้วมณี และมยุรี กระจายกลาง.....113
การประเมินพลังงานของกระบวนการแยกสำหรับสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยการกลั่นสกัดกับเอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ
ศิริวรรณ แสงดาว อดุลวิทย์ วรรณวงศ์กา และวีรวรรณ วีรชัยพิเชษฐ์กุล.....122
การฝึกชกมวยที่บ้านเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว และการทรงตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง
จีราวรรณ เกิดสวัสดิ์มงคล โอฬาร อิสริยะพันธุ์ น้อมจิตต์ นวลเนตร์ และวรุณนภา ศรีโสภาพ.....132
การพัฒนาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง
กรณ์ษิรสิทธิ์ สุขขี และพงค์เทพ สุธีรวุฒิ.....141
การพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ศิริกุล เกตุดิษ สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์ สรวิศ สอนสารี จักรกฤษณ์ จันทร ศุภนิดา กันทะวงค์ และณัฐวงศ์ โพธิ์ศุภานันท์.....148

Proceedings **Oral Presentation**

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
วาสนา ปิ่นทอง และชำนาญ ปาณาวงษ์.....155
การพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบเน้นภาระงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ณัฐกานต์ อิงชัยภูมิ ชำนาญ ปาณาวงศ์.....165
การพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร
บุษบง จันทมล เจนจิรา กาแฮ และกันตพัฒน์ อนุศักดิ์เสถียร.....174
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ
บุษยมาศ นาคเกิด ปริญดา เพ็ญโรจน์ และสุเชษฐ์ สมุหเสนีโต.....187
การพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
กิ่งแก้ว ถ้ำแก้ว สุวัฒน์ อยู่ดี อรญา บุญทรง และปรัชญา นวนแก้ว.....196
การพัฒนาโมเดลการพยากรณ์เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักเดินทางอิสระ
ณัชพล ปานงาม ณัฐวุฒิ พรหมเทียน วันชัย เหมืองหม้อ และปรัชญา นวนแก้ว.....205
การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน
พีรพล เขยตุ้ย และประศาสตร์ บุญสนอง.....214
การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการจัดลำดับ
อนุชา ปัญญาหล้า สุรินทร์ทิพ ศักดิ์ภูวดล พิพัฒน์พงษ์ แซ่ฟู่ และกฤติกา กันทวงค์.....226
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลผสมในการปลูกอ้อย
จรัณธร บุญญานุภาพ กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว ปฑมกร มูลทะสิทธิ์ ภรภัทร สร้อยมี ชุติมา สร้อยสนธิ์ และธันย์ชนก มีเหลี่ยม.....235
การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้วิธีการยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี
ภาณุพงศ์ สอนคม จิราพร พุกสุข และYoseung Kim.....243
การศึกษาระบบลดอุณหภูมิแบบอีวาโพเรทีฟร่วมกับโซลาร์เซลล์
สมชาย กฤตพลวิวัฒน์.....252
การศึกษาแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น
เสาวนีย์ เหลืองอร่าม จริญญา ดีรัตน์ ชวัลรัตน์ หงษ์ทอง และณัชรดา มหาวนา.....261
การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร
ชนิดาภา เจริญทรัพย์ ปริญดา เพ็ญโรจน์ และสุเชษฐ์ สมุหเสนีโต.....267
ความสัมพันธ์ระหว่างสนิปส์ rs3764261 ของยีน CETP กับไลโปโปรตีนชนิดย่อยในผู้ป่วยที่ได้รับยากลุ่มสแตติน
ปุณยนุช รอดเจริญ พรเพ็ญ ศรีสวัสดิ์ ชลภัทร สุขเกษม สมลักษณ์ วนะวนานต์ และอัญชลี จิตธรรมมา.....276
เครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สาย
สมชาย สาลีขาว.....285

Proceedings **Oral Presentation**

แนวทางการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย
อรสา โพธิ์ชัยประดิษฐ์ กันยานุช เทาประเสริฐ และยิ่งยง เทาประเสริฐ.....294
แนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชร เขต1
ทรายแก้ว ชมชื่น และพฤฑฒิพล พฤฑฒิกุล.....303
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท
ฐัฒพล แก้วศรีงาม ฐิตินันท์ ด้วงสุวรรณ และสายทิตย์ ยะฟู.....316
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท
ดวงแข มานะปรีชางามเลิศ.....325
ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อความเสียหายของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง
วีรภัทร ขำอ่ำ สะการะ ตันโสภณ และวชิราวดี มาลากุล.....333
ผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนโดยหุ้นเน้นคุณค่าจากกระแสเงินสด ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
นิติกร ยอดเปลี่ยน และสัมพันธ์ เนตยานันท์.....341
ระบบสารสนเทศการใช้งานเครือข่ายไร้สาย มหาวิทยาลัยพะเยา
ธนพร วิชัยดิษฐ์ ปิยะนันท์ มินทะนา ศกยภพ ประเวทจิตร์ และปานจิตร์ หลงประดิษฐ์.....351
รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยเทคนิคเดลฟาย
รุ่งโรจน์ เจศรีชัย.....361
ฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตพืชอื่นของยูจีนอลต่อข้าวและวัชพืชบริเวณนาข้าว
สมฤดี น้อยเอี่ยม กชกร อรัญญกานนท์ เกศรา สิงห์โตนารา และชนนิษฏ์ ชูพยัคฆ์.....376
ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบจากสีเสียด เหงือกปลาหมอ มังคุด และทับทิม
กิตติศักดิ์ บัวบาน พันธุ์ชนะ สงวนเสริมศรี ดลฤดี สงวนเสริมศรี และนลิน วงศ์ขัตติยะ.....387
วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง (สาธารณรัฐประชาชนจีน)
นัทธ์หทัย เครบส์ และบุญทรัพย์ พานิชการ.....396
แอปพลิเคชันตรวจจับอาการง่วงนอน
พงศธร ต่ายทอง นันทพร บ้านด้วงยาง รัฐภูมิ วรานุสาสน์ และพนมขวัญ ริยะมงคล.....408

Proceedings **Poster Presentation**

Discrimination of β-thalassemia/hemoglobin E disease and homozygous hemoglobin E using hemoglobin F and hemoglobin A2 levels from capillary electrophoresis
Chadaporn Nokkong, Wansa Banyatsuppasin, Kobkorn Pongjantharasatien, Ekawat Pasomsub, Narin Khongjaroensaku and Karan Paisooksantivatana.....417
กระบวนการหมักบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง
ขนิษฐา เฟียล่า และชไมพร ขุนจันทึก.....424
การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือจากการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง
วาสนา ฉัตรดำรง ฐิติพร จันทร์ตระกูล ศุภสุดา แสนศรี และโศภิศ คันธวงศ์.....432
การบริหารต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย
อำภาภัทร์ วสันต์สกุล.....440
การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38
กรรณิการ์ หมูปิน.....449
การประยุกต์ใช้วิธีเซปแกรมม่าและขั้นตอนวิธีเชิงพันธุศาสตร์ในการวาดลวดลายแส้บ้านวัวลาย โดยอัตโนมัติเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงิน
เขมรัฐ จันทร์คำ และ สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า.....460
การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบใบสาบเสือ(*chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H.) ต่อการควบคุมด้วงดอกรักสีน้ำเงิน *chrysochus pulcher* baly
พิมภิรา พรมสุ กีรติ ตันเรือน กู้เกียรติ ก้อนแก้ว วิษณุ ธงไชย ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ย ณัฐดนัย ลิขิตตระการ และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ.....471
การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยเทคนิคไมโครเวฟและอัลตร้าโซนิค
อัจฉรา แกล้วกล้า เอกวิทย์ ตรีเนตร ธีรวีร์ แกล้วกล้า และธฤษณัฐ แกล้วกล้า.....479
การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
วิชญา อิ่มกระจ่าง และนิภาวรรณ จันทะคุณ.....485
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อ
ณัฐติรัตน์ วังครี วีระ นาคผู้ เชาวลิต พึ่งแตง พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ ปฏิพันธ์ นันทขว้าง และกีรติ ตันเรือน.....493
การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เยาวพา นันต๊ะภูมิ ยุทธนา ชัยเจริญ พสุ ปราโมกข์ชน และอโนดาษ์ รัชเวทย์.....499
การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับเตรียมกรดเบนโซอิกความบริสุทธิ์สูง
ธนากร สุวรรณชื่น และเฉลิม ทรายอินทร์.....510
การออกแบบและสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามโดยอัตโนมัติด้วยวิธีไวยากรณ์รูปร่าง เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับกำไล
โชคนิธิ นาคเมธี และสมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า.....519

Proceedings **Poster Presentation**

ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย
กษิณ เมฆพันธ์ และเอื้อบุญ ที่พึ่ง.....531
แนวทางการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร กรณีศึกษา สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเก็งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ
วราวุฒิ มหามิตร อาจินต์ สงทับ เบญจมาภรณ์ นาคามดี และภารณี นิลกรณ์.....543
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน
ชัยวัฒน์ สืบบุญ สุพรรณี บัวสุข และเกตุจันทร์ จำปาไชยศรี.....555
ผลของ Adenine sulfate และ Benzylaminepurine ในการเพาเลี้ยงเนื้อเยื่อของพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้
นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมเกียรติ สีสนอง และอัจฉรี เรืองเดช.....566
ผลของการใช้อาหารเสริมกวาวเครือขาว ดอกดาวเรือง และเปลือกแก้วมังกร ต่อสีปลา และการเจริญเติบโตในปลาบอลลูน
อัจฉรี เรืองเดช นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสมชาย หวังวิบูลย์กิจ.....575
ผลของความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL 2 ต่อการเจริญเติบโต สารต้านอนุมูลอิสระของต้นแว่นแก้วในระบบปลูกแบบไร้ดิน
นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช.....583
ผลของสารสกัดหยาบจากผกากรอง *Lantana camera* L. ที่มีต่อด้วงงวงข้าว *Sitophilusoryzae* (L).
อภิสิทธิ์ หัดไทยทระ ยุวดี สีนวนขำ กาญจนา เกตุอ่อน กีรติ ตันเรือน กู้เกียรติ ก้อนแก้ว ภรภัทร สำอาง วิษณุ ธงไชย และพิสิษฐ์พูล ประเสริฐ.....592
ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดกระทกรก *Passiflora foetida* ต่อหนอนกระทู้ข้าวโพด *Spodoptera frugiperda*
วรรณนิศา แสงเงิน กีรติ ตันเรือน กู้เกียรติ ก้อนแก้ว ทิวธวัฒ นาพิรุณ วิษณุ ธงไชย มานิสา กองแก้ว และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ.....598

กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก

อัจฉรา ศรีพันธ์ [1*] และณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ[2]

Environmental Management Knowledge and Best Practice Transfer Process to Sub-District Administrative Organization of Phitsanulok Province

Atchara Sriphan[1*] and Nattachet Pooncharean[2]

[1] ภาควิชาบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[2]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[1] Department of Educational Administration and Development, Faculty of Education, Naresuan University, Muang District, Phisanolok Province, Postal Code 65000
[2] Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Muang District, Phisanolok Province, Postal Code 65000
*Corresponding author. E-mail: atcharamay@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศให้กับอปท.ระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง กระบวนการการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก สังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก คือ PARTICIPATION Model ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมในการวางแผน การมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในการวัดผลและประเมินผลความสำเร็จ และการมีส่วนร่วมในการรับผลสำเร็จและการใช้ประโยชน์จากโครงการ ซึ่งปัจจัยความสำเร็จคือ ความรัก ความหวัง พลัง และศรัทธาต่อผลที่จะเกิดขึ้น

คำสำคัญ: องค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ การจัดการสิ่งแวดล้อม องค์กรปกครองส่วนร่วมระดับตำบล

Abstract

This article aims to propose environmental management knowledge and best practice transfer process to Sub-District administrative organization of Phitsanulok Province. This article is a partial of the research "Environmental Management Knowledge and Practice Transfer Process to Sub-District Administrative Organization of Phitsanulok Province. This study is a qualitative study. Data are collected through in-depth interviews, Participatory observation, and non-participatory observation. Content analysis is used in data analysis. Methodological Triangulation is used to test the reliability of data. The research found that knowledge and best practice transfer process to Sub-District administrative organization of Phitsanulok province is PARTICIPATION Model; Participatory Planning, Participatory Learning Process, Participatory Measurement and Evaluation, and Participatory Benefit and Utilization. Key success factors are participatory planning, participatory learning process, participatory measurement ant evaluation, and participatory benefit and utilization. Key success factors are love, hope, power and faith.

Keywords: Knowledge and Best Practices, Environmental Management, Sub-District Administrative Organization

การประยุกต์กระบวนการศาสตร์สมองและการสร้างชุมชนเยียวยาสำหรับผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ไม่สงบ

ปรียา แก้วพิมล* รัตติกาล เรืองฤทธิ์ วัชรี น้อยผา และอุบล วรรณกิจ

Applied Brain Science Process and Community Healing for Victims of Unrested Situation

Preeya Keawpimon*, Rattikarn Roungrit, Wacharee Noypha and Ubon Wannakit

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี 94000
Faculty of Nursing, Prince of Songkla University, 94000
*Corresponding author. E-mail: preeya.k@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบชุมชนเยียวสำหรับผู้ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ความไม่สงบในจังหวัดปัตตานี ประเทศไทย โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561ถึงกันยายน พ.ศ. 2562 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นรูปแบบชุมชนเยียวยาที่มีคณะพยาบาลศาสตร์มีส่วนสำคัญในการสร้างสมรรถนะการเยียวยาจิตใจผู้ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ความไม่สงบโดยการเสริมสร้างทักษะการดูแลตนเองทั้งระดับบุคคลและชุมชน, ผู้ปฏิบัติงานด้านสาธารณสุขในจังหวัดปัตตานีมีส่วนอำนวยความสะดวกในความร่วมมือเพื่อสร้างเครือข่ายเยียวยาตามความรู้ของผู้ได้รับผลกระทบ กระบวนการประยุกต์ศาสตร์สมองทำให้เกิดการเยียวยาเสริมพลังเพื่อสร้างผู้นำการเปลี่ยนแปลง, การออกแบบชุมชนเยียวยา, การเปลี่ยนแปลงชุมชนเยียวยาอย่างเหมาะสม และการหลอมรวมชุมชนเยียวยาด้วยกิจกรรมสร้างสรรคเพื่อเป็นองค์กรการเรียนรู้ที่มีความยั่งยืน ในระหว่างกระบวนการนำไปสู่การเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการดูแลสุขภาพและฟื้นฟูชุมชนของผู้เสียหายและผู้ได้รับผลกระทบ โดยสรุปกระบวนการศาสตร์สมองมีประโยชน์ในการเยียวยาระดับบุคคลและชุมชนจากสถานการณ์ความไม่สงบ

คำสำคัญ: ชุมชนเยียวยา ผู้ได้รับผลกระทบ ความไม่สงบ กระบวนการประยุกต์ศาสตร์สมอง

Abstract

The aim of the study was to develop a community healing model for victims of unrested events in Pattani province, Thailand. Participartory action research was implemented from October 2018 to September 2019. Result indicated that the healing community model presented by Faculty of Nursing played an important role in psychological; healing capacity with victims of unrested events. By promoting skills for individual and community self-care, the Pattani public health care practitioners facilitated collaboration among community members esthablishing a healing network based on knowledge of the affected people. The brain science applied in this process resulted in the healing empowerment to build transformative leadership, designing a healing community, making appropriate changes for healing the community, and combining the healing commuinities using creative activities for a lasting learn organization. During this process, policy sugestions were made related to healthcare and community rehabilitation of victims and affected people. In conclusion, brain science process was useful for individual and community healing process of unrested event.

Keywords: Community healing, victims, unsettling events, brain science

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว23101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ณิชนันท์ คำนวนสินธุ์* และประจบ ขวัญมั่น

The development of learning activity package concerning forces and motion in basic science 5, subject code (SC23101) in science learning area for the ninth grade students.

Nitchanan Khamnuansin* and Prajob Khwanmun

ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร 62000
Educational Administration Department, Education Faculty, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Muang District, Kamphaeng Phet Province, Postal Code 62000
*Corresponding author. E-mail: fernnyzeza@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ว23101 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก จำนวน 462 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก จำนวน 44 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ดังนี้ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด, แผนการจัดการเรียนรู้, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เป็นแบบตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคอร์ท (Likert's Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ค่าสถิติที (t-test dependent samples) และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 5 รหัสวิชา ว 23101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 78.78/84.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

Abstract

The purposes of the study were to construct and to calculate the efficiency of the learning activity package concerning forces and motion in Basic Science 5 (SC23101), to compare the students' learning achievement before and after studying the learning activity package, and to evaluate the students' satisfaction to the learning activity package. The sample was 44 students studying at the ninth grade in Takpittayakhom School, in Tak Province, during the first semester, academic year 2017. The instruments used consisted of 6 learning activity packages, lesson plans, 30 items multiple-choice achievement tests using before and after studying, and 15 items Likert's rating scale of the satisfaction evaluation form. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, dependent t-test samples, and content analysis. The findings indicated that the efficiency of the learning activity package was 78.78/84.89, higher than the determined criterion of 70/70. Regarding the comparison results, the post-test scores were higher than the pre-test scores at the statistical significance of 0.01 level and the students' satisfaction to the learning activity package was at a high level

Keywords: Learning Activity, Package Basic Science 5 Subject, Forces and Motion

การศึกษาสัดส่วนของคู่สมรสในเขตภาคเหนือตอนล่างที่ได้รับแจ้งผลการกำหนดคู่เสี่ยงและผลการวินิจฉัยก่อนคลอดของโรคธาลัสซีเมียชนิดรุนแรงภายในช่วงอายุครรภ์ 16, 18 และ 20 สัปดาห์

ปวันรัตน์ สวนนุ่ม[1] สวิชญาพร เจิมนิ่ม[1] ปริศนา เจริญพร[1] มณฑิรา จันทร์อิน[1] วิลาวัลย์ อ่วมเพ็ชร์[2] ภาสย์ จันทราภานนท์[2] เอกอมร เทพพรหม[1] รวิสุต เดียวอิศเรศ[1] และพีระพล วอง[1*]

The study of the proportions of couples who obtained their at-risk/non-risk results and prenatal diagnosis outcomes of severe thalassemia within the gestational ages of 16, 18 and 20 weeks

Pawanrat Suannum[1], Sawischayaporn Jermnim[1], Prissana Charoenporn[1], Monthira Chan-In[1], Wilawan Aomphet[2], Pas Chantrapanon[2], Akamon Tapprom[1], Rawisut Deoisares[1] and Peerapon Wong[1*]

[1]หน่วยวิจัยธาลัสซีเมีย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
[1]Thalassemia Research Unit, Faculty of Medicine, Naresuan University, Phitsanulok Province, Postal Code 65000
[2]Department of Biology, Faculty of Science, Phayao University, Phayao Province, Postal Code 56000
*Corresponding author. E-mail: peeraponw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การควบคุมโรคธาลัสซีเมียในกลุ่มหญิงตั้งครรภ์เป็นงานที่แข่งกับเวลา การวินิจฉัยคู่เสี่ยงและการวินิจฉัยชนิดธาลัสซีเมียของเด็กในครรภ์ตั้งแต่อายุครรภ์ไม่มากสะท้อนให้เห็นประสิทธิภาพของระบบ ทำให้คู่สามีภรรยามีเวลาในการตัดสินใจเข้ารับการทำหัตถการทางสูติศาสตร์ การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรคธาลัสซีเมียชนิดรุนแรงในคู่สามีภรรยา โดยศึกษาสัดส่วนของคู่สมรสที่ได้รับแจ้งผลการวินิจฉัยคู่เสี่ยงและผลการวินิจฉัยก่อนคลอดของเด็กในครรภ์ภายในอายุครรภ์ที่กำหนด ทำการรวบรวมข้อมูลหญิงตั้งครรภ์ทั้งหมดที่ทราบข้อมูลอายุครรภ์จากระบบการควบคุมโรคธาลัสซีเมียในเขตภาคเหนือตอนล่าง ระหว่างเดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสัดส่วนของหญิงตั้งครรภ์ที่ทราบการรายงานผลภายในช่วงอายุครรภ์ 16, 18 และ 20 สัปดาห์ จากหญิงตั้งครรภ์ที่ทราบข้อมูลอายุครรภ์ทั้งหมด 4,633 ราย มีค่ามัธยฐานของอายุครรภ์ที่ส่งเลือดตรวจเพิ่มเติมเพื่อกำหนดคู่เสี่ยงที่ 12.4 สัปดาห์ และได้รับแจ้งผลการกำหนดคู่เสี่ยงที่ 13.9 สัปดาห์ สัดส่วนของหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับแจ้งผลภายในอายุครรภ์ 16, 18 และ 20 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 64.9, 73.8 และ 81.2 ตามลำดับ จากหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับการส่งตรวจเพื่อวินิจฉัยก่อนคลอดชนิดธาลัสซีเมียของเด็กในครรภ์ทั้งหมดจำนวน 359 ราย มีค่ามัธยฐานของอายุครรภ์ที่ส่งตรวจวินิจฉัยก่อนคลอดที่ 18.0 สัปดาห์ และได้รับแจ้งผลการวินิจฉัยที่ 20.1 สัปดาห์ สัดส่วนของหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับแจ้งผลภายในอายุครรภ์ 16, 18 และ 20 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 0.6, 6.7 และ 47.4 ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้พบว่าสัดส่วนของหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับแจ้งผลการกำหนดคู่เสี่ยงภายหลังอายุครรภ์ 16 สัปดาห์ มีถึง 1 ใน 3 ของหญิงตั้งครรภ์ที่ส่งเลือดเพื่อกำหนดคู่เสี่ยง และเกินครึ่งของหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยก่อนคลอดของเด็กในครรภ์ได้รับแจ้งผลการตรวจภายหลังอายุครรภ์ 20 สัปดาห์ จากข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบควบคุมโรคธาลัสซีเมียในเขตภาคเหนือตอนล่าง

คำสำคัญ: คู่เสี่ยง การตรวจวินิจฉัยก่อนคลอด ธาลัสซีเมีย

Abstract

Each step of the prenatal screening for thalassemia is under time constraints. Early identification of at-risk couples and early prenatal diagnosis (PND) could provide couples with sufficient time to make an informed decision to obtain an obstetric procedure and could demonstrate the efficacy of the screening program. To assess the outcome of a thalassemia prenatal control program by finding out the proportions of couples who obtained their at-risk/non-risk results and prenatal diagnosis outcomes within the pre-specified gestational ages (GA). The study was conducted using prenatal control record for thalassemia disease in the lower northern region between January 2014 and December 2016. Pregnancies without record of GA were excluded. Proportions of couples who were able to obtain their at-risk/non-risk results and PND reports within the GA of 16, 18 and 20 weeks were analyzed. Among 4,633 couples determined, their median GA when blood samples were sent for at-risk determination and their at-risk/non-risk results had been notified, were 12.4 and 13.9 weeks, respectively. Proportions of couples who obtained their at-risk/non-risk results within the GA of 16, 18 and 20 weeks were 64.9%, 73.8% and 81.2%, respectively. Among 359 PNDs evaluated, their median GA when PND was performed and their PND results had been notified, were 18.0 and 20.1 weeks, respectively. Proportions of couples who obtained their PND results within the GA of 16, 18 and 20 weeks were 0.6%, 6.7% and 47.4%, respectively. One third of couples who sent their blood samples for at-risk determination received their at-risk/non-risk results after the GA of 16 weeks. More than half of couples who obtained a PND received their PND reports after the GA of 20 weeks. This outcome could reflect our real-world efficacy of prenatal control program for thalassemia in the lower northern region.

Keywords: at-risk couple, prenatal diagnosis, thalalassemia

การสกัดกรดไฮยาลูรอนจากปลากระดูกอ่อนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า "Beauty Seacret Solution"

วิธาน สุขวาณิชวิชัย

Acid Extraction from Cartilaginous fish and Developing the Cosmetic Product "Beauty Seacret Solution"

Withan Sukwanichwichai

วิสาหกิจชุมชนพิณมิสา มหาชัย สมุทรสาคร 74000 ประเทศไทย
The Community Enterprise Pinmisa, Mahachai, Smutsakhon 74000, Thailand
*Corresponding author. E-mail: pinmisa@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นโครงการต่อยอดร่วมวิจัยระหว่างวิสาหกิจชุมชนพิณมิสาและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยนำกระดูกอ่อนปลาฉลามซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากการนำเนื้อปลาฉลามมาทำเป็นอาหารและส่วนของครีบถูกทำเป็นหูฉลามตากแห้งซึ่งมีจำนวนมากในจังหวัดสมุทรสาครมาใช้ประโยชน์ จากข้อมูลการศึกษาทางเคมีพบว่ากระดูกอ่อนของปลาฉลามจะประกอบไปด้วยกรดไฮยาลูโรนิกและสารคอนดรอยตินซัลเฟต ซึ่งเป็นสารประกอบไกลโคสอะมิโนไกลแคน ในปัจจุบันได้มีการนำสารเหล่านี้มาใช้ประโยชน์เป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและเครื่องสำอาง กรดไฮยาลูโรนิกสามารถละลายน้ำได้ดีได้มีลักษณะหนืดข้น ซึ่งมีคุณสมบัติกระตุ้นให้เซลล์ผิวหนังสร้างคอลลาเจนเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ช่วยลดริ้วรอย ช่วยให้ผิวหน้าดูดซับน้ำได้ดีขึ้น ผิวเนียนเรียบ ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสทำให้โทนของสีผิวดูขาวขึ้น ช่วยลดสีผิวของกระและฝ้า นอกจากนี้ยังมีการนำกรดไฮยาลูโรนิกนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารเสริมในลักษณะของ Nutria-cosmetic มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ รวมไปถึงเสริมสร้างความแข็งแรง ความยืดหยุ่นของโปรตีนคอลลาเจนและอีลาสตินในชั้นหนังแท้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญช่วยทำให้ผิวดูอ่อนกว่าวัย โดยสารดังกล่าวมีผลต่อระบบในร่างกายและเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น เต่งตึง กระชับและความชุ่มชื้นให้กับเซลล์ผิว ขั้นตอนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกและสารคอนดรอยตินซัลเฟต ทำโดยใช้กระดูกอ่อน 100 กิโลกรัม นำมาแยกโปรตีนออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 120 ชั่วโมง ล้างทำความสะอาดและนำมาทำการละลายโดยใช้เอนไซน์ บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนกระดูกอ่อนละลายหมด แล้วนำมาตกตะกอนโปรตีน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแยกตะกอนโปรตีนออกจากนั้นเติมเซทิลไพริดิเนียมคลอไรด์เพื่อตกตะกอนแยกไกลโคสอะมิโนไกลแคน และล้างตะกอนด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นและปริมาณที่แตกต่างกัน เพื่อแยกกรดไฮยาลูโรนิกและสารคอนดรอยตินซัลเฟตออกมา 20 ลิตร และ 40 ลิตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สารละลายกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้ พบว่าได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับสารละลายกรดไฮยาลูโรนิกที่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่ราคาถูกลงมากกว่า 50% ดังนั้นจึงช่วยลดการนำเข้าสารละลายกรดไฮยาลูโรนิกจากต่างประเทศ และมีความเป็นไปได้ในการส่งเสริมเศรษฐกิจภายในประเทศให้ผู้บริโภค, ผู้ประกอบการขนาดย่อมและผู้ผลิตเครื่องสำอางของประเทศไทย ให้ได้ใช้สารสกัดที่มีราคาประหยัดและถูกลงและเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในระดับสากลได้

คำสำคัญ: ปลากระดูกอ่อน กระดูกอ่อนปลาฉลาม ไฮยาลูรอน ไกลโคสอะมิโนไกลแคน พิณมิสา

Abstract

This work was a collaboration project of the community enterprise Pinmisa and King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT). The cartilage and fin of sharks are the residue from food industrial in Samut Sakhon province. The cartilaginous fish contains the glycosaminoglycan compounds, which are hyaluronic acid and chondroitin sulfate. Nowadays, these chemicals are commonly used in the dietary supplement and cosmetics. The hyaluronic acid is able to dissolve in water easily and has excellent properties of skin hydrating regulation, skin rejuvenation, and tyrosine inhibitors. Moreover, hyaluronic acid was one of dietary supplement ingredients of Nutria-Cosmetic for bone density improvement, osteoporosis prevention, muscle strength increases, and age-related health problems with combination of glucosamine and chondroitin sulfate. The hyaluronic acid and chondroitin sulfate were extracted by protein extraction from 100 kg of cartilages by NaOH for 120 hours and cleansed afterward. The cartilage was aged with enzyme at 80°C for 72 hours, the cartilage all dissolved. The solution was precipitated at 4°C for 24 hours and filtered.

The glycosaminoglycan was extracted by adding cetylpyridinium chloride into the solution. The precipitate compound was rinsed by NaCl at different concentration to obtain hyaluronic acid solution and chondroitin sulfate solution at 20 and 40 liters, respectively. The analyzed results indicated that the extracted hyaluronic acid solution had an equal potential to the imported hyaluronic acid, whereas the price was much 50% cheaper. There was a feasibility to reduce the import of hyaluronic acid by increasing the domestic hyaluronic acid extraction in order to support consumers, SME and cosmetic industries in Thailand.

Keywords: Cartilaginous Fish, Shark Cartilage, Hyaluronic Acid, Glycosaminoglycans, Pinmisa

การอบรมควันกระติบข้าวจากไม้ไผ่

จิรวัฒน์ แสนดวง* และนพฤทธิ์ พรหมลัง

Smoked rice biscuits from bamboo

Jirawat Sandong* and Noppalith Promlung

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000
Faculty of Industrial Technology Nakhonphanom University Nakhonphanom 48000
*Corresponding author. E-mail: Top_1988kt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบหาคุณภาพของสีกระติบข้าวไม้ไผ่จากการอบรมควัน โดยใช้เชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ ไม้ผุ กาบมะพร้าว และ แกลบ โดยใช้เชื้อเพลิง 1 กิโลกรัมและกำหนดเวลาในการอบครั้งละ 1 ชั่วโมง ค่าที่ได้คือ ครั้งที่ 1 ใช้ไม้ผุมาเป็นเชื้อเพลิงในการอบกระติบข้าว ผล ปรากฏว่ากระติบข้าว สีออกทองเข้ม อุณหภูมิภายในเตาอบเฉลี่ย 105.18 องศาเซลเซียส ครั้งที่ 2 ใช้กาบมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงในการอบกระติบข้าว ปรากฏว่ากระติบข้าว สีออกทอง และสีจะอ่อนกว่าการใช้ไม้ผุเล็กน้อย อุณหภูมิภายในเตาอบเฉลี่ยที่ 96.41 องศาเซลเซียส ครั้งที่ 3 ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการอบกระติบข้าว ปรากฏว่ากระติบข้าว สีจะออกทองอ่อน และสีจะอ่อนกว่าการใช้กาบมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงเล็กน้อย อุณหภูมิภายในเตาอบเฉลี่ยที่ 73.52 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: อบรมควัน ไม้ไผ่

Abstract

The purpose of this research to test the quality of bamboo rice kratib color from the smoke training by using 3 types of fuels which are rotten wood, coconut shells and rice husk, using 1 kilogram of fuel and the baking time of 1 hour per time. The result is that the first time using rotten wood as fuel for drying rice kratis. Dark golden color, the average temperature in the oven is 105.18 degrees Celsius, 2nd time, using coconut sheath as fuel for baking rice Kratat it appears that the goldenbrown rice boulders and the color are slightly lighter than the use of rotten wood. The average temperature inside the oven is 96.41 degrees Celsius. The 3rd time is using rice husk as fuel for baking rice Kratat. It appears that Kratib rice. The color is pale gold. And the color is slightly lighter than using coconut coir as a fuel the average temperature inside the oven is 73.52 degrees Celsius.

Keywords: Smoked, bamboo

ความต้องการพัฒนาเมืองในกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม

อำนวย พิรุณสาร

Satisfaction for Urban Development among Social Development Students

Aumnouy Piroonsan

ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Department of Sociology and Anthropology, Faculty of Social Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000
Corresponding author. E-mail : tomistom@hotmail.com.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจเรื่อง "ความต้องการพัฒนาเมืองในกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม" นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความต้องการพัฒนาเมืองของกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม โดยเจาะจงประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตสาขาวิชาพัฒนาสังคม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา การพัฒนาเมือง ภาคเรียนปลาย ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามเรื่องระดับและความต้องการพัฒนาเมืองในกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการในการพัฒนาเมืองอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความต้องการพัฒนาเมืองด้านการมีส่วนร่วม การสนับสนุน และการรับผลประโยชน์อยู่ในระดับสูงกว่า ความต้องการพัฒนาเมืองด้านความตื่นตัวในการพัฒนา การตัดสินใจ และการประเมินผลจากการพัฒนา ยิ่งไปกว่านั้น กลุ่มตัวอย่างให้ข้อเสนอแนะว่า ความส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมในการพัฒนาเมืองให้เจริญ ที่ให้ทุกภาคส่วนของสังคม เช่น ภาคเอกชน และประชาชน เข้ามาร่วมมือกันในการพัฒนา และไม่ใช่การดูแลโดยภาครัฐเท่านั้น จากผลการศึกษา ควรส่งเสริมให้ความรู้ด้านความตื่นตัว การร่วมตัดสินใจ และการประเมินผลในการพัฒนาเมือง กับกลุ่มผู้เรียนพัฒนาสังคม เพื่อให้เกิดการชี้นำสังคมให้เกิดผลการทำงานอาชีพการนักพัฒนาต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การพัฒนาเมือง ความต้องการพัฒนาเมือง ผู้เรียนพัฒนาสังคม

Abstract

This research is a survey on the study satisfaction for urban development among students of the Social Development Program of Naresuan University. The population and sample used in this research were 38 students of urban development enrolled in the 1st semester of the academic year 2018. A questionnaire was used as a tool for gathering data which were analyzed using statistical calculations and presented in percentages, arithmetic means, and standard deviation. The result revealed that the satisfaction level for urban development were high mean, and also in the aspects of participation, supporting and allocating benefits were higher than awareness, decision making, expressing an opinion or operating, and monitoring and evaluation. Moreover, the respondents' remarks that, promoting urban development activities for improving and progressing cities should the direct participation of the private sector and all citizens in all processes and not only lie on the emphasis of government operations. Based on the results from the study, promoting and literacy programs in awareness, decision making, expressing an opinion or operating, and also monitoring and evaluation are the crucial importance for development students to learn for their future jobs.

Keywords: Urban development, satisfaction in urban development, Social Development students

ปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกมาจากการตรวจกระดูกทั่วตัว

ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์

Effective dose from bone scan examinations

Patsuree Cheebsumon

ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phisanulok 65000
Corresponding author. E-Mail address: patsureec@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกมาจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เป็นสิ่งที่ควรทราบเพื่อช่วยลดความวิตกกังวล ดังนั้นวัตถุประสงค์เพื่อวัดปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะห่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกันโดยทำการวัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องสำรวจรังสีที่มีหัววัดรังสีชนิดแพนเค้ก รุ่น 14ซี ในผู้มารับบริการจำนวน 24 ราย ที่ระดับใต้ต่อสะดือด้านหน้า 2 นิ้ว ในระยะห่าง 0.25, 0.5, 1 และ 1.5 เมตร ตามลำดับ และระยะเวลาทันทีหลังที่ได้รับสารเภสัชรังสี, 30, 60, 90, 120 นาที และหลังการตรวจเสร็จสิ้น ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการลดลง เมื่อเพิ่มระยะห่าง และระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสีอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) นอกจากนี้ บุคลากรที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากหน่วยงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวหลังได้รับสารเภสัชรังสีทันที ที่มีระยะห่าง 0.25 เมตร และใช้ระยะเวลานานเท่ากับ 180 นาที บุคคลดังกล่าวจะได้รับปริมาณรังสีเท่ากับ 367.5 ไมโครซีเวิร์ต ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่มากที่สุด โดยสรุป ปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวจะลดลงตามระยะห่าง และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เมื่อต้องการได้รับการตรวจวินิจฉัยอื่นเพิ่มเติม ควรรอให้ระยะเวลาผ่านไปประมาณ 1 ชั่วโมงหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี ทั้งนี้ การปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวควรใช้ระยะเวลาที่สั้นที่มีระยะห่างที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยทางรังสี

คำสำคัญ: ปริมาณรังสียังผลที่แผ่ออกมา การตรวจกระดูกทั่วตัว

Abstract

Effective dose from bone scan examination in nuclear medicine is able to know for reducing radiation anxiety. The aim of this study was to measure the effective dose from bone scan examinations in different time after injection and distance. 24 bone scans at 2-inches above umbilicus in anterior view were measured by survey meter model 14C with pancake GM probe at 0.25, 0.5, 1, and 1.5 metres, and also time after immediately injection, 30, 60, 90, 120 minutes and finished examination, respectively. Results showed that effective dose significantly reduced when time after injection and distance were increased ($p<0.05$). In addition, maximum radiation dose of person worked outside nuclear medicine was 367.5 μSv at 0.25 metres and also stayed too long about 180 minutes. In conclusion, effective dose from bone scan examinations decreased when distance and time after injection increased. In case of additional diagnostic tools, one hour after injection was recommended. To ensure radiation safety should spend time less at optimal distance.

Keywords: Effective dose, Bone scan

พฤติกรรมการอ่านและระดับความพึงพอใจในการอ่านหนังสือของกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรี

อำนวย พิรุณสาร[1] อรทัย ชินอัครพงศ์[2] และประดับเดือน ทองเชื้อเชิญ[3*]

Reading Behavior and Satisfaction in Reading among Undergraduate Students.

Aumnaoy Pirunsarn[1], Orathai Chinakharapongand[2] and Pradubduen Thongchuechern[3*]

[1]ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]ภาควิชาภาษาศาสตร์ คติชนวิทยา ปรัชญาและศาสนา คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]ที่งานจัดการวิชาศึกษาทั่วไป กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Sociology and Anthropology, Faculty of Social Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[2]Department of Linguistics, Folklore, Philosophy, and Religions, Factulty of Humanities Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[3]General Education, Division of Academic Affairs Naresuan Universit, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : tomisotm@hotmail.com, orathaic@nu.ac.th, pradabduent@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจเรื่อง "พฤติกรรมการอ่านและระดับความพึงพอใจในการอ่านหนังสือของกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรี" นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) พฤติกรรมการอ่านหนังสือของกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรี และ 2) ระดับความพึงพอใจต่อการอ่านหนังสือของกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรีที่กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 001222 ภาษา สังคม และวัฒนธรรม ภาคเรียนปลาย ประจำปีการศึกษา 2561 โดยใช้แบบสอบถามในระบบการสอนออนไลน์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล แล้ววิเคราะห์ประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการทางสถิติเชิงบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า หนังสือที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ชอบอ่านหนังสือที่เป็นเล่ม และ e-book ที่ไม่รวมตำราเรียน หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ อย่างเว็บไซต์ ฯลฯ สูงสุดคือหนังสือการ์ตูน เพื่อความเพลิดเพลิน จากการอ่านหนังสือเพื่อการเรียนการสอบ ร้อยละ 60 อ่านหนังสือนาน ๆ ครั้ง (ไม่ได้อ่านทุกสัปดาห์แต่อ่านบ้าง) และ ร้อยละ 64 อ่านหนังสือสัปดาห์ละ 1 – 2 วัน อีกทั้งระยะเวลาในการอ่านหนังสือเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 21 – 60 นาที ร้อยละ 66 นอกจากนี้ ผลจากการวิจัยพบว่าระดับความพึงพอใจในการอ่านหนังสืออยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาลงไปในรายละเอียดพบว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในการอ่านหนังสือ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และการพัฒนาตนเอง น้อยกว่า ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจด้านเนื้อหาและรูปเล่ม ซึ่งสอดคล้องกับเหตุผลในเรื่องของพฤติกรรมการอ่านหนังสือในวัตถุประสงค์ข้อ 1 ที่อ่านหนังสือทำให้เกิดความเพลิดเพลิน ความสนุกสนาน เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด และหลีกหนีจากชีวิตจริงได้ชั่วคราว มากกว่า เน้นอ่านเพื่อเกิดองค์ความรู้ด้านสังคมและวัฒนธรรม ตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตประจำวัน

คำสำคัญ: พฤติกรรมการอ่าน ระดับความพึงพอใจในการอ่าน ผู้เรียนระดับปริญญาตรี

Abstract

The objectives of this survey research title as "Reading Behavior and Satisfaction in Reading among Undergraduate Students" are 1) to study reading behavior among undergraduate students and 2) to study satisfaction in reading among undergraduate students. The target populations and samples of the study were undergraduate students at Naresuan University who enrolled in 001222 Language, Socitty and Culture course in the 2nd semester of the academic year, 2018 via answering the online questionnaires. The data were statistically calculated and presented in percentages, average means and standard deviation. The results revealed that the most book which participants enjoyed reading except books and e-books excluded text books, newspapers, magazines, and else electronic media for example websites ect. While 60% of the students sometimes read, once or twice a week and the duration, furthermore 64% of the subjects were reading several times per week or more and the duration of reading was 21 – 60 minutes per day by 66%. Regarding to the satisfaction in reading of the students, the finding showed that the level of satisfaction was high. According to the data collected, we found that the readers were satisfied in reading for the benefits of education and for self-improvement less than

reading for contents and designed book-covers. However, the findings were also consistent with the objective of reading (no. 1) which showed that reading could make the readers enjoy, entertain, relieve stress, and exclude them from real life more than made them gain any knowledge about society and culture or even could make them apply that knowledge for their lives.

Keywords: reading behavior, satisfaction in reading, undergraduate students.

องค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก

อัจฉรา ศรีพันธ์ [1*] และณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ[2]

Knowledge and Best Practices of Environmental Management of Sub-District Administrative Organization in Phitsanulok Province

Atchara Sriphan [1*] and Nattachet Pooncharean[2]

[1] ภาควิชาบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[2]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[1] Department of Educational Administration and Development, Faculty of Education, Naresuan University, Muang District, Phisanolok Province, Postal Code 65000
[2] Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Muang District, Phisanolok Province, Postal Code 65000
*Corresponding author. E-mail: atcharamay@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมาของประเทศไทยคือ การขาดการมีส่วนร่วมในการจัดการจากระดับฐานรากของชุมชนคือในระดับครัวเรือน ซึ่งขับเคลื่อนโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ใกล้ชิดกับฐานรากของชุมชนที่สุด คือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมวนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง กระบวนการการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวปฏิบัติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลก โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก สังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดของจังหวัดพิษณุโลก คือ ปัญหาด้านการจัดการขยะ รองลงมาคือ ปัญหาด้านการใช้พื้นที่ป่าชุมชน และปัญหาการจัดการน้ำตามลำดับ ดังนั้นองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับตำบลในจังหวัดพิษณุโลกที่สำคัญที่สุด คือ องค์ความรู้และแนวปฏิบัติด้านการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมครบวงจรของตำบลไทรย้อย อำเภอเนินมะปราง และตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ องค์ความรู้และแนวปฏิบัติด้านการจัดการป่าชุมชนแบบมีส่วนร่วมของตำบลหินลาด อำเภอวัดโบสถ์ และองค์ความรู้และแนวปฏิบัติด้านการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบของตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ

คำสำคัญ: องค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ การจัดการสิ่งแวดล้อม องค์กรปกครองส่วนร่วมระดับตำบล

Abstract

Environmental management problem in Thailand in the past is lacking of participation in family level . This is driven by a local administrative organization that is closer to the foundation of the community, the organization is Sub-District Administrative Organization. So this article aims to propose the knowledge and best practices in environmental management of of Sub-District Administrative Organization in Phitsanulok Province. This article is a partial of the research "Environmental Management Knowledge and Practice Transfer Process to Sub-District Administrative Organization of Phitsanulok Province. This study is a qualitative study. Data are collected through in-depth interviews, Participatory observation, and non-participatory observation. Content analysis is used in data analysis. Methodological Triangulation is used to test the reliability of data. The research found that three of important environmental issues of Phitsanulok are the problem of waste management, the use of community forests, and the system of water management. Hence the most important knowledge and best practices of environmental management of Sub-District Administrative Organization in Phitsanulok Province are participatory and comprehensive waste management of SaiYoi Sub-District, Noen Maprang District and Chat Trakan Sub-District , Chat Trakan District, participatory community forests management of HinLad Sub-District , Wat Bot District, and the system of water management (Bang Rakam Model) of Bang Rakam Sub-District ,Bang Rakam District.

Keywords: Knowledge and Best Practices, Environmental Management, Sub-District Administrative Organization

อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินชนิดต่าง ๆ

อรวรรณ บัวหม้อ ภรณ์ศิริ เชื่อมชิต ชลิดา สอนสุภาพ และวภากร ศิริวงศ์*

Soil Organic Matter Decomposition of Different Soil Types

Orawan Buamor, Pornsiri Cheamchit, Chalida Sonsuphap and Wapakorn Siriwong*

คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment Naresuan University, Mueang , Phitsanulok 65000
*Corresponding author: wapakorna@.nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินชนิดต่าง ๆที่มีคุณสมบัติดินแตกต่างกัน ทำการทดลองบ่มดินสองชนิดคือ ดินเนื้อหยาบและดินเนื้อปานกลางที่ผ่านการบดและเพิ่มอินทรียวัตถุโดยการเติมฟาง 3.5 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก ปรับความชื้นที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ของความจุอุ้มน้ำของดิน (WHC) ตลอดการทดลอง ทำการบ่มดินเป็นเวลา 56 วันที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นและถูกจับด้วย 1N NaOH โดยวิธีการไตเตรท ที่ระยะเวลา 2, 4, 7, 11,14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วัน วิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนบ่มและหลังบ่ม ประกอบด้วย ปฏิกิริยาดิน (pH) เนื้อดิน (Texture) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ความชื้น (Moisture) และปริมาณธาตุอาหารหลัก ผลการวิจัยพบว่าการลดลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สอดคล้องกับสมการ Frist order kinetic อัตราการย่อยสลายในดินทั้ง 12 ชนิดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีอัตราการย่อยสลายอยู่ในช่วง 0.00254-0.0049 ต่อวัน ตามลำดับ อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการย่อยสลายกับคุณสมบัติดิน และพบว่าอัตราการย่อยสลายขออินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกันกับอินทรียวัตถุในดิน เนื้อดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีความสัมพันธ์ ส่วนความเป็นกรดด่างมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

คำสำคัญ: อัตราการย่อยสลาย อินทรียวัตถุในดิน Frist order kinetic model

Abstract

This research studied on the decomposition rate of soil organic matter of different soil types. The coarse texture and medium texture soils were mixed with 3.5 % of rice straw by weight. Soil moisture was maintained at 80% of water holding capacity (WHC) throughout the experiment. Soil mixture was incubated for 56 days at room temperature. The produced carbon dioxide trapped in 1N NaOH was determined by titration method at 2, 4, 7, 11, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days. Soil characteristics including pH, texture, organic matter content, cation exchange capacity, moisture and nutrient content were determined at the beginning and the end of the experiment. The results show that the reduction of soil carbon corresponded to the first order kinetic model. Rate of organic decomposition was significant different between soil type which was higher in coarse texture than medium texture soil. The decomposition rate of 12 soil were 0.00254-0.0049 per/day. Rate of organic matter decomposition was negatively correlated with organic matter, texture and cation exchange capacity, while, soil pH provides positive correlation.

Keywords: Decomposition Rate, Soil Organic Matter, Frist order kinetic model

อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งดอกบัวสด

เพ็ญพิสุทธิ์ ทองหยวก* ภัทรชน บุญณราช และเจตริน สว่าง

Optimization of Temperature and Time of Water Lily Drying Process

Penpisuth Thongyoug*, Phattarachon Bunnarat and Jatarin Sawang

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร 73000
Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Muang, Nakhon Pathom, 73000
*Corresponding author. E-mail: penpisuth.ft@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งดอกบัวสดด้วยเตาอบลมร้อน โดยทดลองอบแห้งดอกบัว 2 สายพันธุ์ คือ ดอกบัวพันธุ์ฉลองขวัญ และดอกบัวพันธุ์ขาวมงคล และสร้างสมการสำหรับพยากรณ์ระยะเวลาในการอบแห้งดอกบัวสด โดยในการศึกษาใช้อุณภูมิอบแห้ง 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เวลาที่เหมาะสมต่อการอบแห้งดอกบัวฉลองขวัญ และดอกบัวขาวมงคล คือ เวลา 880 นาที และ 900 นาที โดยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ส่งผลให้ดอกบัวมีเปอร์เซ็นต์น้ำที่ออกมามีค่าสูงขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก (wet basis) ไม่เกิน 25% ซึ่งสามารถสร้างเป็นสมการเส้นตรงสำหรับการทำนายระยะเวลาในการอบแห้งดอกบัวทั้งสองชนิดได้ คือ Time = -16.5Temp + 1,753.3 และ Time = -25.5Temp + 2,236.7 สำหรับดอกบัวฉลองขวัญและดอกบัวขาวมงคลตามลำดับ โดยสมการดังกล่าวมีค่าความแม่นยำ (R^2) เท่ากับ 0.8

คำสำคัญ: ดอกบัวสด เตาอบแบบลมร้อน อุณหภูมิอบแห้ง เวลาในการอบแห้ง สภาวะที่เหมาะสม

Abstract

This study aimed to investigate the optimization of temperature and time in water lily drying process. The experimentals were operated with 2 kinds of water lily, as a King of Siam Water Lily and a White-Water Lily by hot air oven at the different 3 temperatures (50, 60, and 70 °C). The results were found that, the optimal drying temperature was 70 °C due to it was higher percent of water out and the wet basis less than 25%. The optimal time of both were 880 minutes for King of Siam Water Lily, and 900 minutes for White-Water Lily. In addition, the linear regruession equations for predicting drying time of King of Siam Water Lily and White-Water Lily were; $Time_{KS}$ = 1,753.3-16.5Temp and $Time_{W}$ = 2,236.7-25.5Temp, respectively, which R^2 was 0.8.

Keywords: Water Lily, Hot Air Oven, Drying Temperature, Drying Time, Optimization Parameter

ผลของน้ำมันมะพร้าวชนิดที่มีกรดลอริกต่ำต่อปริมาณไขมันในช่องท้อง น้ำหนักตับ และระดับไขมันในตับของหนูไมค์

วัชรากร ดีตรุษ[1] อุษณา จัตุรงค์[1] กิตติวุติ โตอ่อน[1] ภัทรพล สนธิ[2],
สุภาพร พันธุ์ธีรานุรักษ์[1] รัชนี ชนะสงค์[2] เอกรินทร์ ชุลีกร[3] เมธา รัตนากรพิทักษ์[4] อุทัย วิชัย[4]
ชัยยศ มุขทั่ง[4] ชัชชัย บุญทิพย์[4] ฟิลิป คีลาร์[4] วินรวีร์ การประกอบกิจ[4] ศักดิ์ชัย วิทยาอารีย์กุล[5]
และกรองกาญจน์ ชูทิพย์[1*]

Effect of coconut oil with low lauric acid content on visceral fat accumulation, liver weight and liver lipid profiles in mice

Watcharakorn Deetud[1], Usana Chatturong[1], Kittiwoot To-on[1], Phattarapon Sonthi[2], Supaporn Puntheeranurak[1], Rachanee Chanasong[2], Ekarin Chulikorn[3], Metha Rutnakornpituk[4], Uthai Wichai[4], Chaiyot Mukthung[4], Chatchai Bunthip[4], Filip Kielar[4], Winrawee Kanprakobkit[4], Sakchai Wittayaareekul[5] and Krongkarn Chootip[1]*

[1]ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[2]ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[3]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[4]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[5]ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[1]Department of Phisiology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, District Muang, Province Phitsanuloke, Postal Code 65000
[2]Department of Anatomy, Faculty of Medical Science, Naresuan University, District Muang, Province Phitsanuloke, Postal Code 65000
[3]Department of Biochemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, District Muang, Province Phitsanuloke, Postal Code 65000
[4]Department of Chemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, District Muang, Province Phitsanuloke, Postal Code 65000
[5]Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, District Muang, Province Phitsanuloke, Postal Code 65000
*Corresponding author. E-mail: Krongkarnc@gmail.com

บทคัดย่อ

น้ำมันมะพร้าวสามารถลดระดับไขมันซึ่งเป็นเหตุของภาวะหลอดเลือดแดงแข็งได้ องค์ประกอบที่พบมากสุดในน้ำมันมะพร้าวคือกรดลอริก แต่ผลของกรดลอริกต่อระดับไขมันในเลือดยังมีความขัดแย้งและยังไม่มีรายงานยืนยันเกี่ยวกับผลต่อระดับไขมันในตับ งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (vergin coconut oil: VCO) และน้ำมันมะพร้าวที่มีกรดลอริกต่ำ (low lauric acid: LLA) ต่อปริมาณไขมันในช่องท้อง น้ำหนักตับและระดับไขมันในตับ โดยแบ่งหนูไมค์เพศเมียสายพันธุ์ C57BL/6 เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง (HF) เพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับการป้อน VCO (HF+VCO), medium chain triglyceride(HF+MCT) และ LLA (HF+LLA) โดยป้อนสารขนาด 6.15 มล./กก. นาน 12 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่าหนูทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีไขมันในช่องท้อง น้ำหนักตับ คอลเลสเตอรอล และ LDL ในตับเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การให้ VCO, MCT หรือ LLA ร่วมด้วยมีผลช่วยลดน้ำหนักตับ และพบว่า VCO และ MCT สามารถลดคอลเลสเตอรอลและ LDL ที่เพิ่มขึ้นจากการได้รับอาหารไขมันสูงได้ ส่วนค่าไตรกลีเซอร์ไรด์และ HDL ในตับของแต่ละกลุ่มพบว่าส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นกลุ่ม HF+LLA มีไตรกลีเซอร์ไรด์เพิ่มขึ้น และกลุ่ม HF+VCO

มี HDL เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม กล่าวโดยสรุป VCO และ MCT ช่วยลดผลเสียที่เกิดขึ้นต่อตับจากการกินอาหารไขมันสูงได้ ในขณะที่ LLA ให้ผลในทางตรงกันข้าม จึงสะท้อนให้เห็นว่ากรดลอริกน่าจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำมันมะพร้าวที่ส่งผลดีต่อค่าไขมันในตับ

คำสำคัญ: น้ำมันมะพร้าว กรดลอริก หลอดเลือดแดงแข็ง ระดับไขมันในตับ อาหารไขมันสูง

Abstract

Coconut oil could reduce dyslipidemia, which is the main cause of atherosclerosis. The major component of coconut oil is lauric acid (LA), of which the effect on plasma lipid is still unclear and there was no study assessing its effect on liver lipid profile. Thus, a virgin coconut oil (VCO) and a coconut oil with low lauric acid (LLA) were used in this study to evaluate the effects on visceral fat accumulation, liver weight and liver lipid profiles in mice. The female C57BL/6 mice were devided into five groups treated with different diets for 12 weeks i.e., control (normal diet), high-fat diet (HF), HF+VCO, HF+Medium-chain triglyceride (MCT) and HF+coconut oil with low lauric acid (LLA). VCO, MCT, or LLA each at the dose of 6.15ml/kg were given via oral gavage. In all groups received HF, there were significant increases in visceral fat accumulation, liver weight, cholesterol and LDL compared to control. Treatment with VCO, MCT or LLA reduced the liver weight. VCO and MCT could also reduce the elevation of cholesterol and LDL induced by HF. In most cases, there were no differences between groups in the triglyceride and HDL levels, except for the greater triglyceride level in the HF+ LLA group and the higher HDL level in the HF+ VCO group compared with the control. These results indicated that VCO and MCT can reverse negative effect on liver lipid profiles in mice fed with high fat diet, while LLA has the opposite effect. Hence, the lauric acid may play an important role in providing the beneficil effect of coconut oil.

Keywords: Coconut oil, Atherosclerosis, Luaric acid, Liver lipid profile, High fat diet

การประยุกต์ใช้แป้งข้าวเหนียวดำในไอศกรีมกะทิ

จินตนา แซ่หลอ วัลเพ็ญ ศักดิ์เจริญชัยกุล ยุวดี การุญบริรักษ์ และไพรวัลย์ ประมัย*

Application of black glutinous rice in coconut milk ice cream

Jintana Saeloa, Wanpen Sakcharoenchaikun, Yuwadee karoonborerak and Phaiwan Pramai*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail : phaiwan.p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระในไอศกรีมกะทิ ทำการศึกษาผลของการเสริมแป้งข้าวเหนียวดำต่อคุณสมบัติทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกะทิ โดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำที่ผ่านการนึ่งและอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่งโมง ใส่ลงในไอศกรีมกะทิที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5, 4.0 และ 5.5 โดยน้ำหนักส่วนผสม โดยพบว่า เมื่อปริมาณการเสริมแป้งข้าวเหนียวดำในไอศกรีมกะทิเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่าไอศกรีมสูตรเสริมแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 4.0 ได้รับการยอมรับสูงที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ไอศกรีมสูตรเสริมแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 4.0 ปริมาณ 100 กรัม มีความชื้น ร้อยละ 67.05 โปรตีน ร้อยละ 2.17 ไขมัน ร้อยละ 9.32 เยื่อใย ร้อยละ 6.62 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.86 และพลังงาน 151.98 กิโลแคลอรี่ นอกจากนี้ไอศกรีมสูตรดังกล่าว ปริมาณ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ยังประกอบด้วยสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ปริมาณเท่ากับ 5.74 มิลลิกรัม, 46.98 มิลลิกรัม GAE, และ 185.69 มิลลิกรัม TEAC ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าไอศกรีมกะทิสูตรมาตรฐานโดยคิดเป็น 5.74, 1.44, และ 1.66 เท่า ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระจากการเสริมแป้งข้าวเหนียวดำในไอศกรีมกะทิในงานวิจัยนี้จึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ: ไอศกรีมกะทิ แป้งข้าวเหนียวดำ สารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน

Abstract

The objective of this research is to increase nutritional value and antioxidants in coconut milk ice cream. The effect of black glutinous rice flour supplementation on chemical, antioxidant, and sensory properties of coconut milk ice cream were studied. Black glutinous rice flour that prepared by steaming and drying at 50 °C for 12 hours was applied to coconut milk ice cream at the ratio of 2.5, 4.0 and 5.5 % by weight of the mixture. The result showed that the amount of anthocyanin and phenolic contents were significantly increased according to the increase of the supplementation of black glutinous rice flour ($P \leq 0.05$). Sensory evaluation was conducted for five qualities, including appearance, odor, flavor, texture and overall liking by the 9-Point Hedonic Scale test. It was found that ice cream supplemented with black glutinous rice flour 4.0% was the highest acceptance for appearance, texture, and overall liking ($p \leq 0.05$). For the analysis of the chemical composition, ice cream supplemented with 4.0% black glutinous rice flour 100 g contained 67.05% moisture content, 2.17% protein, 9.32% fat, 6.62% fiber, 14.86% carbohydrate, and total energy 151.98 Kcal. Besides, this ice cream also composed of anthocyanin, phenolic compound, and DPPH radical scavenging ability at the amount of 5.74 mg, 46.98 mg GAE, and 185.69 mg TEAC per 100 g dry weight, respectively, which higher than those of standard coconut milk ice cream accounted for 5.74, 1.44, and 1.66 times, respectively. An increase of antioxidants from the supplementation of black glutinous rice flour in coconut milk ice cream is an alternative for the development of health food products for consumers.

Keywords: coconut milk ice cream, black glutinous rice flour, antioxidant, anthocyanin

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเทียนเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากแป้งข้าวเหนียวดำสอดไส้ธัญพืชและพืชหัวสีม่วง

ปทิตตา แท่นทอง* ธัญญารัตน์ ปักดำ ษิรดา เรืองธนัตกุล และไพรวัลย์ ประมัย

The development of Kanom-Tian supplemented with antioxidant from black glutinous rice flour stuffed with cereal and purple tubers

Patita Thanthong*, Thanyarat Pakdam, Sirada Rueangthanatkul and Phaiwan Pramai

สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000
Home economics, Faculty of Science and Technology, PibulsongkramRajabhat University, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail : Patita1211239@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเทียนให้มีคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น โดยการทดแทนแป้งข้าวเหนียวด้วยแป้งข้าวเหนียวดำที่ระดับร้อยละ 5, 15, 25, 35 และ 45 โดยน้ำหนักแป้ง และพัฒนาไส้ขนมเทียนจากธัญพืชและพืชหัว ได้แก่ มันเทศสีม่วง เผือก และถั่วดำ ทำการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำที่เพิ่มขึ้นทำให้แป้งขนมเทียนมีค่า L* และ b* ลดลง และมีค่า a* เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส (9-Point Hedonic Scale) พิจารณาด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม พบว่า ขนมเทียนสูตรแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 15 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในด้านความเหนียวนุ่มและความชอบโดยรวม ($P \leq 0.05$) สำหรับการพัฒนาไส้ขนมเทียนจาก มันเทศสีม่วง เผือก และถั่วดำ พบว่า ไส้ขนมเทียนสูตรมันเทศสีม่วงมีปริมาณแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด สอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่พบว่า ไส้สูตรมันเทศสีม่วงได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมเทียนสูตรแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 15 สอดไส้มันเทศสีม่วง 100 กรัม พบว่า มีโปรตีน ร้อยละ 4.23, ไขมัน ร้อยละ 6.88, เถ้า ร้อยละ 0.84, เส้นใย ร้อยละ 3.70, คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 77.74 และพลังงาน 388.08 กิโลแคลอรี่ และขนมเทียนสูตรดังกล่าวปริมาณ 100 กรัม (DW) มีปริมาณแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 72.17 มิลลิกรัม, 204.35 มิลลิกรัม GAE และ 48.98 มิลลิกรัม TEAC ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขนมเทียนแป้งข้าวเหนียวดำ มันเทศสีม่วง แอนโทไซยานิน

Abstract

The objective of this research is to develop Kanom-Tian product with high nutritional value and antioxidants. Glutinous rice flour was replaced by black glutinous rice flour (BGRF) at the level of 5, 15, 25, 35 and 45 percent by weight of flour. The filling ingredient of Kanom-Tian was developed using cereal and tubers, including purple sweet potato, taro, and black beans. The physical and chemical properties were studied as well as sensory evaluation. The result showed that the L* and b* values of Kanom-Tian flour were decreased, while the a* value was increased with the increase in the amount of black glutinous rice flour ($P \leq 0.05$). Sensory evaluation was conducted by the 9 -Point Hedonic Scale Test for the appearance, color, odor, taste, softness and overall liking. Kanom-Tian with 15% BGRF had the highest liking score for softness and overall liking ($P \leq 0.05$). For the development of filling ingredients from purple sweet potato, taro, and black bean, it was found that purple sweet potato consisted of the most anthocyanin and total phenolic contents. Corresponding to the result of the sensory evaluation that purple sweet potato filling exhibited the highest liking score. Chemical composition analysis of Kanom-Tian with 15% BGRF stuffed with purple sweet potato was studied and the result showed that it contained 4.23% protein, 6.88% fat, 0.84% ash, 3.70% fiber, 77.74% carbohydrate and 388.08 Kcal of energy per 100 g sample. Total anthocyanin content, total phenolic content, and DPPH radical scavenging ability of Kanom-Tian with 15% BGRF stuffed with purple sweet potato were also determined, which amount of 72.17 mg, 204.35 mg GAE, 48.98 mg TEAC per 100 grams of samples (DW), respectively.

Keywords: Khanom-Tian, black glutinous rice flour, purple sweet potato, anthocyanin

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชาย

ตวงรัตน์ คำสะอาด พรทิพย์ เดโชเม็ง แพรทอง เย็นใจ สุธิดา แก้วกัลยา และโสรัจวรชุม อินเกต*

Product Development of Pumpkin Cracker Supplemented with Galingale powder

Tuangrat Kamsaat, Pornthip Dechomeng, Paethong Yanjai, Sutida Kaewkallaya
and Sorajwarachum Inket*

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000
Tuangrat Kamsaat, Pornthip Dechomeng, Paethong Yanjai, Sutida Kaewkallaya,
Pakawadee Phugan Phaiwan Pramai Sorajwarachum Inket*
Home Economics Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University 65000
*Corresponding author. E-mail: Soraj.in@gmail.com

บทคัดย่อ

กระชายเป็นสมุนไพรที่ปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทย กระชายอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทอง โดยการเสริมผงกระชายในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมด นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ทางด้าน ลักษณะปรากฏ สีกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชาย ร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับด้านรสชาติและความชอบโดยรวมมากที่สุด เมื่อนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชายทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชายร้อยละ 10 ใน 100 กรัม มีโปรตีน ร้อยละ 1.98 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 69.28 ไขมัน ร้อยละ 19.80 ความชื้น ร้อยละ 5.04 เถ้า ร้อยละ 3.90 พลังงานทั้งหมด 463.24 กิโลแคลอรี่ และมี ใยอาหาร ร้อยละ 5.48 ต่อ 100 กรัม คุณภาพด้านค่าสี พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชายร้อยละ 10 มีค่าสี L*a*b* เท่ากับ 52.86,17.63 และ 28.97 ตามลำดับ นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบฟักทองเสริมผงกระชาย ในงานวิจัยนี้ทำให้ปริมาณใยอาหารและสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น และมีพลังงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบฟักทอง ผงกระชาย

Abstract

Galingale is a traditional herb that is widely grown in Thailand. Galingale is rich in antioxidants and suitable for development as health food supplements. The objective of this research was to develop pumpkin crackers supplemented with different proportions of Galingale powder at 5,10 and 15 percent of total ingredient weight. The sensory evaluation was performed for appearance, color, odor, flavor, texture and overall linking using 100 consumers. The result showed that pumpkin crackers supplemented with 10 percent of Galingale powder had the highest acceptance in terms of flavor and overall linking. The chemical composition of pumpkin crackers supplemented with 10 percent of Galingale powder was analyzed. In the amount of 100 grams of this product contained 1.98 percent of protein, 69.28 percent of carbohydrate, 19.80 percent of fat, 5.04 percent of moisture, 3.90 percent of ash, 5.48 percent of dietary fiber and 463.24 Kcal of total energy. In terms of color quality, L *, a *, and b * of pumpkin crackers supplemented with 10 percent of Galingale powder were 52.86, 17.63, and 28.97 respectively. In addition, the development of pumpkin crackers supplemented with Galingale powder in this research made the increase of fiber and phenolic contents and decrease of energy compared to the standard cracker.

Keywords: Product development, Pumpkin Cracker, Galingale powder

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมใยอาหารจากตะขบ

พิมพ์วิภา ทะนันชัย[1] รักษิณา สีลาจันทร์[2] ศศินา วรขันธ์[3*] โสรัจ และวรชุม อินเกต[4]

Development of Cracker Supplemented with Fiber from Takhop (*Muntingia calabura*)

Pimwipa Thananchai[1] Raksina Seelachan[2] Sasina Worakhun[3*] and Sorajworachum Inket[4]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail : sasina.w@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากตะขบ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ให้มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น โดยการนำผงตะขบแห้งทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ ปริมาณร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี นำทั้ง 3 สูตรมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า แครกเกอร์สูตรตะขบทดแทนแป้งสาลีปริมาณร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพ พบว่า แครกเกอร์สูตรตะขบทดแทนแป้งสาลีปริมาณร้อยละ 10 มีปริมาณใยอาหารและแคลเซียมสูงกว่าแครกเกอร์สูตรมาตรฐาน โดยใน 100 กรัมของหนักแห้ง มีความชื้น ร้อยละ 1.25 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 81.50 โปรตีน ร้อยละ 8.84 ไขมัน ร้อยละ 4.96 เถ้า ร้อยละ 1.30 ใยอาหาร ร้อยละ 2.20 พลังงาน 405.83 กิโลแคลอรี แคลเซียม 11.83 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 33.71, 7.72 และ 9.56 ตามลำดับ การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ทดสอบโดยวิธี DPPH radical scavenging assay พบว่า แครกเกอร์สูตรตะขบทดแทนแป้งสาลีปริมาณร้อยละ 10 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 43.21 มิลลิกรัม GAE/100 กรัม และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ 70.53 มิลลิกรัม TE /100 กรัม ซึ่งมีปริมาณสูงขึ้นคิดเป็น 4.34 และ 6.98 เท่า เมื่อเทียบกับแครกเกอร์สูตรมาตรฐาน ตามลำดับ

คำสำคัญ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ แครกเกอร์ ตะขบ ใยอาหาร

Abstract

Development of cracker supplemented with fiber from dry powder of *M. calabura*. aims to increase the nutritive values of crackers. Takhop powder was supplemented to cracker products instead of wheat flour in Percentage 10, 15, and 20 percent w/w of the total wheat flour weight, respectively. Sensory evaluation was performed for appearance, color, oder, flavor, texture, and overall acceptable using the 9-point hedonic scale test. It was found that cracker supplemented with 10 percent Takhop powder had the highest acceptable score ($p \leq 0.05$). Examination of chemical composition and physical characteristics, the results showed that cracker supplemented with 10 percent Takhop powder had higher fiber and calcium content than the standard cracker. In 100 grams of cracker supplemented with 10 percent there are moisture 1.25 percent, carbohydrates 81.80 percent, protein 8.84 percent, fat 4.90 percent, ash 2.20 percent, energy 405.83 kilocalories and calcium 11.83 milligrams/100 grams. The L*, a*, and b* of this cracker were 33.71, 7.72 and 9.56, respectively. The study of phenolic content and antioxidant activity of cracker supplemented with 10 percent Takhop powder by DPPH radical scavenging assay, it was found that total phenolic content was 43.21 milligrams GAE /100 grams sample and antioxidant activity and 70.53 milligrams TE /100 grams sample, respectively, which has a higher amount of 4.34 and 6.98 times compared with the standard cracker, respectively.

Keywords: development, crackers, Takhop, fiber

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมเปี๊ยะเสริมใยอาหารจากผงซังขนุน

จุราภรณ์ เณธิชัย สุชาดา ยิ้มเข็ม, อรยา สีล้ง* และโสรัจ และวรชุม อินเกต

Product Development of Chinese Pastry flour Supplemented with Fiber from Jackfruit Powder

Juraporn Nathichai, Suchada Yimkhem, Oraya Seelong* and Sorajworachum Inket

คณะวิทยาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
Faclty of Science and Technology,Pibusongkram Rajabhait University,Phisanulok 65000
*Corresponding author. E-mail: Oraya.se@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการเสริมผงซังขนุนต่อคุณลักษณะของแป้งขนมเปี๊ยะ โดยทำการเสริมผงซังขนุนในปริมาณร้อยละ 2, 3 และ 4 ของน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมด นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) โดยผู้ชิม 100 คน และความชอบโดยรวม ของแป้งขนมเปี๊ยะสูตรเสริมผงซังขนุนร้อยละ 3 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า มีค่าความสว่าง L* ลดลงขณะที่ค่า b*และค่าa*มีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า แป้งขนมเปี๊ยะสูตรเสริมผงซังขนุนร้อยละ 3 มีความชื้นร้อยละ 10.03 โปรตีนร้อยละ 1.89 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55.72 ไขมันร้อยละ 25.90 ใยอาหารร้อยละ 5.79 เถ้าร้อยละ 0.62 และพลังงานทั้งหมด 463.69 กิโลแคลอรี่ และพบว่ามีปริมาณ โปรตีน เถ้า ใยอาหาร ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเทียบกับแป้งขนมเปี๊ยะสูตรมาตรฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ แป้งขนมเปี๊ยะ ผงซังขนุน

Abstract

The objective of this research was to study the amount of jackfruit powder supplementation on the characteristics of Chinese pastry flour (CPF). The supplementation of jackfruit powder was conducted at the 2, 3 and 4 percent of the total ingredient weight. Sensory evaluation was performed by the 9-point Hedonic Scale test with 100 target consumers. The result showed that CPF supplemented with 3 percent of jackfruit powder presented the highest appearance, odor, color, flavor and overall liking ($p \leq 0.05$). The pastry and chemical composition of CPF supplemented with 3 percent of jackfruit powder were compared to the standard formula. It was found that CPF supplemented with 3 percent of jackfruit powder showed lower L* value and higher b* value than the standard formula of CPF, while there was no statistical difference for a* between these two formulas ($p>0.05$). Chemical composition of CPF supplemented with 3 percent of jackfruit powder contained 10.03% moisture content, 1.89% protein, 55.72% carbohydrate, 25.90% fat, 5.79% fiber, 0.62 % ash, and 463.69 Kcal of total energy. It was suggested that the amount of protein, dietary fiber, fat, and carbohydrate of CPF supplemented with 3 percent of jackfruit powder was significantly increased when to the standard formula of Chinese pastry flour ($p \leq 0.05$).

Keywords: product development, Chinese pastry flour, jackfruit powder

การพัฒนาแอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง สำหรับประชากรกลุ่มเสี่ยง

ปริมประภา ก้อนแก้ว* และปัทมา สุพรรณกุล

Development of a risk assessment application for chronic kidney disease for risk population

Primprapha Konkaew* and Pattama Suphunnakul

[1]คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Public health Faculty, Naresuan University, Mueang, Phitsanulook, 65000
*Corresponding author. E-mail : primppk@hotmail.com.

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง สำหรับประชากรกลุ่มเสี่ยง โดยใช้กรอบแนวคิดเชิงระบบ วิเคราะห์คุณภาพแอปพลิเคชันด้วยค่าความไว ค่าความจำเพาะ ค่าทำนายผลบวก ค่าทำนายผลลบ และค่าพื้นที่ใต้กราฟ ผลการศึกษาพบว่า แอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง ประกอบด้วย ปัจจัยเสี่ยง จำนวน 13 ตัวแปร ได้แก่ 1) อายุ 2) ไขมันในเลือดผิดปกติ 3) ระยะเวลาเป็นโรคเบาหวาน 4) การควบคุมความดันโลหิตไม่ได้ 5) การควบคุมน้ำตาลในเลือดไม่ได้ 6) การเติมเครื่องปรุงรสเค็มเพิ่มในอาหารปรุงเสร็จ 7) การปรุงอาหารด้วยเกลือโซเดียมเกินปริมาณที่กำหนด 8) การใช้ยาแก้ปวด ต้านอักเสบชนิดไม่ใช่สเตียรอยด์ 9) การออกกำลังกาย 10) สมุนไพรที่มีพิษต่อไต 11) อาการบวม 12) ปัสสาวะเป็นฟอง และ 13) ปัสสาวะบ่อยกลางคืน ตัวแปรทั้งหมดสามารถร่วมกันทำนายการเกิดโรคไตเรื้อรังได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการประเมินมีค่าตั้งแต่ 0-46 คะแนน มีจุดตัดที่ 22 คะแนน ในการแบ่งกลุ่มไม่เสี่ยงและกลุ่มเสี่ยง แอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังนี้ มีค่าความไว ค่าความจำเพาะ ค่าทำนายผลบวก และค่าทำนายผลลบ ร้อยละ 83.8, 79.5, 80.8, และ 82.7 ค่าพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 0.903 ตามลำดับ ข้อแนะนำ ประชากรกลุ่มเสี่ยงสามารถนำแอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังนี้ไปใช้ประเมินความเสี่ยงของตนเองและทำได้ต่อเนื่อง จะช่วยให้ทราบและตระหนักถึงการป้องกันความเสี่ยงต่อการเป็นโรคไตเรื้อรังได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก

คำสำคัญ: โรคไตเรื้อรัง แอปพลิเคชัน ประเมินความเสี่ยง ประชากรกลุ่มเสี่ยง

Abstract

This research and development have aimed to develop an application to assess the risk of Chronic Kidney Disease [CKD] for the risk population.This study using by a systematic framework and analyze instrument quality with sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and area values under the curve. The results showed the risk factors influencing chronic kidney disease in high-risk population represent 1) age 2) dyslipidemia 3) being ill of diabetes mellitus more than 5 years 4) being unable to control blood pressure 5) being unable to control blood sugar level 6) flavoring food with salt 7) flavoring food with diverse seasonings 8) using non-steroidal anti-inflammatory drug 9) lack of exercise 10) applying herbal plants as drugs that are toxic to kidney 11) edema 12) foamy urine and 13) urination nocturia were displayed. All variables can predict the occurrence of chronic kidney disease with significance at the level of 0.05. The result has a value from 0-46 points and an appropriate cut-off point is equal to 22 points for the risky segmentation and risk groups. An application to assess the risk of chronic kidney disease. 83.8, 79.5, 80.8, and 82.7 percent of the sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value. And the area under the curve was = 0.903. Recommendation, the application assesses the risk of chronic kidney disease. For the high-risk population can be used to screen risk factors to know and be aware of the risk of chronic kidney disease from the initial stage.

Keywords: Chronic Kidney Disease, application, Risk assessment, Risk population

จุลกายพยาธิวิทยาของไรน้ำนางฟ้าสิรินธรภายหลังจากการได้รับสารพาราควอต

สิริน ขำหล่อ[1] และณัฐวุฒิ เจริญผล[2*]

Histopathological changes of Paraquat in Fairy Shrimp, *Streptocephalus sirindhornae*

Sirin Kamlor[1] and Natthawut Charoenphon[2*]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[2]ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[1] Medical Science, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[2] Department of Anatomy, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : charoenphon_6@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันสารกำจัดวัชพืชถูกนำเข้ามาใช้ในทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย และภายหลังการใช้งานมักพบสารตกค้างและปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ไรน้ำเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพและการปนเปื้อนที่ดีในระบบนิเวศ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาความเป็นพิษแบบเฉียบพลันและการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อภายในระบบทางเดินอาหารไรน้ำนางฟ้าสิรินธร ภายหลังจากการได้รับสารพาราควอตที่ความเข้มข้น 0, 0.01, 1, 10 และ 100 μg/ml เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำมาศึกษาอัตราการตาย ด้วยวิธี Probit analysis และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลกายพยาธิวิทยาของระบบทางเดินอาหารไรน้ำที่ได้รับสารพาราควอต พบว่ามีร้อยละการตายที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ความเข้มข้น 10 และ 100 μg/ml เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ และพบว่าสารพาราควอตมีผลกระทบโดยตรงต่อเยื่อบุทางเดินอาหารของไรน้ำ โดยพบโครงสร้าง ขนาดและรูปร่างของเยื่อบุทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน มีการลดลงของ microvilli, vacuole, cell elongation, pyknotic chromatin จากผลการศึกษาพบว่าสารพาราควอตแสดงความเป็นพิษแบบเฉียบพลันต่อไรน้ำนางฟ้าสิรินธร และทำให้เกิดความผิดปกติของเซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารอย่างเฉียบพลัน

คำสำคัญ: จุลกายพยาธิวิทยา ไรน้ำ พาราควอต ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน

Abstract

At present, herbicides had been widely used to control agriculture production and contamination of aquatic environment. Including acute toxicity effects on health hazards of farmers and aquatic organisms. Fairy shrimps as a good biomarker to monitor water quality in ecosystem. In this study was to evaluate the acute toxicity effects and histopathological changes of paraquat in midgut of fairy shrimp, *Streptocephalus sirindhornae* for dose and time-dependent. Acute toxicity of paraquat in fairy shrimp was prepared in serial concentrations (0, 0.01, 1, 10 and 100 μg/ml) for 24 and 48 hours, respectively. The percentage of mortality were recorded and analyzed by the probit medthod of Finney using the SPSS 18.0. At the paraquat concentration of 10 and 100 μg/ml shown percentage of mortality increase significantly compare to control group after 24 and 48 hours, respectively. ($P<0.05$) . Paraquat causes direct damage when it comes into contact with the lining on the midgut of fairy shrimp. Under histopathological analysis, midgut lesion i.e. disruption of the brush border, the vesicles, elongation protruding into the lumen and pyknotic chromatin. In conclusion, the paraquat induce acute toxicity effects on the midgut of fairy shrimp. The morphological damage in the epithelial cells of the midgut were response to acute toxicity .

Keywords: Histopathological, Fairy shrimps, Paraquat, Biomarker, Acute toxicity

ประสิทธิผลของยาหอมนวโกฐต่อภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่าในหนูแรท

อัญจรีย์ อินจันทร์[1] ทิพย์ภาพร บัวเลิง[1] ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์[2] ศศิพงศ์ ทิพย์รัชดาพร[3]
และ กรองกาญจน์ ชูทิพย์[1*]

Efficacy of Yahom Navakot on orthostatic hypotension in rats

Anjaree Inchan[1], Tippaporn Bualeong[1], Thanika Pathomwichaiwat[2], Sasipong Tipratchadapornc[3]
and Krongkarn Chootip[1*]

[1]ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[2]ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400
[3]โรงพยาบาลพระอาจารย์ฝั้น อาจาโร สกลนคร 47130
[1] Department of Physiology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 65000
[2] Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Mahidol University, Bangkok, Thailand, 10400
[3] Pra Ajan Fhan Arjaro Hospital, Sakon Nakhon, Thailand, 47130
*Corresponding author. E-mail: krongkarnc@gmail.com

บทคัดย่อ

ยาหอมนวโกฐเป็นตำรับยาไทยที่ใช้บรรเทาอาการหน้ามืดวิงเวียน มีรายงานการวิจัยในหนูแรทพบว่ายาหอมนวโกฐเพิ่มแรงบีบตัวและอัตราเต้นหัวใจ (heart rate, HR) แสดงให้เห็นว่ายาหอมน่าจะมีฤทธิ์ช่วยเพิ่มความดันเลือดทำให้ลดอาการน่ามืดวิงเวียนได้ แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาผลของยาหอมนวโกฐต่อภาวะความดันโลหิตต่ำ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผงยาหอมนวโกฐในหนูที่ถูกชักนำให้มีภาวะความดันโลหิตต่ำจากการเปลี่ยนท่าด้วยเตียงปรับระดับ (head-up tilt test, HUT) โดยดูผลต่อ HR และความดันเลือดแดงเฉลี่ย (mean arterial blood pressure, MAP) ซึ่งวัดผ่านหลอดเลือดแคโรติด (carotid artery) ทั้งขณะนอนและหลังเปลี่ยนท่าจากนอนเป็นยืนที่ 90 องศาด้วย HUT ที่เวลา 1, 2, 3 และ 4 นาที ก่อนและหลังได้รับยา จากนั้นปรับระดับเตียงให้อยู่ในท่านอนเป็นเวลา 2 นาที แล้วเก็บเลือดเพื่อตรวจหาปริมาณ noradrenaline (NA) ผลการศึกษาพบว่าการทำ HUT ทำให้ MAP ลดลง แต่เมื่อให้ยาหอมนวโกฐ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมทางปากตามด้วยการทำ HUT พบว่ายาหอมช่วยบรรเทาภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่า โดยออกฤทธิ์เพิ่ม MAP (~5.39 มิลลิเมตรปรอท), HR และปริมาณ NA ในเลือด นอกจากนี้พบว่าการให้ midodrine (α_1 agonist) ขนาด 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหรือยาหอมนวโกฐ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ออกฤทธิ์เพิ่ม MAP เช่นกัน แต่ให้ผลการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำกว่าการได้รับยาหอมนวโกฐ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่การได้รับน้ำกลั่นไม่พบการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นฤทธิ์ดังกล่าวของยาหอมนวโกฐจึงสอดคล้องกับสรรพคุณของยาหอมตามที่บ่งชี้ในตำรับยาไทย และผลการศึกษานี้ยังช่วยสนับสนุนการนำยาหอมนวโกฐไปใช้รักษาภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่า

คำสำคัญ: ยาหอมนวโกฐ ความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่า

Abstract

Yahom Navakot has been used in Thai traditional medicine for fainting and dizziness. Previous study has shown that Yahom Navakot increased heart contraction and heart rate (HR) in rats, which could lead to increase blood pressure and relieve symptoms of fainting and dizziness. However, effect of Yahom on hypotension has never been elucidated. Therefore, this study aims to investigate the effects of Yahom Navakot on the cardiovascular function in orthostatic hypotension (OH) rats using the head-up tilt test (HUT). The HR and mean arterial pressure (MAP) were measured via a carotid artery, during both supine positions, and 90° HUT at 1, 2, 3 and 4 min before and after drug administration. Finally, plasma noradrenaline (NA) was measured in the supine position after drug administration and 2 min of HUT. Our result showed that HUT induced a drop in MAP. Oral administration of 100 mg/kg Yahom Navakot ameliorated OH by increasing MAP (~5.39 mmHg), HR and NA levels during the HUT. Treatments with either 5 mg/kg midodrine, α_1 agonist or 10 mg/kg of Yahom Navakot also showed positive results, but less potent than 100 mg/kg Yahom Navakot, while the vehicle (distilled water) showed no effect. In conclusion, these data support the use of Yahom Navakot for the treatment of OH.

Keywords: Yahom Navakot, Orthostatic hypotension

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมในการตัดสินใจเลือกซื้อสลากออมทรัพย์ ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

อารียา มัชฌิมา

Factors affecting the decision making behavior of buying savings lottery of the Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives Bang Krathum Branch Phitsanulok Province

Areeya Matchima

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยพิษณุโลก จังหวัด พิษณุโลก
Faculty of Business Administration, University of Phitsanulok, Phitsanulok Province
*Corresponding author. E-mail: areeya.ma@bacc.or.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมในการตัดสินใจเลือกซื้อสลากออมทรัพย์ ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือลูกค้าที่ซื้อสลากออมทรัพย์ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และสถิติเชิงอนุมานใช้ทดสอบสมมติฐาน เป็นการวิเคราะห์แบบ Multiple Regression Analysis กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มตัวอย่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในช่วงอายุ 41 ถึง 55 ปี ระดับการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 3 อาชีพเกษตรกรและมีรายได้ส่วนใหญ่ไม่เกิน 10,000 บาทพฤติกรรมในการเลือกซื้อสลากออมทรัพย์ ธ.ก.ส. มีวัตถุประสงค์เพื่อการเสี่ยงโชค ความถี่ในการซื้อน้อยกว่าหนึ่งครั้งต่อเดือนถึงหนึ่งครั้งต่อปี มีงบประมาณในการซื้อ เฉลี่ยต่อครั้งตั้งแต่ 15,001 บาท ต่อครั้ง ขึ้นไปและช่วงเวลาที่นิยมไปซื้อตามความสะดวกและผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อสลากออมทรัพย์ ธ.ก.ส. กลุ่มตัวอย่างให้ระดับความสำคัญโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์. ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านลักษณะกายภาพ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการจัดจำหน่าย และสุดท้ายคือปัจจัยด้านราคาและในการทดสอบสมมติฐานพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมมี 4 ด้าน คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านบุคลากร และด้านกระบวนการให้บริการ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

คำสำคัญ:สลากออมทรัพย์ พฤติกรรมผู้บริโภค ปัจจัย บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

Abstract

The purpose of this study was to determine the major factors affecting consumer decisions to purchase savings lottery tickets. These tickets were sold by the Bank for Agriculture and the Agricultural Cooperative's Bang Krathum Branch located in Phitsanulok Province. The sample group used in the study were the customers who bought savings lottery tickets from the Bank of Agriculture and the Agricultural Cooperative's Bang Krathum Branch located in Phitsanulok Province. A random sample consisting of 400 customers was used. The research instrument was a questionnaire. The descriptive statistics compiled for data analysis included percentages, mean, and inferential numbers. These statistics tested the hypothesis of Multiple Analysis Regression within a statistical significance at the level of .05.The study findings revealed that, most of samples purchasing lottery savings were female, between the ages of 41-55 years old, the level of education was lower than Grade 9 marriage, work in farmers, and with average monthly income at 10,000 baht. The objective of Consumer Behavior Toward Decision Making in Purchasing Lottery Savings of Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives is to gamble. Frequency of purchase less than once per month to once per year. The average budget to buy is more than 15,001 baht per time, and the popular time period to buy at convenience. They are agreed with having marketing mix in decision-making in purchasing lottery savings in the overall at high level and in the aspects at high level by process, product, people, physical evidence, place, promotion and price respectively. In addition, the result of hypotheses tested found that there are 4 aspects marketing mix affecting consumers behavior toward decision making in purchasing lottery savings which are process, product, people and price at the significant level of .05.

Keywords: Savings lottery, Consumer Behavior, factors, Bang Krathum Phitsanulok Province.

ผลของ 2-เมอร์แคปโทเอทานอลต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มในน้ำยาตรวจหมู่เลือดเอบีโอ

เชิดชาย แซ่ฮ่วน* อัจฉรา จักรคำบาง สุชานันท์ วิชัยคำ และกรรณิการ์ นุ่นคำ

Effect of 2-mercaptoethanol to immunoglobulin M in ABO blood group reagents

Choedchai Saehuan*, Atchara Jakrakumbang, Suchanan Wichaikum and Kannika Nunkum

ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health Sciences, NaresuanUniversity, Muang, Phitsanilok, 65000
*Corresponding author. E-mail: choedchais@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การหาระดับกึ่งปริมาณของแอนติ-เอหรือ-บี ชนิดอิมมูโนโกลบูลินจี ในสิ่งส่งตรวจที่พบแอนติ-เอหรือ-บี ชนิดอิมมูโนโกลบูลินจีร่วมกับอิมมูโนโกลบูลินเอ็ม ต้องมีการทำลายอิมมูโนโกลบูลินเอ็มเหล่านี้ สาร 2-เมอร์แคปโทเอทานอลเป็นสารในกลุ่มเมอร์แคพแทนซึ่งสามารถทำลายพันธะไดซัลไฟด์ชนิดระหว่างซับยูนิทได้ดีกว่าพันธะไดซัลไฟด์ชนิดระหว่างสาย ดังนั้นจึงมีผลต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มซึ่งแต่ละซับยูนิทในโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการกำจัดของ 2-เมอร์แคปโทเอทานอลต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มในน้ำยาตรวจหมู่เลือดเอบีโอ โดยใช้ 2-เมอร์แคปโทเอทานอลความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มที่เป็น น้ำยาแอนติ-เอ น้ำยาแอนติ-เอวัน น้ำยาแอนติ-บี และ น้ำยาแอนติ-เอบี ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ผลการศึกษาพบว่า 2-เมอร์แคปโทเอทานอลความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ สามารถกำจัดอิมมูโนโกลบูลินเอ็มที่กล่าวมาได้ทั้งหมด ดังนั้นสรุปผลการศึกษาได้ว่า 2-เมอร์แคปโทเอทานอลสามารถกำจัดต่ออิมมูโนโกลบูลินเอ็มในน้ำยาตรวจหมู่เลือดเอบีโอได้ เพื่อใช้เป็นการควบคุมคุณภาพในการตรวจหา แอนติ-เอหรือ-บี ชนิดอิมมูโนโกลบูลินจี

คำสำคัญ: 2-เมอร์แคปโทเอทานอล อิมมูโนโกลบูลินเอ็ม น้ำยาตรวจหมู่เลือดเอบีโอ

Abstract

Semiquantitative of Ani-A/B (IgG) in sample with Ani-A/B (Ig G and IgM) must destroy these IgM. 2-mercaptoethanol is the mercaptan cleaving better intersubunit disulfide bonds than interchain disulfide bonds so this sulfhydryl reagent can abolish immunoglobulin M consisting of interchain disulfide bonds. This research was to study the abolishing effects of 2-mercaptoethanol to immunoglobulin M in ABO blood group reagents by incubation between 0.1 M of 2-mercaptoethanol with Ani-A (IgM), Ani-A_1 (IgM), Ani-B (IgM) or Ani-A,B (IgM) at 37°C for 1 hour. The results showed that 2-mercaptoethanol devastated these immunoglobulin M. In conclusion, 2-mercaptoethanol could abolish immunoglobulin M in ABO blood group reagents for quality control of Ani-A/B (IgG).

Keywords: 2-mercaptoethanol, Immunoglobulin M, ABO blood group reagents

ผลของการใช้หญ้าหวานร่วมกับสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในเค้กเนยสด

ณัฐวดี พุฒหยวก* ศุภศิริ พูลอนันต์ สุวรรณา บุญธรรม และไพรวัลย์ ประมัย

The effects of using stevia powder in combination with sugar-substitute sweeteners in butter cake

Nattavadee Putyuak*, Suphasiri Punanan, Suwanna Buntham and Phaiwan Pramai

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail: nattavadee047@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนน้ำตาลในเค้กเนยสดด้วยผงหญ้าหวาน ร่วมกับสารให้ความหวานยี่ห้ออิควลที่มีซูคราโลสร้อยละ 1.6 และอิริทริทอลร้อยละ 98.4 การทดแทนน้ำตาลในเค้กเนยสดทำโดยใช้สารให้ความหวานอิควลร้อยละ 1.8 โดยน้ำหนักร่วมกับผงหญ้าหวานร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก ทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณผงหญ้าหวานที่เพิ่มขึ้นทำให้เค้กเนยสด มีค่า L* และ b* ลดลง ขณะที่ค่า a* เพิ่มขึ้น เค้กเนยสดสูตรผงหญ้าหวานร้อยละ 1.5 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด รองลงมาเป็นสูตรผงหญ้าหวานร้อยละ 1.0 และ 0.5 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า เค้กเนยสดสูตรผงหญ้าหวานร้อยละ 1.0 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) เค้กเนยสดสูตรดังกล่าวถูกคัดเลือกสำหรับการศึกษาด้านเนื้อสัมผัสและองค์ประกอบทางเคมี เปรียบเทียบกับเค้กเนยสดสูตรมาตรฐาน เค้กเนยสดสูตรผงหญ้าหวานร้อยละ 1.0 มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ขณะที่ความเกาะติดและความยืดหยุ่นลดลง ($p \leq 0.05$) เค้กเนยสดสูตรดังกล่าวปริมาณ 100 กรัม มีโปรตีน ร้อยละ 1.98, เถ้า ร้อยละ1.55, เยื่อใย ร้อยละ 2.59, ไขมัน ร้อยละ 24.49, คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ36.08 และพลังงาน 372.67 กิโลแคลอรี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 29.33 มิลลิกรัม GAE และ 32.83 มิลลิกรัม TEAC ต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเค้กเนยสดสูตรมาตรฐานคิดเป็น 3.78 และ 4.02 เท่า ตามลำดับ

คำสำคัญ: เค้กเนยสด หญ้าหวาน สารให้ความหวาน

Abstract

The objective of this research was to study the effect of sugar substitution in butter cake with stevia powder and Equal sweetener that contained 1.6% sucralose and 98.4% ethitol. The substitution of sugars in butter cake was performed using Equal 1.8% by ingredient weight together with different amounts of stevia powder (0.5%, 1.0 and 1.5% by ingredient weight). The physical quality, chemical properties, and sensory evaluation of butter cake were determined. The result showed that the increase in stevia powder caused the butter cake to have less L* and b* values, while the a* value increased. The butter cake substituted with 1.5% stevia powder presented the highest amount of total phenolic content and DPPH radical scavenging activity, followed by the substituted with 1.0 and 0.5 % of stevia powder, respectively ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation of butter cake was conducted using the 9-point hedonic scale method. The result showed that the highest scores of the appearance, color, odor, flavor, texture, and overall liking were presented for the butter cake substituted with 1.0% stevia powder. This butter cake was selected for the determination of texture and chemical composition compared to standard butter cake. The hardness of butter cake substituted with 1.0% stevia powder was higher than those of standard butter cake, while springiness and cohesiveness were lower ($p \leq 0.05$). In 100 grams, butter cake substituted with 1.0% stevia powder contained 1.98% protein, 1.55% ash, 2.59% fiber, 24.49% fat, 36.08% carbohydrate, and 372.67 Kcal of energy. Besides, this butter cake also consisted of total phenolic content and DPPH radical scavenging activity in the amount of 29.33 mg GAE and 32.83 mg TEAC per 100 g sample (DW), which higher than those of standard butter cake, accounted for 3.78 and 4.02 times, respectively.

Keywords: butter cake, stevia powder, sweetener

ผลของระบบการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวบนพื้นที่ลาดชันต่อการชะล้างพังทลายของดินและผลผลิต

ภาณุวัฒน์ ดาด้วง[1] ณัฐพล คงดี[2] และ วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์[1*]

Effects of Maize-Mungbeans Relay Cropping System on Erosion and Yield

Phanuwat Daduang[1], Nattapon Khongdee[2], and Wanwisa Pansak[1*]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[2]Institution of Agricultural Science in the Tropics (Hans-Ruthenberg-Institute), University of Hohenheim, Stuttgart, Germany 70599
*Corresponding author. E-mail: wanwisapa@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวในสภาพพื้นที่ลาดชันทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินและสูญเสียธาตุอาหารพืชในดินส่งผลทำให้ดินเสื่อมโทรม ส่งผลกระทบให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดลดลง ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการใช้พืชตระกูลถั่วเหลื่อมกับข้าวโพดเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการสูญเสียหน้าดิน งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระบบการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวบนพื้นที่ลาดชันต่อปริมาณการสูญเสียดิน น้ำไหลบ่าและผลผลิตข้าวโพด แปลงทดลองอยู่ที่หมู่ 8 บ้านห้วยไผ่ ต.วังนกแอ่น อ.วังทอง จ.พิษณุโลก พื้นที่มีความลาดชัน 12% การทำการทดลองเกิดในระหว่างเดือนกรกฎาคม 2561 -เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ได้แก่ T1) การปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว และ T2) การปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียว กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาด 4x18 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน สูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวมีปริมาณน้ำไหลบ่า (21.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) และการสูญเสียหน้าดิน (0.83 ตันต่อไร่) น้อยกว่าระบบการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่าระบบการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวทำให้ผลผลิตข้าวโพด (749 กิโลกรัมต่อไร่) เพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว ดังนั้นระบบการปลูกข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียวเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ต้องการปลูกข้าวโพดบริเวณพื้นที่ลาดชันในการลดการชะล้างพังทลายของดินและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเหลื่อมถั่วเขียว ผลผลิต การชะล้างพังทลายของดิน

Abstract

Hillside maize cropping systems led to severe erosion and soil degradation, resulting in decreasing maize growth and yield. Therefore, soil erosion can be reduced by using soil and water conservation systems such as maize-leguminous plants relay cropping. The object of this study was to assess maize-mungbeans relay cropping system in the upland area on soil loss, runoff and yiled. The experiment was carried out at Moo 8 Ban Huiphai, Wang Thong district, Phitsanulok province during July 2018 to July 2019. The experiment was conducted in a completely randomized design with two treatments and 3 replications consisting of T1) maize monoculture and T2) maize-mungbean relay cropping. Each treatment was grown on 4 × 18 m^2 plots. Basal fertilizer (15-15-15) is applied at the rate of 25 kg/rai at sowing and urea added 30 kg/rai at 30 days after seeding. The results showed that in the maize-mungbean relay cropping treatment runoff is significantly lower (21.90 m^3/rai) and the soil loss (0.83 t/rai) comparable to those in the maize monoculture treatment ($P<0.05$). The average maize yield from the maize-mungbean relay cropping treatment increased by 60 percent when compared to the maize monoculture treatment. Therefore, maize-mungbean relay cropping system is one promising option for farmers who want to grow maize on the slope areas with reducing soil erosion and increasing maize production.

Keywords: Maize, Maize-Mungbeans Relay Cropping, Yield, Soil Eorsion

ผลของสับปะรดต่อภาวะไขมันพอกตับในหนูที่มีภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง

อทิชา นามวงศ์[1] นิธิรัตน์ เนินเพิ่มพิสุทธิ์[2] สราวุธ คำปวน[3] รตนนท์ โชติมา[4] และวชิราวดี มาลากุล[1*]

Effect of pineapple on hepatic steatosis in hypercholesterolemic rats

Aticha Namwong[1], Nitirut Nernpermpisooth[2], Sarawut Kumphune[3], Ratanon Chotima[4], and Wachirawadee Malakul[1*]

[1]ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]ภาควิชาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[4]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1] Department of Physiology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[2] Department of Cardio-Thoracic Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[3] Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[4] Department of Chemistry, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail : wachirawadeema@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การบริโภคอาหารไขมันสูงปริมาณมากสามารถส่งผลให้เกิดโรคไขมันพอกตับ สับปะรด(PA)จะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและลดระดับไขมันในเลือด ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสับปะรดต่อระดับไขมันในเลือดและการเกิดภาวะไขมันพอกตับในหนูที่รับอาหารคอเลสเตอรอลสูง โดยหนูทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารปกติ กลุ่มที่ 2 (กลุ่ม HC) ได้รับอาหารคอเลสเตอรอลสูง(1%คอเลสเตอรอลผสมอาหารปกติ; HCD) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่ม HC+PA) ได้รับอาหารคอเลสเตอรอลสูงร่วมกับสับปะรด(200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน) หลังจาก 8 สัปดาห์ ระดับของไขมันในเซรั่มและตับจะถูกนำมาวิเคราะห์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อเยื่อตับจะถูกศึกษาโดยเทคนิคการย้อมสี hematoxylin และ eosin ผลการทดลองพบว่าอาหารคอเลสเตอรอลสูงจะเพิ่มระดับของ total Cholesterol (TC) และ low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ในเซรั่มเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของระดับของ TC และ triglyceride ในตับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันดังกล่าวจะลดลงเมื่อได้รับสับปะรดร่วมด้วย นอกจากนี้ เนื้อเยื่อตับของหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารคอเลสเตอรอลสูง พบว่าจะมีขนาดเซลล์ตับใหญ่ขึ้นและมีก้อนไขมันสะสมในบริเวณไซโตรพลาสซึม ซึ่งการให้สับปะรดร่วมกับอาหารไขมันสูงจะฟื้นฟูการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของตับดังกล่าวได้ ผลการทดลองดังกล่าว สรุปได้ว่าการบริโภคสับปะรดสามารถลดระดับไขมันในเซรั่มและตับลดความเสียหายของตับในหนูที่ได้รับคอเลสเตอรอลสูง

คำสำคัญ: สับปะรด ภาวะไขมันพอกตับ อาหารคอเลสเตอรอลสูง

Abstract

Excess intake of a high-fat diet (HFD) contributes to the development of non-alcoholic fatty liver disease. Pineapple possess antioxidant and hypolipidemic properties. The aim of this study was to investigate the effect of pineapple fruit (PA) on blood lipid levels and the development of hepatic steatosis in high cholesterol diet-fed rats. Male Sprague-Dawley rats were divided into three groups; group1 (control) received normal diet, group 2 (HC) received high-cholesterol diet (1% cholesterol supplemented diet; HCD), and group 3 (HC+PA) received HCD and PA (200mg/kg/day). After 8 weeks, lipid levels were measured in serum and liver. Hepatic histopathological changes were observed with hematoxylin and eosin staining. The results showed that HCD increased serum total cholesterol (TC) and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) as well as hepatic TC and triglyceride levels in rats. These alterations were significantly ameliorated by PA treatment. In addition, the liver of the HC group showed the enlarged liver cells, with lipid droplets in the cytoplasm. Treatment of the HCD-fed rats with PA improved these histological changes. These results demonstrate that oral treatment with PA could reduce serum and liver lipid levels, and ameliorate liver damage in HCD-fed rats.

Keywords: Pineapple, Hepatic steatosis, High cholesterol diet

รูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี

กรรณิการ์ ลิมปนะวงศานนท์

Academic Administrative Model for Dual Vocational Education with Online System of Phetchaburi Technical College

Kannikar Limpanawongsanon

วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จ.เพชรบุรี 76000
Phetchaburi Technical College Phetchaburi 76000
Corresponding author. E-mail : kannikarlim2513@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางการพัฒนาการบริหารงานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีและเพื่อพัฒนารูปแบบและศึกษาผลการใช้รูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ประชากรของการวิจัย คือ ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาและนักเรียน นักศึกษาในระบบทวิภาคี สถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดเพชรบุรี แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางการพัฒนาการบริหารงานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาและนักเรียน นักศึกษาในระบบทวิภาคี ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี วิทยาลัยการอาชีพบ้านลาด และวิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล 2 จำนวน 90 คน แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการประเมินรูปแบบ (คุณภาพ หรือ ความเหมาะสม หรือความเป็นไปได้) ของรูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคีด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี คือผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการบริหารงานวิชาการการจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี ด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ประกอบด้วย ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาและนักเรียน นักศึกษาในระบบทวิภาคี ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี วิทยาลัยการอาชีพบ้านลาดและวิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล 2 จำนวน 37 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบถามสภาพปัญหาและแนวทางการพัฒนาการบริหารงานอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี แบบประเมินรูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี ด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้รูปแบบการบริหารงานวิชาการ การจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี ด้วยระบบออนไลน์ ของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Ratting Scale) 5 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คำสำคัญ: ระบบทวิภาคี

Abstract

This research is Research and Development. The aim were 1) to study the problems condition and and the way to develop dual vocational education administration with online system of Phetchaburi Technical College and 2) to study the results of using Academic Administrative Model for Dual Vocational Education (DVE) with Online System of Phetchaburi Technical College from the samples 90 DVE teachers and students. The samples were 37 DVE teachers and students with Purposive Samplings in 3 colleges: Phetchaburi Technical College, Banlad Industrial and Community Education College and Wanglklaikangwon Industrial and Community Education College 2. and 5 experts. The instrument of this research was 2 questionnaire: problems condition and and the way to develop dual vocational education administration with online system of Phetchaburi Technical College; Evaulation for Academic Administrative Model for Dual Vocational Education with Online System of Phetchaburi Technical College; Satisfaction for using using Academic Administrative Model for Dual Vocational Education (DVE) with Online System of Phetchaburi Technical College.Data were analyzed for descriptive statistics by using Percentage, Frequency, Mean and Standard Deviation. The Results of

this research indicated that the total level of problem condition was at the moderate level. The model development for Academic Administrative Model for Dual Vocational Education with Online System of Phetchaburi Technical College included the quality or suitability was at the highest level and the total of the samples' satisfaction toward using Academic Administrative Model for Dual Vocational Education (DVE) with Online System of Phetchaburi Technical College was at the highest level.

Keywords: Model for Dual Vocational Education, DVE

สภาวะที่เหมาะสมของการผลิตไบโอดีเซลในเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ด้วยวิธีการจำลองกระบวนการ

ภควัต อัมภิชาติ กัณฐิกา จำปางาม และวีรวรรณ วีรชัยพิเชษฐ์กุล*

Optimal conditions of biodiesel production in a batch reactor by process simulation

Phakawat Ampichat, Kanthika Jampangam, and Weerawun Weerachaipichasgul *

ภาควิชาอุตสาหการ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัด พิษณุโลก 65000
Division of Chemical Engineering, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand.
*Corresponding author: Email: weerawunw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ณ ปัจจุบัน การเพิ่มขึ้นของปัญหาสิ่งแวดล้อมและการลดลงอย่างต่อเนื่องของปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลจึงได้มีความพยายามที่จะมองหาแนวทางเพื่อการปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงให้เป็นพลังงานชีวภาพเพื่อการลดปล่อยมลพิษของแก๊ส สามารถผลิตได้โดยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่นระหว่างแอลกอฮอล์กับกรดไขมันจากน้ำมันพืช ดังนั้นวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์โดยจำลองกระบวนการด้วยโปรแกรม Matlab โดยทำการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลคือ อุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ (TR) อัตราการไหลของน้ำภายในแจ๊คเก็ต (MJ) อุณหภูมิของน้ำป้อนเข้าแจ๊คเก็ต (TJ) และอัตราส่วนระหว่างเมทานอลต่อกรดไขมัน (R) ขอบเขตของสภาวะ คือ 313-333 เคลวิน 20 -120 กิโลกรัม/นาที 293 - 363 เคลวิน และ 3:1 - 12:1 ตามลำดับ ผลการจำลองพบว่า อัตราการไหลของน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยให้อุณหภูมิของน้ำป้อนเข้าแจ๊คเก็ตมีค่าสูงกว่า 333 เคลวิน ส่งผลให้ปริมาณของไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าอัตราส่วนของเมทานอลต่อกรดไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้สมดุลของปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันเคลื่อนไปทางผลิตภัณฑ์ แต่ปริมาณแอลกอฮอล์ที่มากเกินจากการทำปฏิกิริยาส่งผลให้ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลมีค่าลดลง ดังนั้นในการศึกษานี้พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ อัตราการไหลของน้ำในแจ๊คเก็ต อุณหภูมิของน้ำป้อนเข้าแจ๊คเก็ต และอัตราส่วนเมทานอลต่อกรดไขมัน คือ 363 เคลวิน 60 กิโลกรัม/นาที 323 เคลวิน และ 6:1 ตามลำดับ ทำให้ได้ปริมาณไบโอดีเซลมากที่สุด (93 % yield) ด้วยเหตุนี้ควรศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยการจำลองกระบวนการก่อนการทดลอง เพื่อเป็นการลดเวลาและต้นทุนในการทดลอง

คำสำคัญ : สภาวะที่เหมาะสม ไบโอดีเซล ปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน เครื่องปฏิกรณ์แบบแบตช์ วิธีการจำลองกระบวนการ

Abstract

Nowadays, the increasing of environmental problems and the decreasing of fossil fuel. There are many efforts to look for energy transition into alternative energy to reduce gas emissions. Biodiesel is a good option that can be produced by using the transesterification reaction of an alcohol with fatty acid from vegetable oil. The aim of this research studies the optimum conditions for biodiesel production in the batch reactor by using the MATLAB program. The variables involved in the biodiesel production process comprises with the reactor temperature (TR), and the water flow rate in the jacket (MJ), the inlet jacket temperature (TJ), and the ratio of methanol to fatty acid (R). The conditions of TR, MJ, TJ, and (R) are operated between 313 - 333 K, 20 - 120 kg/min, 293 - 363 K and 3 : 1 - 12 : 1, respectively. The simulation results showed the increasing of the water flow rate in the jacket with the temperature inlet in the jacket of reactor higher than 333 K that could give the higher amount of biodiesel. Although the increasing of the methanol ratio to fatty acid could shift the equilibrium of the transesterification reaction to the product, excess alcohol affected to decrease the purity of biodiesel. In this process, the optimal conditions of the reactor temperature, the water flow rate, the inlet jacket temperature and the ratio of methanol to fatty acid were 363 K, 60 kg/min, 323 K, and 6:1, respectively that could give the maximum amount of biodiesel (93 % yield). Therefore, the optimal conditions could be studied by process simulation before the experimental to reduce time and cost.

Keywords: Optimal conditions, Biodiesel, transesterification, Batch reactor, Process simulation

สมบัติของเถ้าชีวมวลจากโรงงานไฟฟ้าชีวมวลเพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน

ธนกาญจน์ เตือนวีระเดช[1] วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์[1*] และ สุวิทย์ กิระวิทยา[2]

Properties of Biomass Ash from Biomass Power Plant for Soil Amendment

Thanakarn Tuenweeradeth[1], Wanwisa Pansak[1*] and Suwit Kiravittaya[2]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[2]Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail: wanwisapa@nu.ac.th

บทคัดย่อ

เถ้าชีวมวลจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าชีวมวลเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีจำนวนมาก เถ้าชีวมวลเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเถ้าชีวมวลจากโรงงานไฟฟ้าชีวมวลเพื่อใช้ เป็นวัสดุปรับปรุงดิน เราได้ทำการศึกษาสัณฐานของพื้นผิวและปริมาณธาตุองค์ประกอบ ด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุเชิงพลังงาน และวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเถ้าชีวมวล ผลการทดลองพบว่าเถ้าชีวมวลมีขนาดอนุภาคคละกันตั้งแต่ 50 – 2,000 ไมครอน รูปร่างเป็นเหลี่ยมมุมและมีผิวขรุขระ ขนาดของช่องว่างไม่สม่ำเสมอ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบเชิงธาตุของเถ้าชีวมวลพบว่า ธาตุหลักที่มีปริมาณมากที่สุด คือ ซิลิกอน มีปริมาณ 39% รองลงมาคือ ออกซิเจน มีปริมาณ 37% คาร์บอน มีปริมาณ 12 % ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเถ้าชีวมวลพบว่ามีความเป็นกรด-ด่าง 8.92 ซึ่งจัดว่าเป็นด่างจัด มีปริมาณอินทรียวัตถุ 6.25% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.03% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 645 mg/kg โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 8,557 mg/kg ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ คลอไรด์ อลูมิเนียม เท่ากับ 3.38 1.08 1.81 0.88 และ 0.85% และ มี ค่า C/N ratio เท่ากับ 40 ดังนั้นเถ้าชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานไฟฟ้าชีวมวลมีสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินมีข้อดีในการช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินเรื่องของเพิ่มค่าการดูดซึมน้ำโดยเฉพาะดินที่เป็นดินทราย สามารถเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกรณีที่ดินเป็นกรด และเถ้าชีวมวลมีมีธาตุอาหารพืชประกอบด้วยธาตุอาหารหลักและจุลธาตุทำให้เพิ่มธาตุอาหารในดินโดยตรง

คำสำคัญ: เถ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าชีวมวล วัสดุปรับปรุงดิน

Abstract

Large amount waste from biomass power plant is in the form of biomass ash, which has potential to become a soil amendment. This research is aimed to study the physical and chemical properties of biomass ash from biomass power plant for being a soil amendment. Morphology and elemental component are investigated by using a scanning electron microscope with an energy dispersive x-ray analyzer (SEM/EDX) and chemical analysis are performed on the biomass ash samples. Results show that size of ash particles is in the range of 50-2000 micron. They are angled and irregular with rough surface. According to the elemental analysis, the main elements are silicon (39%), oxygen (37%), and carbon (12%). The chemical analysis reveals that the ash is strong base (pH of 8.92). Organic matter, total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium are 6.25%, 0.03%, 645 mg/kg and 8557 mg/kg, respectively. Amounts of calcium, magnesium, sulfur, chlorite, and aluminium are 3.38, 1.08, 1.81, 0.88 and 0.85%, respectively while the C/N ratio is 40. According to this study, the biomass ash is suitable for being a soil amendment. In addition, biomass ash can improve soil structure by enhancing the water absorption especially in sandy soil and alleviate the soil pH in case of acid soil. This biomass ash has plant nutrients and micronutrients for directly improve the soil.

Keywords: Biomass Ash, Biomass Power Plant, Soil Amendment

แอปพลิเคชันเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงสวนพฤกษศาสตร์

สถาปัตย์ เชิดวงศ์สูง* อดิสร จึงชัยนันท์ และภูริพัศ เหมือนทอง

Application Virtual World Technology botanical garden

Sathapat Cherdwongsung*, Adisorn Jungchayainan and Bhuripas Muanthong

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Faculty of Management, Nakhon Sawan Rajabhat University
*Corresponding author. E-mail: sathapat1133@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบและการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้เพื่อนำเสนอพันธุ์พืชในสวนพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ผ่านระบบ ออเมนทิด รีแอลลิที (Ar) เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ หรือสร้างภาพเสมือนจริงเพื่อนำเสนอโครงการสวนพฤกษศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ที่อยากเข้าเยี่ยมชม ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อโครงการและผู้ที่เข้าชมอีกด้วย สำหรับกระบวนการทำงานของการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสวนพฤกษศาสตร์ ในรูปแบบแอปพลิเคชัน ใช้โปรแกรม ยูนิตี โปรแกรมวูโฟเรีย และใช้โปรแกรมมายา ในการสร้างวัตถุ 3 มิติและแอปพลิเคชัน เป็นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มช่องทางในการนำเสนอผ่านแอปพลิเคชันและยังทำให้บุคคลทั่วไปที่สนใจสามารถชมสวนพฤกษศาสตร์ ผ่านทางแอปพลิเคชันได้จากทุกที่โดยไม่ต้องเดินทางไปสถานที่จริง ผลการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง 400 คนความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง แอปพลิเคชัน สมาร์ตโฟน สวนพฤกษศาสตร์ 3 มิติ

Abstract

This project is the design and implementation of this technology to present the Botanical Garden Nakhon Sawan Rajabhat University Project via the AR system, that is 3D visualization or create a virtual image to present the project to the Botanical Garden in Nakhon Sawan Rajabhat University. As another alternative to those who want to visit. This benefit both the project and the people who visit them. For the process of designing and developing an application botanical garden Nakhon Sawan Rajabhat University. In the form of an application Use the unit program woforia program and using Maya to create 3D objects and application.

Keywords: Technology Virtual world, Application, Smartphone, Botanical Garden, 3D

แอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรม จังหวัดนครสวรรค์

นนทชัย เหมพยัคฆภูมิ* อารียา มาสม และลฎาภา แผนสุวรรณ์

The application Augmented Reality in ancient cultural relics

Nonthachai Hemphayakkhaphum*, Areeya masom and Ladapha Pansuwan

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Computer Faculty of Management Nakhon Sawan Rajabhat University
*Corresponding author. E-mail: nonthachai.h@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบและการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้เพื่อนำเสนอโครงการแอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรมจังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนา 1) เพื่อออกแบบแอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรม จังหวัดนครสวรรค์ 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนกรณีศึกษา หอวัฒนธรรมจังหวัดนครสวรรค์ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรมจังหวัดนครสวรรค์ เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ หรือสร้างภาพเสมือนจริงเพื่อนำเสนอโครงการวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรมจังหวัดนครสวรรค์ เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ที่อยากเข้าเยี่ยมชม ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อโครงการและผู้ที่เข้าชมอีกด้วย สำหรับกระบวนการทำงานของการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันวัตถุโบราณโดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือน กรณีศึกษา หอวัฒนธรรมจังหวัดนครสวรรค์ ในรูปแบบแอปพลิเคชัน ใช้โปรแกรมแอนดรอย์ สตูดิโอ (Android Studio) ใช้โปรแกรมจาวา (Java) เพื่อช่วยในการบิลด์ไฟล์เอพีเค (Apk) ออกมาเพื่อนำไปใช้โปรแกรมยูนิตี้ (Unity) ในการใส่ภาพ 3 มิติ ลงในแอปพลิเคชัน โปรแกรมวูฟูเรีย (Vuforia) เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการเก็บภาพนำไปใช้ร่วมกับ โปรแกรมยูนิตี้และใช้โปรแกรมมายาทรีดี (Maya3D) ในการสร้างวัตถุ 3 มิติและแอปพลิเคชันเป็นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มช่องทางในการนำเสนอผ่านแอปพลิเคชันและยังทำให้บุคคลทั่วไปสามารถชมวัตถุโบราณของสำนักงานและหอวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ผ่านทางแอปพลิเคชันได้จากทุกที่โดยไม่ต้องเดินทางไปสถานที่จริง และผลประเมินความพึงพอใจที่ได้รับจากการประเมิน อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29

คำสำคัญ : เทคโนโลยีโลกเสมือน แอปพลิเคชัน วัตถุโบราณ

Abstract

This project is designed and present technologies about applications ancient object using reality world. In this case study cultural province has propose to develop 1. Design applications ancient object using reality world 2. Develop applications ancient object 3. evaluate satisfying to design and develop applications ancient object in this case is creative 3d image to present ancient object projects. Cultural Nakhonsawan province hall add choices to visitor and offer useful of project and visitors. The process of design and development ancient object using technology reality world uses android and java to help build APK design for unity program in adding 3d images in Vuforia program help saving image using with maya3d program create 3d image and applications is present and make person can admire ancient object of the office and cultural hall through applications without travel real place and evaluating satisfaction has 4.29 average

Keywords: Augmented Reality, Application, Artifact

Gene Expression Profiling of Renal Cell Carcinoma in Thai Patients

Rozita Malinee[1], Teerapong Siriboonpiputtana[1], Suchin Worawichawong[1], Premsant Sangkum[2] and Budsaba Rerkarmnuaychoke[1*]

[1]Department of Pathology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok, 10400
[2]Department of Surgery, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok, 10400
*Corresponding author: E-mail: budsaba.rer@mahidol.ac.th

Abstract

Renal cell carcinoma (RCC) is the most common type of kidney cancer and also the most common histopathological pattern of kidney cancer found in Thailand. However, the pathogenesis of RCC has not been fully elucidated. Gene expression profiling analysis of RCC is necessary and there have been no molecular studies of kidney tissue in Thai RCC patients. The aims of this study were to discover gene expression profiling of RCC in Thai patients, and identify genetic pathway contributed to the pathogenesis of RCC. Fresh kidney tissue samples were collected from patients undergoing nephrectomy at Ramathibodi Hospital. They were diagnosed RCC from pathologists. Expression microarray was used to examine gene expression profile in RCC tissues (n = 7) as well as in normal kidney tissues (n = 3). Differential gene expression and pathway analysis were determined by using Transcriptome analysis console software and FunRich software with a fold change (>2 and <-2) and p-value <0.05. Comparison of the gene expression profile of RCC tissues versus normal kidney tissues resulted in 1,453 genes that comprise of 610 down-regulated genes and 843 up-regulated genes. Most genes were related to metabolism, cell communication, immune response and angiogenesis-related genes which were associated with cancer progression. For pathway analysis, significant pathways were mostly related to immune response and cancer metastasis such as epithelial-to-mesenchymal transition. Interestingly, the major pathogenesis pathway of RCC, HIF-1a signaling pathway, was not statistically detected as a significant pathway in our study, maybe due to few groups of samples. Gene expression profiling in this study was first explored in Thai RCC patients. These data can lead to further study and develop new biomarkers in RCC especially based on Thai populations in order to increase the efficacy of treatment in RCC patients.

Keywords: Renal cell carcinoma, Gene expression profile, Microarray, Pathway analysis

Introduction

Renal cell carcinoma (RCC) is a types of kidney cancer that comprised of the heterogeneous groups of cancer and originated in renal tubular epithelial cells. RCC is the most common type of kidney cancer, accounting for 90-95% (Wong et al., 2017) and also the most common histopathological pattern of kidney cancer is found in Thailand (Lojanapiwat, 2015). The early stage of RCC is curable with surgical treatment by radical or partial nephrectomy. However, most patients usually have no symptom at an early stage. Therefore, the diagnosis is often delayed and resulting in the ineffective remedy, poor prognosis and high mortality rate in an advanced stage of RCC patients. RCC can be classified into 16 main subgroups (Moch et al.,2016) with 3 most common types, including clear cell RCC, papillary RCC, and chromophobe RCC, respectively (Muglia & Prando, 2015). Clear cell RCC is the most common subtype and accounts for most cancer-related deaths (Hsieh et al., 2017). Different RCC types have different histology, appearances, genetic abnormalities, medical care and responses to therapy. Although many risk factors can increase the chance of developing RCC, the exact cause of this cancer has not been elucidated. Previous studies showed that genetic risk factors associated with the pathophysiology of RCC and other acquired risk factors also related to the diseases (Nabi et al.,2018). Obesity, cigarette smoking, hypertension, end-stage renal disease, and genetic predispositions are some of the common risk factors of RCC

(Mathias & Rini, 2018). The most common of molecular abnormalities in RCC is a mutation of *Von Hippel-Lindau (VHL)* gene that locates on the short arm of chromosome 3 (3p) and mutation of the *VHL* gene is also found commonly in a sporadic clear cell RCC (Pfaffenroth & Linehan, 2008). There are other common alterations of genes such as *PBRM1*, *SETD2*, *CUBN* and *MET* (Ricketts et al., 2016; Turajlic et al.,2015). These genes involving and relating to RCC or affecting the prognosis and pathophysiology of the disease. However, the pathogenesis of RCC is complex and need to fully understand. Understanding the pathogenesis and biological mechanism of RCC may improve diagnosis, prognosis and treatment of RCC especially in new populations that have no database. To date, there are many techniques used to determine genetic abnormalities, such as microarray and many previous studies using microarray to detect gene expression and led to developing new biomarkers (Li et al.,2013; Thibodeau et al., 2016; Yao et al.,2016). Expression microarray was used to determine gene expression profile in RCC tissues and gene expression profile will be analyzed functional enrichment for more comprehensive molecular abnormalities of RCC in Thai populations.

Currently, many gene expression profiles of RCC have been reported elsewhere. However, the gene expression profiling of RCC in Thai patients is still not available. The aim of this study is to discover the gene expression profiles and genetic pathways of RCC from microarray data in Thai patients, which the results of this study will be developed as a new database for Thai patients and may lead to further studies for the discovery of new biomarkers in order to increase the efficacy of treatment in RCC patients.

Materials and Methods

Sample collection

All patients undergoing partial and radical nephrectomy at Ramathibodi Hospital gave consent to participate the study before the operating procedure. Research protocols have been approved by the Committee on Human Rights Related to Research Involving Human Subjects, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, based on the Declaration of Helsinki. Fresh kidney tissues were collected in the operating room by research staffs and entered to laboratory process immediately. RCC subtypes and histological grading were obtained from the patient's pathological reports. Tissues diagnosed non-RCC from pathologists have been excluded. Seven fresh tumor tissues which have been diagnosed renal cell carcinoma by pathologists and three normal renal tissues (adjacent to tumor lesion) were included in this study.

RNA extraction

RNA was extracted from fresh renal tissues which tissues had been disrupted and homogenized in QIAzol® Lysis Reagent (Qiagen, Germany) using Tissuelyser LT (Qiagen, Germany) and total RNA was isolated from each tissue sample. RNA was purified by phenol-chloroform extraction and ethanol precipitation. RNA quality and quantity were determined using NanoDrop™ 2000 Spectrophotometers (Thermo Scientific, USA).

Expression microarray

Clariom™ S Assay, human (Applied Biosystems, Thermo Scientific, USA) was used in the microarray process. Total RNA from each sample was amplified, synthesized cDNA and synthesized cRNA by *In Vitro* Transcription (IVT) using WT Amplification Kit which uses a reverse transcription priming method that primes the entire length of each RNA transcript. Antisense RNA (cRNA) from the IVT step was purified by ethanol precipitation following the manufacturer's protocol. Single-strand cDNA was synthesized from cRNA template and labeled using WT Amplification Kit. Fragmentation and labeling were performed on cDNA from prior step

according to GeneChip™ WT Terminal Labeling Kit protocol. Samples were injected the appropriate amount into GeneChip™ Whole Transcript (WT) Expression Arrays and hybridized overnight in GeneChip™ Hybridization Oven 645. Samples on GeneChip™ Cartridge Arrays were washed and stained on GeneChip™ Fluidics Station 450 with the GeneChip™ Hybridization, Wash, and Stain Kit protocol. Then GeneChip™ Cartridge Arrays were scanned with GeneChip™ Scanner 3000 7G.

Differential gene and pathway analysis

Gene expression profiles in cell intensity files (CEL) patterns were obtained from expression microarray. CEL files and quality control (QC) features of expression array console were analyzed using Transcriptome Analysis Console (TAC) (Applied Biosystems, Thermo Scientific, USA; version 4.0.1). Expression profile of normal and tumor are grouped and gene expression of different groups (normal versus tumor) were compared by ANOVA method with statistically significant cutoff was p-value <0.05 and DABG (Detected Above Background) was set to 0.05. Gene expression results were filtered and displayed based on probesets with a fold change > 2 or < -2 and with a p-value < 0.05. For gene enrichment and pathway analysis of gene expression profile in this study, FunRich software Version 3.1.3 was used (Liu et al., 2019) which use hypergeometric test, BH and Bonferroni were statistical methods.

Results

Patients clinical information

The participants' information regarding clinical data are described: type of tissues, diagnosis, histological grades and gender (Table 1). Normal tissue samples or non-malignant tissues were tissues adjacent to tumor (n=3). For RCC tissues, only clear cell RCC tissues were obtained during sample collection. Histological grades 1 and 2 were grouped into low-grade (n=4), and histological grades 3 and 4 were grouped into high-grade (n=3). Most of the patients were male with the same average age between two groups. All ten samples were collected and proceeded to expression microarray and pathway analysis.

Table 1 Clinical data of the RCC patients

	n	Diagnosis and histological grade	Gender (n)
Normal	3	Adjacent to tumor lesion (n=3)	Male (3)
RCC	7	Clear cell RCC (ccRCC) - Low-grade ccRCC; grade 1-2 (n=4) - High-grade ccRCC; grade 3-4 (n=3)	Male (5) Female (2)

Gene expression profiling

Expression microarray data were analyzed and 1,453 genes passed the criteria (fold change > 2 or < -2 and with a p-value < 0.05). 1,453 genes comprised of 610 down-regulated genes (41.98%) and 843 up-regulated genes (58.02%) (Figure 1). For up-regulated and down-regulated genes had been grouped into 4 groups including multiple complex genes, coding genes, non-coding genes and unassigned genes. Gene expression analysis was focused on a comparison of RCC tissue samples versus normal renal tissue samples. But, only clear cell RCC (ccRCC) tissue samples were collected in this study. Hierarchical clustering from TAC software (Figure 2) demonstrates the difference of gene expression profiling of normal tissues versus ccRCC tissues. For gene

expression of normal tissues are separated to the left side, whereas ccRCC tissues are grouped into the right side. The intensity of red to green color on heatmap refers to the fold change of each gene based on linear data.

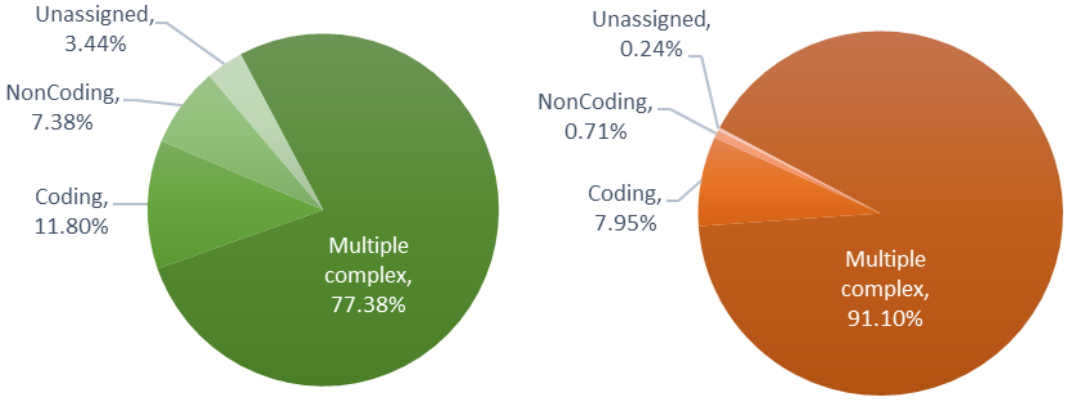
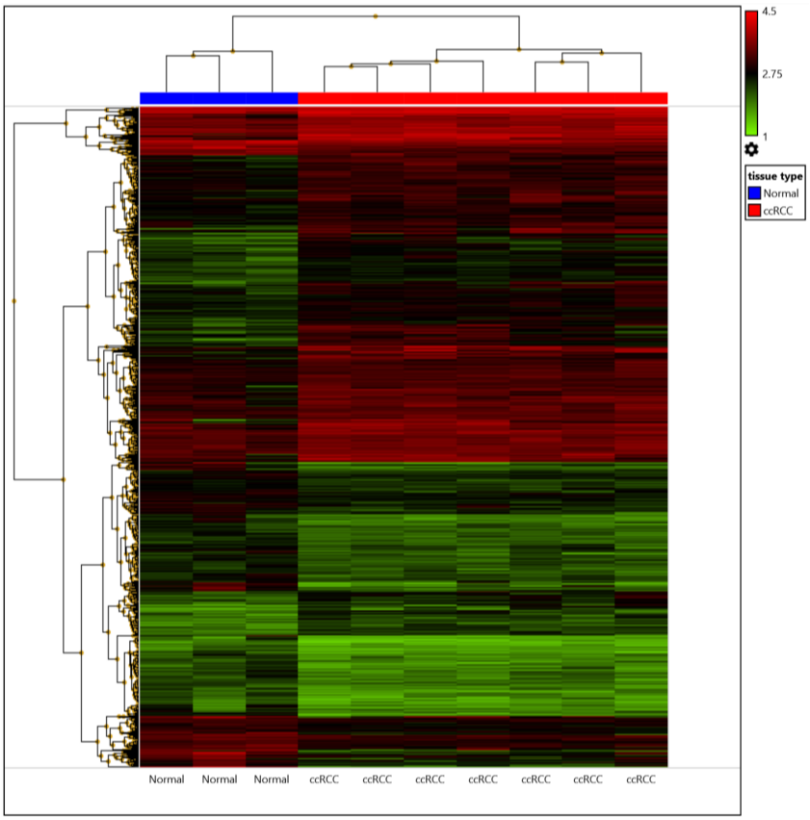


Figure 1 a) The pie chart shows a group of down-regulated genes (610 genes). b) The pie chart shows a group of up-regulated genes (843 genes).

a)



b)

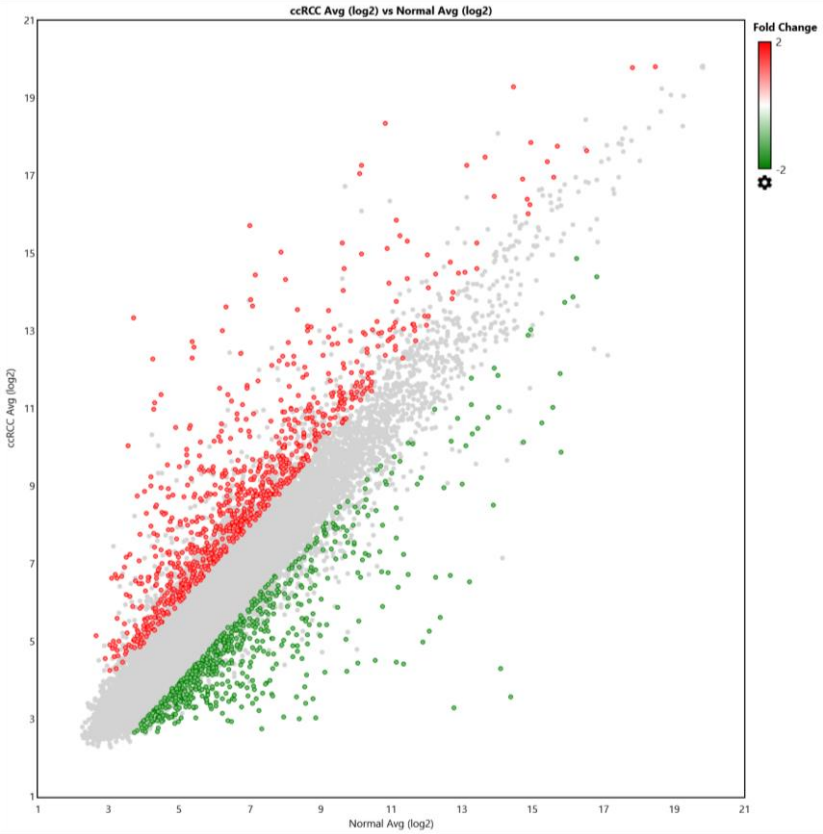


Figure 2 a) Hierarchical clustering of 3 normal tissues (blue bar) and 7 ccRCC tissues (red bar) which different fold change of each gene was the different intensity of green to red color on heatmap and cluster showed normal and ccRCC can explicitly separate. b) Scatter plot showed fold change in log 2 transformation which X-axis refers to normal group and Y-axis refers to ccRCC group.

Significant up-regulated and down-regulated genes were discovered in this population by TAC software (Table 2.1 and 2.2). Fold change and p-value of each of the up-regulated genes and down-regulated genes are orderly demonstrated. In current results showed another name instead each gene symbols.

Table 2.1 5 up-regulated genes from differential gene expression in TAC software

Gene	Description	Fold Change	P-value
Gene U_01	Lipid metabolism-involved gene	157.14	0.0046
Gene U_02	Cell adhesion gene	144.56	0.0076
Gene U_03	Signaling receptor binding gene	144.19	0.0012
Gene U_04	Hypoxia-inducible gene	140.09	0.0004
Gene U_05	Angiogenesis-related gene	123.93	0.0145

Table 2.2 5 down-regulated genes from differential gene expression in TAC software

Gene	Description	Fold Change	P-value
Gene D_01	G-protein coupled receptor gene	-121.35	0.0163
Gene D_02	Cell proliferation-related gene	-118.98	0.0002
Gene D_03	Apoptotic-associated gene	-111.02	0.0005
Gene D_04	Calcium ion binding gene	-108.78	0.0086

Gene	Description	Fold Change	P-value
Gene D_05	Actin binding gene	-64.93	0.001

Functional pathway analysis

From FunRich software, data from this study showed various associated biological pathways (Figure 3). Biological pathways with p-value < 0.05 were considered significant pathways, including Epithelial-to-mesenchymal transition (EMT); Mesenchymal-to-epithelial transition (MET); class I MHC mediated antigen processing and presentation; adaptive immune system and antigen processing-cross presentation. Most of the pathways were associated with the immune system. However, pathways clearly associated to clear cell RCC and driven pathogenesis of clear cell RCC such as HIF-1 alpha transcription factor network and hypoxic and oxygen homeostasis regulation of HIF-1 alpha were considered non-significant pathways.

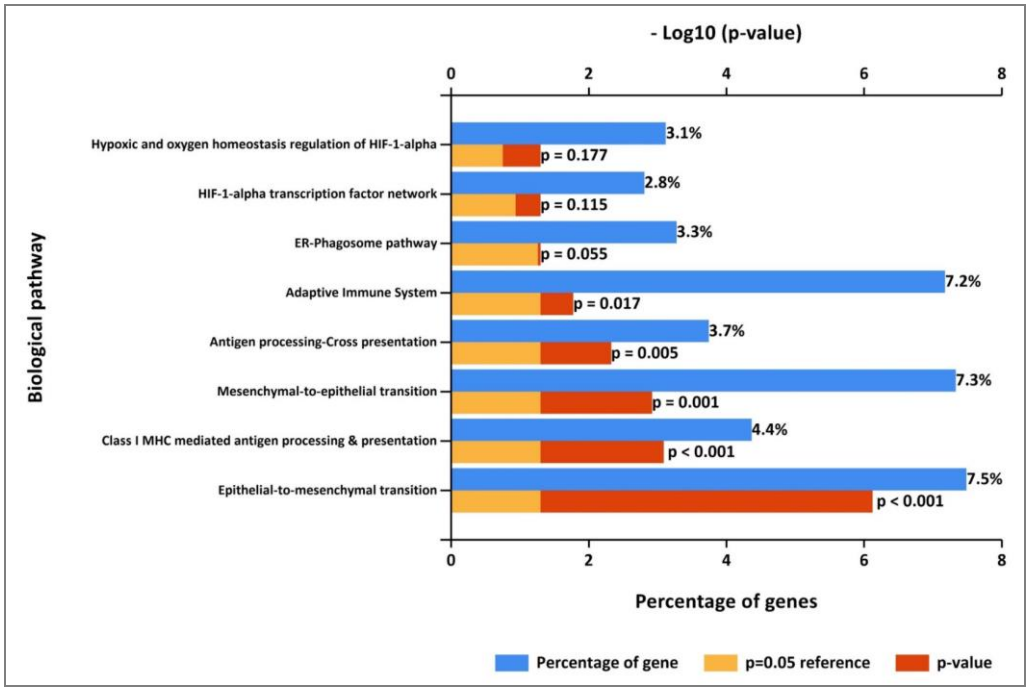


Figure 3 Top 10 biological pathways were discovered in this study which significant pathways showed p-value on the left of the bar chart (p-value < 0.05). Blue bar represented the percentage of genes were found in each pathway.

Discussion and Conclusions

Gene expression study in renal cell carcinoma using the molecular techniques are useful to improve diagnosis, clinical prediction and treatment. Microarray technology can determine expression levels of thousands of genes at once and gene expression profiles provide a snapshot of cell functions and processes at the time of sample preparation (Macgregor & Squire, 2002). Although many previous studies have been used microarray technology for discovering genes associated with RCC and characterizing RCC from molecular data (Dall'Oglio et al.,2016; Pan et al.,2019; Thibodeau et al.,2016), the data of gene expression profiles and molecular abnormalities of RCC among Thai populations are still not included. Therefore, we conducted this study to provide the first gene expression profiling data of Thai RCC patients from Ramathibodi Hospital by using a new microarray platform as different from previous studies. The purpose of this study was to discover the gene expression profiles and genetic

pathways of RCC from microarray data in Thai patients, which the results of this study will be developed as a new database for Thai patients and may lead to further studies for the discovery of new biomarkers in order to increase the efficacy of treatment in RCC patients.

In the current study, results showed that expressions of total 1,453 genes were altered between normal kidney tissues and ccRCC tissues. Among 1,453 genes 843 were up-regulated or overexpression genes and 610 were down-regulated genes. Significant genes were considered if fold change > 100 in the up-regulated group and fold change < -60 in the down-regulated group. Differential gene expressions (DEGs) from the TAC software showed different types of genes between these two group. For example, down-regulated genes were related to cell transport, cell communication and cell cycle progression. On the other hand, up-regulated genes were related to metabolism, cell adhesion and cancer development and progression especially hypoxia-inducible gene and angiogenesis-related gene which correspond to the studies indicated that this group of genes were overexpressed in ccRCC (Ricketts et al., 2016; Turajlic et al., 2015). Hypoxia and angiogenesis associated genes are signature genes of ccRCC and now those genes were used for targeted drug therapy. In addition, the previous study revealed that RCC is metabolism disease (Linehan et al., 2010). Overexpression of the genes associated with metabolism pathways were also detected in our study.

From biological pathway analysis, most significant pathways were found in current research were related to immune response including class I MHC mediated immune antigen processing and presentation, antigen processing-cross presentation and adaptive immune system. Likewise, the study of Yuan (2018) demonstrated that upregulated DEGs were significantly enriched in the immune response. Moreover, epithelial to mesenchymal transition and mesenchymal to epithelial transition were significant pathway associated with cell adhesion and cancer metastasis progression. Interestingly, pathways associated with HIF-1a, considered as a signature pathway in ccRCC, were detected with non-statistically significant in our study, maybe due to few groups of samples. Since RCC in Thailand was low incidence (Ferlay, 2018), samples in this study were mostly male with clear cell RCC and quite a few. As a result, molecular abnormalities were not various in different RCC subtypes. This is one of the limitations of the study.

In conclusion, microarray was used to explore gene expression profiling of RCC in Thai patients. Many genes are associated with immune response pathway, HIF-1a signaling pathway and metabolism. These data can lead to further study and develop new biomarkers in RCC especially base on Thai populations in order to increase the efficacy of treatment in RCC patients.

Acknowledgements

This work was supported by Research Grant from the Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University. Special thanks to the 60th Year Supreme Reign of His Majesty King Bhumibol Adulyadej scholarship from Faculty of Graduate Studies, Mahidol University for providing educational funding and thanks to Human Genetics Laboratory staff, Department of Pathology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital for their hospitality and kindness to teach laboratory skills and necessary techniques for the experiments.

References

Dall'Oglio, M. F., Coelho, R. F., Leite, K. R. M., Sousa-Canavez, J. M., Oliveira, P. S. L., & Srougi, M. (2010). Gene expression profile of renal cell carcinoma clear cell type. *International braz j urol, 36*(4), 410-419. doi:10.1590/s1677-55382010000400004

Ferlay J, S. I., Ervik M, Dikshit R, Eser S, Mathers C et al. (2018). GLOBOCAN 2018, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase [Internet]. Retrieved from http://globocan.iarc.fr,

Hsieh, J. J., Purdue, M. P., Signoretti, S., Swanton, C., Albiges, L., Schmidinger, M., . . . Ficarra, V. (2017). Renal cell carcinoma. *Nature Reviews Disease Primers, 3*, 17009. doi:10.1038/nrdp.2017.9

Li, W., Zhu, W., Che, J., Sun, W., Liu, M., Peng, B., & Zheng, J. (2013). Microarray profiling of human renal cell carcinoma: identification for potential biomarkers and critical pathways. *Kidney Blood Press Res, 37*(4-5), 506-513. doi:10.1159/000355726

Linehan, W. M., Srinivasan, R., & Schmidt, L. S. (2010). The genetic basis of kidney cancer: a metabolic disease. *Nat Rev Urol, 7*(5), 277-285. doi:10.1038/nrurol.2010.47

Lojanapiwat, B. (2015). Urologic cancer in Thailand. *Japanese Journal of Clinical Oncology, 45*(11), 1007-1015. doi:10.1093/jjco/hyv125

Macgregor, P. F., & Squire, J. A. (2002). Application of Microarrays to the Analysis of Gene Expression in Cancer. *Clinical Chemistry, 48*(8), 1170-1177.

Mathias, J., & Rini, B. (2018). Renal Cell Carcinoma. In *The American Cancer Society's Oncology in Practice : clinical management* (pp. 227): American Cancer Society.

Moch, H., Cubilla, A. L., Humphrey, P. A., Reuter, V. E., & Ulbright, T. M. (2016). The 2016 WHO Classification of Tumours of the Urinary System and Male Genital Organs-Part A: Renal, Penile, and Testicular Tumours. *Eur Urol, 70*(1), 93-105. doi:10.1016/j.eururo.2016.02.029

Muglia, V. F., & Prando, A. (2015). Renal cell carcinoma: histological classification and correlation with imaging findings. *Radiol Bras, 48*(3), 166-174. doi:10.1590/0100-3984.2013.1927

Nabi, S., Kessler, E. R., Bernard, B., Flaig, T. W., & Lam, E. T. (2018). Renal cell carcinoma: a review of biology and pathophysiology. *F1000Res, 7*, 307. doi:10.12688/f1000research.13179.1

Pan, Q., Wang, L., Zhang, H., Liang, C., & Li, B. (2019). Identification of a 5-Gene Signature Predicting Progression and Prognosis of Clear Cell Renal Cell Carcinoma. *Med Sci Monit, 25*, 4401-4413. doi:10.12659/MSM.917399

Pfaffenroth, E. C., & Linehan, W. M. (2008). Genetic basis for kidney cancer: opportunity for disease-specific approaches to therapy. *Expert Opinion on Biological Therapy, 8*(6), 779-790. doi:10.1517/14712598.8.6.779

Ricketts, C. J., Crooks, D. R., Sourbier, C., Schmidt, L. S., Srinivasan, R., & Linehan, W. M. (2016). SnapShot: Renal Cell Carcinoma. *Cancer Cell, 29*(4), 610-610.e611. doi:10.1016/j.ccell.2016.03.021

Thibodeau, B. J., Fulton, M., Fortier, L. E., Geddes, T. J., Pruetz, B. L., Ahmed, S., . . . Hafron, J. (2016). Characterization of clear cell renal cell carcinoma by gene expression profiling. *Urol Oncol, 34*(4), 168 e161-169. doi:10.1016/j.urolonc.2015.11.001

Turajlic, S., Larkin, J., & Swanton, C. (2015). SnapShot: Renal Cell Carcinoma. *Cell, 163*(6), 1556-1556 e1551. doi:10.1016/j.cell.2015.11.026

Wong, M. C. S., Goggins, W. B., Yip, B. H. K., Fung, F. D. H., Leung, C., Fang, Y., . . . Ng, C. F. (2017). Incidence and mortality of kidney cancer: temporal patterns and global trends in 39 countries. *Sci Rep, 7*(1), 15698. doi:10.1038/s41598-017-15922-4

Y. Liu, J.-B. Chen, M. Zhang, X.-L. Zhang, J.-L. Meng, J. Zhou, . . . Liang, C.-Z. (2019). SGK2 promotes renal cancer progression via enhancing ERK 1/2 and AKT phosphorylation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci, 23*(7), 2756-2767.

Yao, T., Wang, Q., Zhang, W., Bian, A., & Zhang, J. (2016). Identification of genes associated with renal cell carcinoma using gene expression profiling analysis. *Oncology Letters, 12*(1), 73-78. doi:10.3892/ol.2016.4573

Yuan, L., Zeng, G., Chen, L., Wang, G., Wang, X., Cao, X., . . . Wang, X. (2018). Identification of key genes and pathways in human clear cell renal cell carcinoma (ccRCC) by co-expression analysis. *Int J Biol Sci, 14*(3), 266-279. doi:10.7150/ijbs.23574

The study of errors found in English essays: The case of English major students, Naresuan University

Tattapol Yomkwang* and Wannaprapha Suksawas

Department of English, Faculty of Humanities, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : tyomkwang@gmail.com

Abstract

The present study aimed to investigate the types of errors that were most commonly found in English sentences writing of Thai EFL learners in a tertiary level. The participants of this study were 22 second-year English major students, and 110 essays grammatically corrected by the teacher in the esassy writing course were collected from in the second semester of academic year 2017. The corrected erorrs were then counted and categorized into the error types according to the analytical framework adopted from Sermsook and associates' framework (2017) regarding the types of errors found in EFL learners writing. The freamewrok has divided writing errors into 2 major coloum: word and sentential levels. The results revealed that there were 1,095 errors classified into two major groups: errors in sentential level and errors in word level. Tense was found as the most frequent errors (15.43%), and the second most frequent error was article (11.42%), followed by the errors in prepositions (10.14%), parts of speech (9.22%), and word choices (8.95%), respectively. The results from the findings suggest that tenses and articles are two major problems of Thai EFL learners when they write in English. This may be beneficial to teachers and researchers to develop teaching materials or lessons that promote the correct use of tense and articles in future courses. The results of the study also brought to light grammatical points that students have already acquired and what needs to be further taught in the writing classes.

Keywords: Error analysis, essay writing, EFL learners

Introduction

Ulijn and Strother (as cited inSawalmeh, 2013) stated that writing is generally considered as one of the most important active or productive skills of the language usage. Writing English is significant for students to academically negotiate their ideas and express their voices since it is needed for taking notes, describing objects or devices, answering written questions, writing essays, writing their compositions, and writing experimental reports (Sawalmeh, 2013; Unar, Shakir, & Ahmed, 2017). However, previous studies revealed that writing in English is regarded as the most difficult task among the four skills of English for the students, and even a native speaker of English fails to produce a piece of good writing. Writing errors can be commonly found in an academic writing written by EFL learners because they have insufficient knowledge of the vocabulary and grammar, as well as a limited chance to write in English (Sermsook, Liamnimitr, & Pochakorn, 2017; Singh, Singh, Razak, & Ravinthar, 2017). The errors sentences made by EFL learners may lead to communication failure in the written form. A study of Khairiah (as cited in Singh et al., 2017) also suggested that some students who have studied English for eleven years could not produce even a short paragraph of intelligible of writing. Therefore, this suggests that although EFL learners learning English in formal Education for many years can still have errors in their L2 writing. Sermsook and associates (2017) outlined that some errors made by EFL learner result in misunderstanding in cross-cultural communication. For instance, "Home make give I happy." This sentence fails to convey the real meaning for a native speaker, and the writer actually purposed to mean that his house made him happy.

Zhan (2015) mentioned that the learners made both of written and spoken errors, but English writing has become important in terms of the means to test English learning results. The accurate grammar is regarded as a significant standard in assessment of English writing and plays an important role in the evaluation of English learning. In addition, misuse of the language affects non-native speakers' perception of L2 writing quality in the negative way. Hence, analysis the errors found in the learners' pieces of writing probably could be helpful for the learners' writing improvement. The errors committed by EFL learners are important in three aspects: they tell teachers what need to be taught; they let teachers understand what and how learners have learnt when they study the second language (L2); and they tell the researcher how learning proceeds (Rattanadilok Na Phuket, 2015; Zhan, 2015; Sawalmeh, 2013). All indicates that not only teachers but also learners will get an advantage from feedback on the errors, so it is necessary to focus on language learners' errors and have writing errors analyzed.

The present study aimed to investigate the kinds of errors made by a group of Thai EFL learners in case of English major students at Naresuan University, and this study focused on the sentential and word levels because they are units of the language which the students can produce in written communication. The findings of study might help Thai students understand and be aware of types of errors they commonly made and what should be improved in their writing skill. Bennui (2008) also sugguest that the role of the first language (L1) interfernece seems to play important part in the English writing of Thai EFL learenrs since there are several grammatical points that are different between L1 and the English language (L2). Thai learners seem to translate L1 to L2 when they write (p.83). More importantly, it is hoped that the study could be advantages for English teachers in terms of understanding the errors made by EFL learners and applying the study to their lesson plans.

Research Objectives

- To investigate the types of errors found in English sentences writing if there is any

Research Questions

- What types of errors that were most commonlyfound in English writing of the Thai EFL writers?

Although grammatical errors have gained a lot of attention of researchers in the field of EFL writing, scholars and teachers are still finding more detailed information of errors EFL writers made in hope to resolve this writing problem in the future. More recent research has paid more attention to particular group or context of EFL writers by focusing not only on their background, but also the types of genre or topics that they were assigned to write. Houran (2008) explored the grammatical errors found in essays composed by 115 Emirati secondary male students. Results showed that the errors mostly found included passive voice, verb tense and form, subject-verb agreement, word order, prepositions, articles, plurality and auxiliaries. Besides, theses errors types were influenced by the mother tongue according to interviewing the participants. The interference of mother tongue language (L1) seems to play a major part in producing L2 errors as Rattanadilok Na Phuket (2015) also investigated the types of errors committed by 40 Thai university students and explored the major sources of the errors. Findings revealed that the most common errors were translated words from Thai, word choice, verb tense, preposition, and comma. Moreover, she found that the major source of errors was native language interference. Furthermore, Onyinyechi and Onyinyechi (2017) studied the errors made by 40 junior secondary school students, who are ESL learners. The errors were divided into different categories, including punctuation, spellings, tense, word choice, sentence structure, number, prepositions, subject/ verb agreement, articles, wrong splitting of words and wrong

amalgamation of words. The findings also pointed out that those errors resulted from the first language interference.

In addition to L1 interference, the use of English verb tenses, spelling and subject-verb agreement also seem to be problematic for EFL writers. Sawalmeh (2013) also highlighted that the errors in 32 essays written by 32 male Arabic-speaking Saudi learners of English who joined the Preparatory Year Program at University of Ha'il. He found that there were 10 types of errors made by Saudi learners: (1) verb tense, (2) article, (3) sentence fragment, (4) spelling, (5) word order, (6) preposition, (7) subject-verb agreement, (8) pronoun, (9) double negative, and (10) capitalization. The most common error that the students made were in verb tense (16.5%), article (12.4%), sentence fragment (11.7%), spelling (11.6%), and word order (10.9%).

Singh and associations (2017) attempted to provide an overview of most common grammatical errors made by ESL students in written form. The participants of this study were one hundred and forty-four Diploma students from various schools in Malaysia. The findings revealed that there were nine types of errors made by ESL students, including subject-verb agreement, verb tense, noun, preposition, adjective, article, pronoun, adverbs and conjunction. Furthermore, subject-verb agreement and tenses were the most common type of errors.

Sermsook (2017) examined the language errors in a writing of English major students in a Thai university and to explore the sources of the errors. To seek for the major sources of errors, each participant was interviewed and asked to answer the questionnaire to obtain in-depth information. The results showed that the most frequently committed errors were punctuation, articles, subject-verb agreement, spelling, capitalization, and fragment, respectively, and the major sources of the errors were interlingual interference, intralingual interference, limited knowledge of English grammar and vocabulary, and carelessness of the students.

Kuptanaroaj (2019) attempted to identify the grammatical errors written by 80 Thai EFL students majoring in English at the Faculty of Liberal Arts, Rangsit University. 1,055 errors were categorized into eleven types of errors, and the most frequent errors were sentence fragment (20.57%) and subject-verb agreement (15.85%), while the error in word order was found as the lowest frequency (1.51%).

Mushtaq, Mahmood, Ismail, Ahmad, and Adeel (2019) investigated type errors committed by 70 intermediate level students from a district in central Punjab, Pakistan. The findings of this study revealed that the errors frequently made were spelling and wrong use of verbs; beside, the errors in word choices and punctuation were found as the major problem for the leaners.

The previous studies mentioned above were conducted in different location and different contexts. These studies showed that the grammatical errors can be commonly found in the cases of EFL learners. However, findings vary according to students' background and types of assignments. Most of the previous studied was carried out in a small group of EFL learners with different assigned types of essays writing. Therefore, there is a limitation to generalize the EFL learners in other groups. Therefore, this area of study is a concern of the present study to also qualitatively investigate the types of errors found in English sentences writing in a case of English major students of Naresuan University.

Research methodology

The purposive sampling was employed for the sample selection in order that the data are to be accessible for the researcher. The participants of the study were twenty-two second-year English students of Faculty of Humanities at Naresuan University, whose age range is between 20-21 years old. They have taken three English

writing courses: basic writing, paragraph writing, and essay writing since they started their undergraduate degree program. Even though this study did not rely on controlled experiments, or include students under the age to eighteen, not impact on the health of the participants, the ethical considerations necessary to protect the participants from the risk or harm were still addressed in the appropriate manner. Consent from all of the participants and the teacher was obtained. In addition, pseudonyms are used to ensure the participants remained anonymous during the data analysis and the reporting of results. The inter-raters were asked to check the collected essays for the realiability of the data analysis.

Data collection

110 writing samples were collected from essay writing course in the second semester of academic year 2017. The collected essays were from 5 major text types of writing: narration, description, causes and effects, comparison, and argumentation. Those students were assigned to write essays as class assignments at the different time during the semester when they were taking the course, and each essay was required approximately 500 words. The selected essays were grammatically corrected by the teachers of the course as a part of the course's grading criteria.

Data analysis

The researcher compiled the corrected works, counted and categorized writing errors that may be found accordingly to the framework of Sermsook and associates (2017) regarding the types of errors found in EFL learners writing. Each type of error was divided into two main groups: the sentential level errors and the word level errors. Microsoft Office Excel program was used to calculate the percentage of the errors and the analysis of grammatical errors was carried out to show types of errors, its frequency and percentage of types of errors.

Findings and Discussion

After collecting and analyzing the data, research findings can be reported in this section. The researcher included extracts of each error from students' writing as evidence supporting the findings.

As can be seen in Table 1 below, the errors were divided into two groups: the sentential level and the word level. The most common errors in the sentential level were tense (15.43%), fragment (8.86), and punctuation (7.76), and the most frequent errors in the word level were article (11.42%), preposition (10.41), and parts of speech (9.22%), respectively. The researcher will describe only the top three most frequenctly found in more details as follows.

Table 1 Types, frequency, percentage and rank of the errors found in English essays

Types of Errors	Frequency	Percentage	Rank
Errors at the sentential level			
Tense	169	15.43	1
Subject-verb agreement	16	1.46	12
Fragment	97	8.86	6
Word order	22	2.01	11
Punctuation	85	7.76	7
Capitalization	9	0.82	13
Errors at the word level			
Article	125	11.42	2
Nouns	66	6.03	8
Pronouns	16	1.46	12

Types of Errors	Frequency	Percentage	Rank
Verbs	98	8.95	5
Prepositions	114	10.41	3
Adjectives	3	0.27	14
Literal translation from Thai	28	2.56	9
Parts of speech	101	9.22	4
Word choices	98	8.95	5
Spelling	24	2.19	10
Transition words	24	2.19	10
Total	1,095	100.0	

The researcher divided the findings sections into two parts: errors found in sentential level (6 items) and word level (11 items). The three most frequency found erros of each type will be drescribed in more detail below.

Errors in the sentential level

Tense

Tense was the most frequent error in this study; this error type refers to using the wrong verb not corresponding with the English context. The results showed that the students failed to change verbs into the past tenses in the situation that happened based on this study, so it can be inferred that the tense error results from the native language interference since there are no past tense forms in the Thai language. For example,

Student 2, Essay 6: When I was a student in a school, I have to wake up early.

(When I was a student in a school, I had to wake up early)

Student 4, Essay 20: We survey the room, and we discovered a condom on the sink in the toilet.

(We surveyed the room, and we discovered a condom on the sink in the toilet.)

Subject-verb agreement

The results demonstrated that some students did not realize that they must make subjects and verbs agree with one another for English sentences; the errors may result from the first language. The verbs do not change with any subjects in Thai sentence, so the students did not change the form of the verbs as shown below.

Student 2, Essay 8: There is no many cars on the road in Maesot.

(There are not many cars on the road in Maesot.)

Student 8, Essay 40: This situation make my family be careful about locking the door.

(This situation makes my family be careful about locking the door.)

Fragment

The errors of fragment were found in 2 cases: the sentences without subject or verb and sentences not expressing the completed thought. The following examples show the errors of fragment.

Student 13, Essay 64: buy for personal items, text books, and food. (There is no subject in the sentence)

(I buy for personal items, text books, and food.)

Student 4, Essay 18: So, that night did not take a shower. (There is no subject in the sentence)
(I did not know how to take a shower, so that night I did not take a shower)

Errors in the word level

Article

Article was the second rank errors made by the participants. Due to Thai language, there is no article in the sentences; thus, the students might confuse the use of a/an and the in English sentences. The article errors found in the selected essay can also grouped into omission and addition as shown in the examples below.

Student 6, Essay 28: Eating out is sometimes good idea for all people. (A good idea)

Student 9, Essay 42: The floor was soiled with a stain. (Stain)

Nouns

The error in nouns was frequently found in a case of countable nouns. The results demonstrated that some students not realizing that countable nouns cannot stand in the sentences without turning into the plural forms. The first language interference can cause the problem because there are no countable and uncountable nouns in Thai language. Below are the examples of error in countable nouns.

Student 8, Essay 39: They often change their style. (Styles)

Student 3, Essay 12: The consequence of negative experience about the course is the main cause of test anxiety. (Experiences)

Pronoun

The errors of pronoun found were personal pronoun in a case of objective. According to Thai language, both subjective and objective personal pronouns are the same, but in English, they are not. Hence, some student might have confusion in using objective personal pronouns as shown in the sentences below.

Student 9, Essay 44: She ran away to somewhere that made she secure from the noise. (Her)

Student 16, Essay 74: Not only the demanding subject but also the easy one will make I have the test anxiety. (Me)

Conclusion

The present study aimed at investigating the error types made by Thai EFL learners and to seek what types of errors were commonly found. The findings showed that there are seventeen types of errors divided into two groups: errors found in sentential level (6 types) and word level (11 types); the top five frequent errors made by the students were tense, article, prepositions, parts of speech, and word choices. According to the data, the errors found in essay might result from the interference of mother tongue and inadequate knowledge of English grammar and vocabulary. The findings are in lined with previous researches that pointed out the great influence of L1 and different verb tenses in the first language (Unar et al., 2017). In addition, the findings also implied that learners are likely to acquire particular grammatical points already if they produced lesser amounts of errors while the result also suggests grammatical items that need to be repeatedly taught in the writing class. The teachers can apply the findings to their lesson plans and English curriculums in order to enhance the students' writing skill; the students may be more aware of the types of errors that Thai EFL frequently made. Thus, the findings of this study let the students realize that they should be careful about the errors mentioned when they produce a piece of writing in English. A limitation of the study was that the scale of participants was comparatively small, so the results may

not be generalized to other groups of Thai EFL students. However, it is hoped that this research study could be useful to help EFL students decrease making errors and compose the better writing in the future.

References

Bennui, P. (2008). A study of L1 interference in the writing of Thai EFL Students. *Malaysian Journal of ELT Research*.4. pp. 72-90.

Houran, Y. T. M. (2008). *An analysis of the common grammatical errors in the English writing made by 3rd Secondary male students in the eastern coast of the UAE.* (Master's Degree), Institute of Education British University, Dubai, UAE.

Kuptanaroaj, N. (2019). *An analysis of grammatical errors in English essays written by the undergraduate students at Rangsit University.* Paper presented at the RSU International Research Conference 2019 Pathum Thani: Rangsit University.

Mushtaq, M., Mahmood, M., Ismail, M., Ahmad, M., & Adeel, H. (2019). A corpus-based analysis of EFL learners' errors in written composition at intermediate level. *Indian Journal of Natural Sciences, 9*(52), 42-52.

Onyinyechi, O., & Onyinyechi, G. (2017). Error analysis of the written English essays of junior secondary school two students in Owerri North. *International Journal of Education and Evaluation, 3*(5), 64-74.

Rattanadilok Na Phuket, P. (2015). Understanding EFL students' errors in writing. *Journal of Education and Practice, 6*(32), 99-106.

Sawalmeh, H. M. M. (2013). Error analysis of written English essays: the case of students of the preparatory year program in Saudi Arabia. *English for Specific Proposes World, 14*(40), 1-17.

Sermsook, K., Liamnimitr, J., & Pochakorn, R. (2017). An analysis of errors in written English sentences: a case study of Thai EFL students. *English Language Teaching, 10*(3), 101-110.

Singh, K. S. C., Singh, K. J. A., Razak, Q. A. N., & Ravinthar, T. (2017). Grammar errors made by ESL tertiary students in writing. *English Language Teaching, 10*(5), 16-27.

Unar, N. S., Shakir, M., & Ahmed, M. (2017). Error analysis of English writing: a research on intermediate students from Government schools of Sindh. *International Journal of Research Scholars (IJRS), 1*(1), 5-8.

Zhan, H. (2015). Frequent errors in Chinese EFL learners' topic-based writings. *English Language Teaching, 8*(5), 72-81.

กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0

สุทธิดา ฉายศรี[1*] วศิน เหลี่ยมปรีชา[2] และ วิมลา ผ่องแผ้ว[3]

Business Process Management Strategies with Digital Technology of Ready-to-Eat Food Industry in the 4.0 Era

Suttida Chaisri[1*], Wasin Liampreecha[2] and Wimmala Pongpaew[3]

[1]สาขาการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงกลยุทธ์ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2,3]ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Strategic Information Technology Management, Business, Economics and Communications, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[2,3]Business Administration, Business, Economics and Communications, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
Corresponding author. E-mail : suttidac61@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 โดยศึกษาจากกรณีศึกษาของบริษัทเบเกอรี่ที่มียอดขายเป็นอันดับต้นของประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสัมภาษณ์ เทปบันทึกเสียง และโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้วิเคราะห์กระบวนการอัตโนมัติแบบดิจิทัล มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์เชิงลึก และวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการทางธุรกิจในรูปแบบเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ซึ่งผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ คือ บริษัทได้กลยุทธ์ Lean Six Sigma ที่ได้จากการจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลในการการลดต้นทุนการผลิต ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง และส่งผลให้สินค้ามีคุณภาพมากขึ้นตามไปด้วย สามารถส่งมอบคุณค่าสูงสุดให้กับองค์กรในการให้บริการลูกค้า นอกจากนี้ยังสร้างข้อได้เปรียบด้านประสิทธิภาพในการผลิตให้เหนือคู่แข่งได้อย่างมั่นคง มั่นคั่งและยั่งยืนตามยุค 4.0

คำสำคัญ: กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ เทคโนโลยีดิจิทัล อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทาน

Abstract

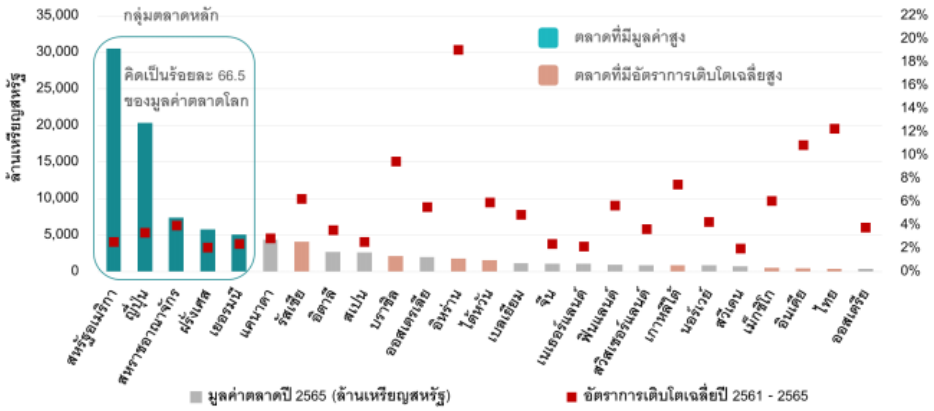
This study was conducted as a qualitative research-based analysis. It has the following objectives is arrive at a strategy to manage the business process with the use of digital technology in the 4.0 era. The research was conducted by using an in-depth study of a bakery company that has recorded the highest bakery related revenue in Thailand. Research tools employed were face to face personal interviews, voice recording and software packages for digital process analysis. Data were collected from observations, in-depth interviews, and analyze through the qualitative and quantitative approach. The findings are expected to be received; The company has adopted a Lean Six Sigma strategy from managing business processes using digital technology to reduce production costs, reduce production time and resulting in higher quality products which enable the company to deliver the highest value to its organization in terms of customer satisfaction. Moreover, the company obtains the advantage of production efficiency over its competitors that is more stable and sustainable using 4.0 digital technology.

Keywords: Business Process Management Strategies, Digital Technology, Ready-To-Eat Food Industry

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย โดยสามารถทำรายได้สูงถึงปีละ 4 แสนล้านบาท และอุตสาหกรรมอาหารนั้นมีความสำคัญคือมีการใช้วัตถุดิบภายในประเทศเกือบทั้งหมด ช่วยให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก และยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มเติบโตขึ้นตามการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานที่มีความจำเป็นอย่างมากในยุค 4.0 ยุคของสังคมเร่งรีบ ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานสามารถตอบโจทย์ลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Amarinbook, 2018)

ข้อมูลอุตสาหกรรมอาหารในปี 2561 สามารถขยายตัวต่อเนื่องจากในปี 2560 ในอัตราร้อยละ 7.0 โดยมีปัจจัยสนับสนุนในเรื่องของเศรษฐกิจประเทศคู่ค้าสำคัญที่ฟื้นตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลผลิตวัตถุดิบในประเทศไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะสินค้าเกษตร ถือว่าเป็นการสนับสนุนภาคเกษตรอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจฐานรากของรัฐบาลอีกด้วย (สถาบันอาหาร, 2560) โดยอุตสาหกรรมอาหารเป็นหนึ่งในเป้าหมายการขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญจากข้อมูลการจำหน่ายอาหารในประเทศไทย ปี 2561 มีปริมาณถึง 21.5 ล้านตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2560 ร้อยละ 4.37 ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2562) โดย Euromonitor International (2018) เผยว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานที่ตอบโจทย์ความต้องการกับผู้บริโภคทั่วโลกมีมูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมทานในปี พ.ศ. 2565 ประมาณ 105,851 ล้านเหรียญสหรัฐ และร้อยละอัตราการเติบโตเฉลี่ยของตลาดตั้งแต่ พ.ศ. 2561 ถึง 2565 เท่ากับร้อยละ 3.7 ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอัตราการเติบโตของตลาดปี 2561 ถึง 2565 สูงที่ถึงร้อยละ 12 รองลงมาจากประเทศอิหร่าน



ที่มา: Global Market Information Database, Euromonitor International (2018)

สอดคล้องกับทางศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร (2559) ที่เผยให้ทราบว่าตลาดของอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในประเทศไทยมีมูลค่าถึง 6.7 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก 4.1 พันล้านบาท ในปี 2554 คิดเป็นอัตราขยายตัวถึงร้อยละ 13.3 ต่อปี จากข้อมูลดังกล่าวเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้วิจัยเลือกศึกษาธุรกิจประเภทอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในประเทศไทย

ซึ่งปัญหาในภาพรวมของทุกกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร คือ การขาดการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตตลอดจนเครื่องจักรและอุปกรณ์ในเทคโนโลยีด้านอาหารทำให้วัตถุดิบ เช่น พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ และกระบวนการผลิต เช่น การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารขาดคุณภาพและไม่ทันกับการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหาร (สถาบันทรัพย์สินทางปัญญา, 2560) สอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2558) กล่าวว่า ในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีผลต่อการได้รับผลตอบแทนต้นทุนและทรัพยากร ซึ่งในกระบวนการผลิตมักมีการสูญเสียวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น และเสียเวลาไปกับการผลิตของเสียออกมา เป็นภาพลักษณ์ทำให้คุณภาพของสินค้าลดลง ซึ่งจำเป็นต้องมีกลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจให้เป็นระบบพร้อมทั้งมี

เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยในการจัดการเพื่อลดปัญหาดังกล่าวได้ และด้วยความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันนั้นต้องมีการตอบสนองในเวลาที่รวดเร็ว โดยจากการสำรวจของ COPC - CXMB Series Research (2562) พบว่า 61% ของผู้บริโภคไม่พึงพอใจต่อธุรกิจเพราะไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ในเวลาที่ผู้บริโภคกำหนด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อุตสาหกรรมจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อให้กระบวนการในธุรกิจมีความรวดเร็วยิ่งขึ้นและสามารถตอบสนองต่อความต้องการให้แก่ผู้บริโภคได้ในต้นทุนที่ต่ำ และสินค้ามีคุณภาพ (ธรรม์ธีร์, 2562)

โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสำคัญมากเฉพาะอย่างยิ่งกับอุตสาหกรรมอาหารในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในกระบวนการผลิต เชื่อมโยงความต้องการของผู้บริโภคเข้ากับกระบวนการผลิตที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถผลิตสินค้าได้ต้นทุนที่ต่ำและมีความหลากหลาย ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับประเทศไทยได้อย่างแท้จริง จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องเร่งผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการวิจัยและนวัตกรรมสำหรับอุตสาหกรรมอาหารให้สามารถแข่งขันและเป็นผู้นำระดับโลกได้ แต่หลังจากนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมทำให้กระบวนการต่าง ๆ เช่น กระบวนการผลิต ต้องปรับเปลี่ยนไปด้วย จึงทำให้เกิดผลกระทบในหลายด้าน ได้แก่ มีการลงทุนสูงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย ความไม่เสถียรของเครื่องจักรจากการปรับปรุงช่วงแรกทำให้เกิดความผิดพลาดในการผลิตสินค้ามีคุณภาพลดลง ไม่สามารถผลิตสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าได้ และส่งผลให้ความพึงพอใจของผู้บริโภคลดลง (อนุสรณ์, 2561)

จากปัญหาดังกล่าวที่พบงานวิจัยนี้จึงต้องมุ่งเป้าศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 ซึ่งในกระบวนการได้มีเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยเพื่อสอดคล้องกับนโยบายของประเทศในการพัฒนาให้อุตสาหกรรมไทยไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทำให้ประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการผลิตที่น้อยแต่ได้คุณภาพที่มากขึ้น โดยเฉพาะผลผลิตทางด้านการเกษตรและอาหาร, อุตสาหกรรมด้านสุขภาพ, อุปกรณ์อัจฉริยะ ดิจิตอลและการสร้างสรรค์ทรัพยากรต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ประกอบการและธุรกิจในอุตสาหกรรมมีแผนธุรกิจที่มีประสิทธิภาพสามารถนำแผนมาใช้เป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจได้ส่งผลให้ยกระดับของธุรกิจและสามารถแข่งขันได้ในระยะยาวได้อย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2561)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้นนำมาซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยนำมาสู่คำถามวิจัยได้ดังนี้

คำถามวิจัย

กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 คืออะไร

ขอบเขตการวิจัย

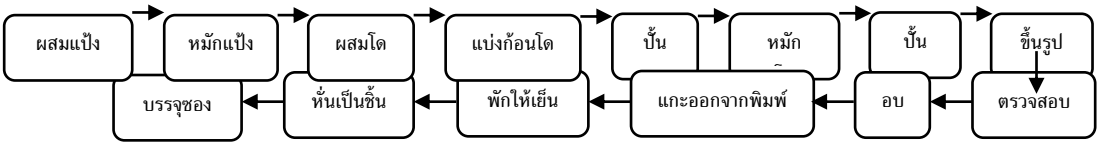
การวิจัยเรื่อง "กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0" ซึ่งใช้วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกและการวิเคราะห์กระบวนการเชิงคุณภาพ ร่วมกับการวิเคราะห์กระบวนการเชิงปริมาณ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา ครอบคลุมข้อมูลดังนี้

ศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 ซึ่งศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ เอกสารต่าง ๆ ข้อมูลจากการสังเกต การศึกษาดูงาน และข้อมูลจากผู้ที่ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับกระบวนการทางธุรกิจจากการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก

2. ขอบเขตในการเก็บข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษากระบวนการธุรกิจซึ่งมีขอบเขตในการเก็บข้อมูลเพียงกระบวนการผลิต ดังนี้



รูปที่ 1 ขอบเขตในการเก็บข้อมูล

นิยามศัพท์เฉพาะ

กลยุทธ์ (Strategy) หมายถึง การหาแนวทางให้องค์กรสามารถเอาชนะคู่แข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องของต้นทุน เวลา คุณภาพ และชุดของกระบวนการ

การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (Business process management) หมายถึง การจัดการที่เน้นไปยังส่วนสำคัญที่สุดของการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น ต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง ระยะเวลาในการผลิตที่รวดเร็วขึ้นและส่งผลให้คุณภาพของสินค้าดีขึ้น โดยในวิจัยครั้งนี้จะศึกษาการจัดการกระบวนการผลิตเพียงเท่านั้น

เทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) หมายถึง ทักษะในการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ แทปเลต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการสื่อสาร การปฏิบัติงาน และการวิเคราะห์กระบวนการ หรือใช้เพื่อพัฒนากระบวนการทำงาน หรือระบบงานใน องค์กรให้มีความทันสมัยและมีประสิทธิภาพ โดยเทคโนโลยีดิจิทัลในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่หุ่นยนต์ และโปรแกรมที่ใช้จัดดการกระบวนการในกระบวนการผลิตเพียงเท่านั้น

อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทาน (Ready-to-eat foods industry) หมายถึง อุตสาหกรรมที่แปรรูปวัตถุดิบหลักคือ แป้งสาลี เป็นอาหารที่มีการปรุงให้สุกแล้วสามารถรับประทานได้ทันทีในภาชนะพร้อมจำหน่าย โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาการผลิตขนมปังพร้อมทานเพียงเท่านั้น

อุตสาหกรรม 4.0 (Thai Food Industry 4.0) หมายถึง อุตสาหกรรมที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ร่วมในกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อสามารถผลิตสินค้าตามความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทบทวนวรรณกรรม

1. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1) อุตสาหกรรมอาหาร

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้จัดแบ่งของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารออกเป็น 12 สาขาย่อยดังนี้ โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในอุตสาหกรรมอาหารประเภทที่ 4 คือ แป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งจึงนำมาทำการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งในประเภทอาหารนี้มีการจัดแบ่งประเภทออกมาในรูปแบบของอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย โดยอาหารสำเร็จรูปพร้อมทาน คือ อาหารที่ผ่านกระบวนการผลิตเรียบร้อยพร้อม รับประทาน เป็นอาหารที่เตรียมมาแล้วและต้องผสมเพื่อรับประทาน เช่น ขนมปังพร้อมทาน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2558) ดังนั้น บริษัทผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานประเภทแป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งมีรายละเอียดดังนี้

บริษัทมีแผนที่จะก่อสร้างอาคารผลิตหลังใหม่ที่นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังทดแทนอาคารหลังเดิมที่ใช้งานมานาน ถือเป็น Smart Factory ที่เน้นการประหยัดพลังงาน มีเครื่องจักรสำหรับผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ใช้ Robot มากขึ้น เพื่อลดการใช้แรงงานคนทำให้โรงงานแห่งใหม่นี้ สามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้บริษัทได้พัฒนาระบบ Manufacturing Resource Planning (MRP) ให้เป็นมาตรฐานสากลยิ่งขึ้น โดยสามารถนำมาควบคุมและติดตามการทำงานการผลิตที่โรงงาน รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน รวดเร็ว ซึ่งจะทำให้การวางแผนการผลิตและส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพควบคู่ไปกับคุณภาพของสินค้าที่มีความสดใหม่เสมอ เป็นสิ่งที่บริษัทมุ่งเน้นมาโดยตลอด เป้าหมายการดำเนินธุรกิจ คือ บริษัทมีความตั้งใจในการรักษาความเป็นผู้นำในการผลิตและจำหน่ายขนมปัง และเบเกอรี่อื่น ๆ ในลักษณะค้าส่งที่ได้มาตรฐานและมีคุณภาพสม่ำเสมอ รวมทั้งมีความมุ่งมั่นที่จะนำเสนอนวัตกรรมใหม่และพัฒนาสินค้าใหม่เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้บริโภคมีโอกาสเข้าถึงผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี ในราคาที่เหมาะสม และขยายตลาดไปยังกลุ่มผู้บริโภคใหม่ ๆ รวมทั้งพัฒนาสินค้า

เดิมให้มีมูลค่าเพิ่มให้สามารถตอบสนองความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (farmhouse, 2561) และในการศึกษาครั้งนี้มีการมุ่งเน้นไปที่เรื่องการจัดการกระบวนการธุรกิจด้านการผลิตและคุณภาพด้วย จึงสามารถอธิบายรายละเอียดได้ในหัวข้อถัดไปดังนี้

2) ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ

Dumas, La Rosa, Mendling, and Reijers (2013) ได้เขียนหนังสือ Fundamentals of business process management ซึ่งอธิบายความหมายของ การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ ได้ว่าเป็นศิลปะและวิทยาศาสตร์ของการกำกับดูแลการทำงานในองค์กรเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์จะสอดคล้องกันและเพื่อใช้ประโยชน์จากโอกาสในการปรับปรุง

โดยในบริบทนี้คำว่า ปรับปรุง อาจมีความหมายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ขององค์กร ดังเช่นตัวอย่างของวัตถุประสงค์ในการปรับปรุง ได้แก่ การลดต้นทุน ลดเวลาในการดำเนินการ และลดอัตราความผิดพลาด ความคิดริเริ่มการปรับปรุงอาจเป็นแบบครั้งเดียว แต่ยังแสดงลักษณะที่ต่อเนื่องมากขึ้น และที่สำคัญ BPM ไม่ได้เกี่ยวกับการปรับปรุงวิธีการดำเนินการกิจกรรมแต่ละรายการ แต่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดการเหตุการณ์ทั้งหมดของกิจกรรมและการตัดสินใจที่จะเพิ่มคุณค่าให้กับองค์กรและลูกค้าในที่สุด ซึ่งกลุ่มของกิจกรรม เหตุการณ์และการตัดสินใจเหล่านี้จึงเรียกว่า กระบวนการ

3) เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารกระบวนการทางธุรกิจ

SourceCode Technology Holdings (2019) ได้ให้ความหมายของ Digital Process Automation (DPA) ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (BPM) โซลูชันประเภทนี้มุ่งเน้นที่การปรับกระบวนการทั้งหมดให้เหมาะสมที่สุดโดยการทำงานอัตโนมัติด้วยตัวเองและปรับการไหลของงานจากแหล่งข้อมูลหนึ่งไปยังกิจกรรมถัดไป นั่นคือการซิงโครไนซ์กิจกรรมผู้คน ข้อมูล และระบบ นอกเหนือจากนี้แพลตฟอร์ม DPA ยังช่วยให้มองเห็นประสิทธิภาพของกระบวนการด้วยการวิเคราะห์และข้อมูลเชิงลึกซึ่งจะช่วยปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง โดยบ่อยครั้งที่องค์กรต่าง ๆ ต้องดิ้นรนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในระดับธุรกิจเนื่องจากระบบและแอพพลิเคชั่นที่ไม่เชื่อมต่อกัน แพลตฟอร์ม DPA จะสามารถเชื่อมโยงสิ่งเหล่านี้ได้อย่างง่ายดาย ทำควบไปกับความต้องการในการพัฒนาที่ซับซ้อนและความพยายามบูรณาการ

กระบวนการอัตโนมัติแบบดิจิทัลช่วยให้กระบวนการทางธุรกิจเป็นไปอย่างอัตโนมัติภายในองค์กรและปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลโดยรวมให้ดีขึ้น ในขณะที่ฟังดูคล้ายกับการจัดการกระบวนการทางธุรกิจ (BPM) ความแตกต่างที่สำคัญก็คือระบบอัตโนมัติในกระบวนการดิจิทัลจะถือว่ากระบวนการทางธุรกิจนั้นเป็นแบบดิจิทัลและพร้อมที่จะปรับให้เหมาะสม บริษัทต่าง ๆ จึงสามารถมุ่งเน้นที่ลูกค้าและตอบสนองได้มากขึ้น เมื่อรูปแบบการดำเนินงานได้กลายเป็นดิจิทัลและฉลาดหลักแหลมด้วยกระบวนการอัตโนมัติแบบดิจิทัล และในยุคดิจิตอลที่วัฒนธรรมของการทดลองสิ่งที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทุกธุรกิจ ระบบอัตโนมัติที่ตัดข้ามองค์กร ผู้คน และกระบวนการจะช่วยสามารถใช้เป็นแนวทางได้

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

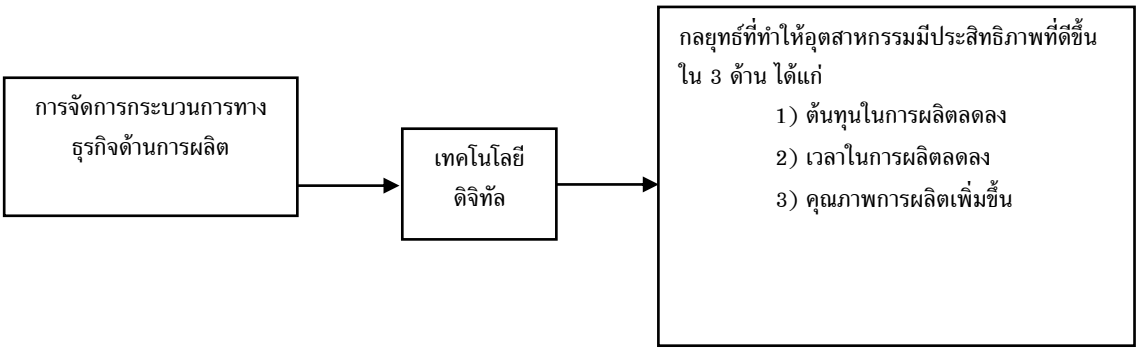
Messinger, Rogers, and Hawker (2019) ได้ศึกษาเรื่อง "Automation and Process Re-engineering Work Together to Achieve Six Sigma Quality: A 27-Year History of Continuous Improvement" โดยในองค์กรมีตัวชี้วัดการตรวจสอบคุณภาพก่อนและหลังคือตัวอย่างที่สูญหายจะถูกติดตามอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 27 ปี ซึ่งกระบวนการจำนวนมากจึงเป็นระบบอัตโนมัติ จากผลการวิจัยพบว่าอัตราชิ้นงานที่สูญหายลดลงเกือบ 100 เท่า ซึ่งในข้อกำหนดของ Six Sigma ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือนสำหรับตัวอย่างที่สูญหายจะวนอยู่ที่ 5.94 sigma โดยมี 11 เดือนที่ดีกว่า 6 sigma แม้ว่าการรวมกันของการใช้การปรับปรุงกระบวน, การการควบคุมทางวิศวกรรม และระบบอัตโนมัติมีส่วนช่วยในการลดลง แต่การทำงานอัตโนมัติก็เป็นตัวช่วยที่สำคัญที่สุด

Luo, Yang, and Kong (2019) ได้ศึกษาเรื่อง "A synchronized production-warehouse management solution for reengineering the online-offline integrated order fulfillment" เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการ

คำสั่งซื้อแบบรวมออฟไลน์และออนไลน์ ผลลัพธ์ที่ได้อย่างแรกคือมีการตัดสินใจในการจัดลำดับอย่างเหมาะสมและกำหนดผลิตภัณฑ์ของคำสั่งซื้อออนไลน์และออฟไลน์ให้กับเครื่องผลิต ช่วยลดเวลาการประมวลผลที่ยาวที่สุดของแต่ละคำสั่งซื้อ จากนั้นช่วยลดเวลาการยึดพื้นที่คลังสินค้าเฉลี่ยของคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมดโดยการจัดลำดับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมทั้งหมดและผลิตภัณฑ์ย่อยแบบอัตโนมัติ ผลลัพธ์ของกรณีศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีแก้ไขปัญหาที่เสนอสามารถให้วิธีที่ยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการจัดการกับคำสั่งซื้อออนไลน์แบบอัตโนมัติเปรียบเทียบกับคำสั่งซื้อออฟไลน์แบบดั้งเดิม แม้ในกรณีของรูปแบบคำสั่งซื้อออนไลน์และออฟไลน์จะมีการเปลี่ยนแปลง

เกวลิน เรืองกระจาย และปริณัฐ แซ่หวุ่น (2561) ได้ศึกษาเรื่อง "การปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการบรรจุเครื่องปรุงพะโล้" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูล กระบวนการทำงานและขั้นตอนของการบรรจุเครื่องปรุงพะโล้ เพื่อนำไปปรับปรุงการทำงาน ลดระยะเวลา และเพิ่มผลผลิตของการบรรจุเครื่องปรุงพะโล้ จากการศึกษาพบว่า สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้จาก 55 ขั้นตอนเหลือ 40 ขั้นตอน ลดลง 15 ขั้นตอน และลดเวลาการทำงานจาก 73 วินาที เหลือ 52.29 วินาที ลดลง 20.71 วินาที

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 2 กรอบแนวความคิดการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยในหัวข้อ "กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0" มีวัตถุประสงค์เพื่อได้กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแนวทาง ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ ทำการศึกษาเป็นกรณีศึกษา จำนวน 1 ธุรกิจผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานประเภทขนมปังพร้อมทาน ซึ่งเป็นบริษัทอันดับต้นของประเทศที่มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการทางธุรกิจโดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการส่งจดหมายแนะนำตัว จดหมายรับรองจากคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และเอกสารคำถามกึ่งโครงสร้างให้แก่กลุ่มตัวอย่าง โดยขอทำการสัมภาษณ์รวมทั้งสิ้น 3 คน มีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้จัดการฝ่ายผลิต 1 คน
2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการผลิต 1 คน
3) พนักงานในกระบวนการผลิต 1 คน

2. เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

การวิจัย "กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0" เป็นงานวิจัยที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยไม่ได้วางแผนการถามคำถามไว้ล่วงหน้า โดยจะนำประเด็นที่สำคัญมากมาสัมภาษณ์ก่อนตามความเหมาะสมของสถานการณ์ ซึ่งคำถามที่สัมภาษณ์เป็นคำถามในรูปแบบคำถามเปิดและปิด ประเภทของคำถามควรเหมาะกับประเภทงานของผู้ให้สัมภาษณ์ เช่น การสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงและระดับกลาง ควรใช้คำถามที่ตรงประเด็นกับหัวข้อวิจัย ส่วนการสัมภาษณ์พนักงานให้ใช้คำถามที่แตกต่างออกไป ควรเป็นคำถามในเชิงกว้างไม่ระบุเฉพาะเจาะจง (ศิริพงศ์, 2553)

2) เทปบันทึกเสียง การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เทปเพื่อบันทึกเสียงในการสัมภาษณ์ โดยใช้การบันทึกเสียงระหว่างการสัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการสัมภาษณ์ ซึ่งมีความสำคัญมากเพื่อช่วยป้องกันการหลงลืม

3) โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์กระบวนการ คือ โปรแกรม K2 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีแพลตฟอร์มคลาวด์ สามารถเชื่อมข้อมูลเข้ากับระบบ Enterprise Resource Planning (ERP) ได้ เพื่อนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์กระบวนการธุรกิจในรูปแบบดิจิทัล

4) โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรม Nvivo11

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาจากเอกสาร ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร งานวิจัย บทความทางวิชาการ และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การจัดการกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการสัมภาษณ์แบบ เจาะลึก ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมจากการไปศึกษาดูงานในรายวิชา แนวคิดระบบการวางแผนการใช้ทรัพยากรองค์กรเชิงกลยุทธ์ ของหลักสูตรการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงกลยุทธ์ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร สามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการสังเกตแบบที่มีโครงสร้างเพื่อบันทึกข้อมูลได้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาการจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยผู้วิจัยมีการสังเกตจากกิจกรรมที่อยู่ในขอบเขตของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ไว้ในรูปแบบต่าง ๆ และนำมาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ผลในอนาคตได้

3. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก จากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ได้แก่ ผู้จัดการฝ่ายผลิต ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการผลิต พนักงานในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดการกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างละเอียดลึกซึ้ง

3. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการซึ่งใช้วิเคราะห์กระบวนการที่เป็นอัตโนมัติแบบดิจิทัลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์กระบวนการจากการศึกษาและสังเกต

1) การวิเคราะห์กระบวนการเชิงคุณภาพ

- การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่ม

การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มโดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การจำแนกประเภทมูลค่าว่าเป็นการเพิ่มมูลค่า (Value-Added : VA) หรือการเพิ่มมูลค่าทางธุรกิจ (Business Value-Added : BVA) หรือการไม่ได้เพิ่มมูลค่า (Non Value-Added : NVA) และการกำจัดของเสีย เมื่อมีการระบุและจำแนกขั้นตอนของกระบวนการแล้วสามารถดำเนินการต่อไปเพื่อกำหนดวิธีกำจัดของเสีย โดยควรพยายามลดหรือกำจัดขั้นตอนที่เป็น NVA

- การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริง

การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงครอบคลุมเทคนิคที่หลากหลาย โดยทั่วไปวิธีการเหล่านี้รวมถึงแนวทางสำหรับการสัมภาษณ์และดำเนินการประชุมเชิงปฏิบัติการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิคในการจัด

ระเบียบและจัดทำเอกสารแนวคิดที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์หรือการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเทคนิคดังกล่าวคือ แผนผังก้างปลา (Cause–Effect Diagrams) และแผนผังต้นไม้ (Why–Why Diagrams)

2) การวิเคราะห์กระบวนการเชิงปริมาณ

- การวิเคราะห์การไหล

เป็นเทคนิคที่ช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการที่ให้ความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพของกิจกรรม ตัวอย่างเช่น การใช้การวิเคราะห์การไหลสามารถคำนวณเวลารอบเฉลี่ยของกระบวนการทั้งหมด หากรู้เวลารอบเฉลี่ยของแต่ละกิจกรรม นอกจากนี้ยังสามารถใช้การวิเคราะห์การไหลเพื่อคำนวณต้นทุนเฉลี่ยของกรณีของกระบวนการรู้ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมหรือคำนวณอัตราความผิดพลาดของกระบวนการที่กำหนดอัตราความผิดพลาดของแต่ละกิจกรรม

การคำนวณรอบเวลาโดยใช้การวิเคราะห์การไหล (Calculating Cycle Time Using Flow Analysis) คือ เวลารอบของกระบวนการ เท่ากับ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ระหว่างช่วงเวลาที่กระบวนการเริ่มต้นและช่วงเวลาที่เสร็จสมบูรณ์ โดยรอบเวลาของกิจกรรมคือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ระหว่างช่วงเวลาที่กิจกรรมพร้อมที่จะดำเนินการและช่วงเวลาที่เสร็จสิ้น

รอบเวลาที่มีประสิทธิภาพ (Cycle Time Efficiency) ประสิทธิภาพรอบเวลาของกระบวนการสามารถคำนวณได้ดังนี้ อันดับแรกต้องกำหนดรอบเวลาและเวลาการประมวลผลของแต่ละกิจกรรม จากข้อมูลนี้สามารถคำนวณรอบเวลาโดยรวมของกระบวนการโดยใช้สูตรเดียวกับที่เราเห็นด้านบนที่เรียกว่า CT ต่อไปในการใช้สูตรเดียวกันสามารถคำนวณระยะเวลาโดยรวมที่ใช้ในการทำงานจริง สิ่งนี้เรียกว่าเวลารอบทางทฤษฎีของกระบวนการ โดยพื้นฐานแล้วนี่คือระยะเวลาที่กรณีของกระบวนการใช้หากไม่มีเวลารอเลย ในการคำนวณรอบเวลาเชิงทฤษฎีเราใช้วิธีเดียวกันกับการคำนวณรอบเวลา แต่แทนที่จะใช้รอบเวลาของแต่ละกิจกรรมเราใช้เวลาประมวลผลของแต่ละกิจกรรมที่เราเรียกว่าวงจรเวลา (Total cycle time : TCT) ประสิทธิภาพรอบเวลา (Cycle time efficiency : CTE) จะถูกคำนวณโดยใช้สูตร $CTE = \frac{TCT}{CT}$

รอบเวลาและการทำงานระหว่างดำเนินการ (Cycle Time and Work–In–Process) คือ รอบเวลาเกี่ยวข้องโดยตรงกับสองมาตรการที่มีบทบาทสำคัญเมื่อวิเคราะห์กระบวนการคืออัตราการมาถึง (Arrival rate) และงานที่ทำระหว่างกระบวนการ (Work–In–Process : WIP) อัตราการมาถึงของกระบวนการคือจำนวนเฉลี่ยของกรณีใหม่ของกระบวนการที่สร้างขึ้นต่อหน่วยเวลา โดยดั้งเดิมแล้วใช้สัญลักษณ์ λ ในการอ้างอิงถึงอัตราการมาถึง ส่วน WIP คือจำนวนกรณีเฉลี่ยของกระบวนการที่ใช้งาน ณ เวลาที่กำหนดซึ่งหมายถึงจำนวนกรณีเฉลี่ยที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ รอบเวลา (CT), อัตราการมาถึง (λ) และ WIP เกี่ยวข้องกับกฎหมายพื้นฐานที่รู้จักกันในชื่อกฎของ Little อย่างง่าย ซึ่งระบุว่า WIP = $\lambda \times$ CT

- รอคิว

ทฤษฎีแถวคอย คือ เทคนิคทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ระบบที่มีการแย่งชิงทรัพยากรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้นำไปสู่การรอคิว ทฤษฎีการจัดคิวทำให้มีเทคนิคในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่สำคัญของคิว เช่น ความยาวที่คาดหวังของคิวหรือเวลารอที่คาดหวังของแต่ละกรณีในคิว

ทฤษฎีการจัดคิวทำให้มีสูตรต่อไปนี้สำหรับการคำนวณโมเดล M / M / 1

$$Lq = \rho^2 / (1 - \rho) \qquad (1)$$

$$Wq = Lq/\lambda \qquad (2)$$

$$W = Wq + 1/\mu \qquad (3)$$

$$L = \lambda W \qquad (4)$$

สามารถใช้สูตร (2), (3), (4) กับโมเดล $M / M / c$ ได้เช่นกัน พารามิเตอร์เดียวที่ต้องคำนวณแตกต่างกันในกรณีของรุ่น $M / M / c$ คือ Lq สำหรับโมเดล $M / M / c$ Lq จะถูกกำหนดโดยสูตรต่อไปนี้

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^c \rho}{c!\,(1-\rho)^2\left(\frac{(\lambda/\mu)^c}{c!\,(1-\rho)} + \sum_{n=0}^{c-1}\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!}\right)}$$

สูตรการคำนวณ Lq ในกรณีของตัวแบบ M / M / c นั้นซับซ้อนเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น Queuing Toolpack รองรับการคำนวณสำหรับระบบ M / M / c (เรียกว่า M / M / s ใน Queuing Toolpack) เช่นเดียวกับระบบ M / M / c / k โดยที่ k คือจำนวนงานสูงสุดที่อนุญาตในคิวงานที่มาถึงเมื่อความยาวของคิวคือ k ถูกปฏิเสธ (และอาจกลับมาในภายหลัง) เครื่องมืออื่น ๆ สำหรับการวิเคราะห์ระบบการเข้าคิว ได้แก่ QSim และ PDQ (*Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A.*, 2013)

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

1) นำข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปและการบันทึกภาคสนามมาอ่านหลาย ๆครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของข้อมูลที่ได้และพิจารณาประเด็นที่สำคัญ

2) นำข้อมูลกลับมาอ่านอีกครั้งโดยละเอียดทุกบรรทัด และจึงตีความพร้อม ทำการดึงข้อความ หรือประโยคที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการธุรกิจ

3) นำข้อมูลมาเรียบเรียงวิเคราะห์ผล และจัดระเบียบข้อมูล โดยทำการสรุปจำแนกตามประเด็น ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ใช้วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Nvivo11

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและการวิเคราะห์ผลในกรณีศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้านการผลิตของธุรกิจผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมทาน ประเภทขนมปังพร้อมทาน ซึ่งจะดำเนินการสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เพื่อได้กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 ที่ทำให้ประสิทธิภาพในด้านต้นทุนในการผลิต เวลาในการผลิต และคุณภาพในการผลิตดีขึ้น ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาเอกสาร สังเกตและสัมภาษณ์เชิงลึกจากพนักงานในกระบวนกานผลิตจะสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการอัตโนมัติแบบดิจิทัล ผลที่คาดว่าจะได้รับคือ โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ให้กระบวนการทางธุรกิจมีประสิทธิภาพมากขึ้นจะแบบดั้งเดิม ธุรกิจสามารถลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในกระบวนการได้อย่างอัตโนมัติ ช่วยให้ธุรกิจลดต้นทุนในการผลิต ใช้เวลาการผลิตได้เร็วขึ้น และคุณภาพการผลิตก็ดีขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไว้

ส่วนของการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้จัดการฝ่ายผลิต และผู้เชี่ยวชาญกระบวนการผลิต จะสามารถนำคำพูดมาวิเคราะห์เนื้อหาได้ว่าบริษัทใช้กลยุทธ์อะไรในการแก้ปัญหาที่พบหลังจากนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาปรับใช้บริษัท ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นกลยุทธ์ Lean หรือ Six Sigma จากการวิเคราะห์เนื้อหาบทสัมภาษณ์ของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จรูป และนำมาเทียบกับทฤษฎีของกลยุทธ์ดังกล่าว

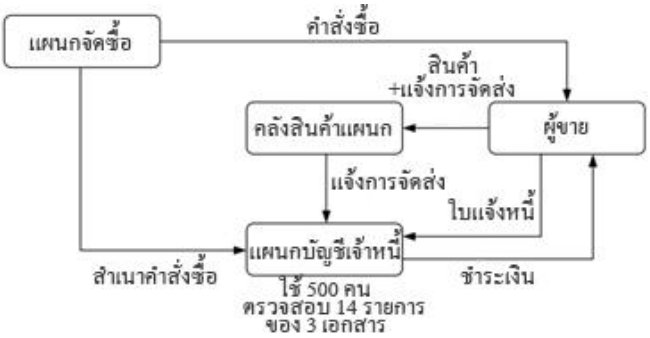
ตัวอย่างคำพูดจากการสัมภาษณ์

"...บริษัทขยับตัวเข้าสู่ยุคดิจิทัล โดยยกระดับโรงงานให้มีความอัจฉริยะ นำหุ่นยนต์มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้เร็วขึ้น และช่วยลดต้นทุน ซึ่งวางงบลงทุน 150 ล้านบาท นำหุ่นยนต์มามาใช้ที่โรงงานลาดกระบัง 2 โรง และโรงงานบางชัน ซึ่งจะทำให้กระบวนการผลิตเป็นอัตโนมัติทั้งหมด มีการนำแท็บเล็ตมาใช้งานในภาคสนามแก่ฝ่ายขาย และยังส่งข้อมูลการขายทั่วประเทศเชื่อมออนไลน์เพื่อให้กำหนดทิศทางขายแม่นยำ เรียกว่าหลายอย่างปรับเพื่อเพิ่มสปีดในการทำงานให้เร็ว ที่มาพร้อมประสิทธิภาพด้วย เพราะยุคนี้ช้าไม่ได้ ที่สำคัญสินค้านั้นมี "เชลฟ์ไลฟ์" หรืออายุเพียง 4-5 วัน ดังนั้นข้อมูลการขายที่แม่นยำจะช่วยทำให้บริษัทผลิตสินค้าป้อนตลาดได้เหมาะเจาะด้วย จากแผนดังกล่าว บริษัทคาดว่าจะผลักดันรายได้รวมมากกว่า 7,800 ล้านบาท เติบโต 8% จากปีก่อนส่วนตลาดขนมปัง 2 หมื่นล้านบาท ปีนี้คาดว่าจะโต

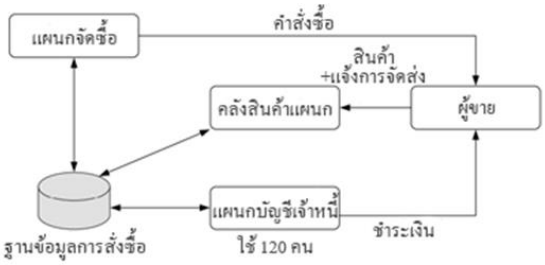
3% ฟื้นกลับมาเป็นบวกจากปีก่อน ติดลบ 2% โดยสัญญาณตัวเลขการเติบโตปีนี้ เริ่มเห็นเมื่อเข้าสู่ไตรมาส 2 ที่ผ่านมาซึ่งตลาดโตประมาณ 2-3% แล้ว..."

กรรมการรองผู้อำนวยการ, บทสัมภาษณ์, 2561

ตัวอย่างกระบวนการธุรกิจก่อนและหลังใช้เทคโนโลยีดิจิทัล



รูปที่ 3 แสดงกระบวนการจัดซื้อของ Ford แบบดั้งเดิม



รูปที่ 4 แสดงกระบวนการจัดซื้อของ Ford แบบใหม่

กรณีศึกษาเมื่อฟอร์ดได้เข้าไปเยี่ยมชมโรงงานของมาสด้า สิ่งที่ผู้สังเกตการณ์ของฟอร์ดสังเกตเห็นคือหน่วยงานภายในมาสด้านั้นดูเหมือนว่าจะมีพนักงานไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานภายในของฟอร์ด แต่สามารถดำเนินงานได้ตามปกติ กรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ดังกล่าวโดย Michael Hammer (1990) เป็นผู้ที่นิยามครั้งแรกและมีการวิเคราะห์ต่อมาโดยคนอื่น ๆ จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดซื้อของฟอร์ด

ทุกครั้งในกระบวนการการซื้อ ฟอร์ดจำเป็นต้องผ่านแผนกจัดซื้อในการตัดสินใจว่าจะต้องซื้อสินค้าจำนวนเท่าใด ซึ่งแผนกนี้ส่งคำสั่งซื้อไปยังผู้ขาย แล้วส่งสำเนาของคำสั่งนั้นไปยังแผนกบัญชีเจ้าหนี้ เมื่อผู้ขายติดตามคำสั่งซื้อนั้น สินค้าที่สั่งซื้อจะถูกส่งไปที่คลังสินค้าของฟอร์ดพร้อมกับแจ้งให้ทราบล่วงหน้า ซึ่งผู้ขายจะส่งใบแจ้งหนี้ไปยังบัญชีเจ้าหนี้โดยตรง

จากความเป็นมานี้เห็นได้ชัดเจนว่างานหลักของบัญชีเจ้าหนี้คือการตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่าง 3 เอกสารที่แตกต่างกัน คือ คัดลอกคำสั่งซื้อ การแจ้งเตือนจัดส่งสินค้า และใบแจ้งหนี้ ซึ่งเอกสารแต่ละชุดประกอบด้วย 14 รายการ เช่น ประเภทของผลิตภัณฑ์ คุณภาพ ราคา ฯลฯ ซึ่งทำให้ค้นพบถึงความแตกต่างหลากหลายประเภททุกวันและแยกแยะความแตกต่างเหล่านี้ที่จากคนหลายร้อยคนในฟอร์ด ในทางตรงกันข้ามของมาสด้ามีเพียง 5 คนที่ทำงานที่แผนกนี้ โดยพื้นฐานแล้วปัญหาคือ ฟอร์ดตรวจพบและแก้ไขปัญหา (ในกรณีนี้มีความคลาดเคลื่อน) ทีละคน ขณะที่มาสด้าหลีกเลี่ยงความผิดพลาดตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากการเปรียบเทียบรายละเอียดเพิ่มเติมกับมาสด้าฟอร์ดได้ทำการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในกระบวนการจัดซื้อของตัวเองซึ่งนำไปสู่กระบวนการออกแบบที่แสดงในรูป

อย่างแรกฐานข้อมูลกลางได้รับการพัฒนาเพื่อจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการซื้อ แผนกจัดซื้อใช้ฐานข้อมูลนี้เพื่อจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของใบสั่งซื้อ ซึ่งฐานข้อมูลนี้จะแทนที่เอกสารต้นฉบับ ประการที่ สองมีการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ที่แผนกคลังสินค้า โดยให้การเข้าถึงฐานข้อมูลนั้นโดยตรง เมื่อสินค้ามาถึงพนักงานคลังสินค้าสามารถตรวจสอบได้ทันทีว่าการส่งมอบตรงกับสิ่งที่ซื้อมาหรือไม่ ดังนั้นสิ่งเดียวที่ต้องทำสำหรับบัญชีเจ้าหนี้คือการชำระสิ่งที่ตกลงกันไว้ในใบสั่ง

ซื้อเดิม หลังจากการตั้งค่ากระบวนการใหม่นี้ทำให้ฟอร์ดลดพนักงานในบัญชีเจ้าหนี้ได้จากประมาณ 500 คน เหลือเพียง 120 คนเท่านั้น (ลดลง 76%)

ตัวอย่างธุรกิจที่ใช้กลยุทธ์ Lean Six sigma

กรณีโตโยต้าประเทศไทย ที่มีการปรับปรุงสมรรถนะให้สอดรับกับการขยายตัวอย่างมากของตลาดรถไทย ในปี พ.ศ. 2553 ส่งผลให้กำลังการผลิตทุกโรงงานแทบจะไม่เพียงพอรองรับ จึงต้องเพิ่มเวลาทำงานเป็น 2 กะ และเพิ่มการทำงานล่วงเวลา หรือโอที(OT) อีกโรงงานละ 5 ชั่วโมง แต่ความต้องการของตลาดที่มีมากกว่า โตโยต้าจึงต้องลดเวลาผลิตต่อคันลง โดยมีแผนลดเวลารถยนต์ออกจากสายการผลิตโรงงานเกตเวย์จาก 1.4 นาที เป็น 1.25 นาที โรงงานบ้านโพธิ์ลดลงมาเป็น 1.8 นาที และโรงงานสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ ลดเวลาลงเป็น 51 วินาที ซึ่งถือว่าเป็นโรงงานที่มีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีที่สุดในโลกของโตโยต้า ปัจจุบันทั้ง 3 โรงงานสามารถผลิตได้ในเวลาเพียง 56 วินาทีซึ่งแสดงให้เห็นศักยภาพของโตโยต้าในประเทศไทยที่จะเป็นฐานการผลิตระดับโลกทั้งรถปิกอัพและเก๋ง (Breakthrough Management Group with Neil DeCarlo, 2007)

กรณี minitab หลังจากที่ได้มีการฝึกอบรมเครื่องมือสถิติที่ Buckman เมื่อ 3 ปีก่อน ได้มีการฝึกอบรมพนักงานไปมากกว่า 500 คนทั่วโลก และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นทำให้ฝ่ายอื่นขององค์กรเห็นความแตกต่างได้ "ฝ่ายค้นคว้าและพัฒนามีความสนใจที่จะเรียนรู้การใช้ Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นงานประจำที่ฝ่ายต้องทำ ซึ่งตอนนี้กำลังพัฒนาหลักสูตรการเรียนสำหรับพวกเขาที่ต้องเน้นการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการทดสอบที่เกิดในห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory)" Mohler กล่าวว่า "องค์กรของเราได้เปลี่ยนภาพพจน์ไปสู่แนวคิดที่ให้ทุกคนในองค์กรทำการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลเป็นตัวนำ" อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ วิศวกรที่ประจำโรงงานหนึ่งใน Buckman ต้องการที่จะฝึกอบรม Minitab ได้มานั่งร่วมกับการเรียนของพนักงานขายในห้องเรียนหนึ่ง "เขากลับไปที่ทำงานของเขาหลังจากที่มีการฝึกอบไป 2-3 วัน เพื่อใช้ Minitab ในการศึกษาความสามารถของกระบวนการ เขาพบว่าโรงงานสามารถที่จะทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการของผลิตภัณฑ์หนึ่งเพียงเล็กน้อย สามารถทำให้ลดต้นทุนไปได้จำนวน 40,000 USD ต่อปี" (minitab, 2016)

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 พบว่า

กลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 ที่ทำให้ประสิทธิภาพในด้านต้นทุนในการผลิต เวลาในการผลิต และคุณภาพในการผลิตดีขึ้น คาดว่าจะเป็นกลยุทธ์ LEAN SIX SIGMA ซึ่งจะสอดคล้องกับ Wang, C. N., Chiu, P. C., Cheng, I., & Huang, Y. F. (2019) ได้ทำการศึกษา "Contamination Improvement of Touch Panel and Color Filter Production Processes of Lean Six Sigma" พบว่า หลังจากการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้หลัก Lean Six Sigma สามารถลดของเสียได้ทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพสร้างรายได้ถึง 3 ล้านเหรียญสหรัฐฯ โดยสามารถเพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้าและความสามารถในการแข่งขันด้านเทคนิคของบริษัทโดยการเพิ่มผลผลิตและบรรลุเป้าหมายการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และจะสอดคล้องกับ Strong, A. M. (2018) ศึกษา "Lean Six Sigma's Impact on Firm Innovation Performance" พบว่า การนำ Lean Six Sigma ไปใช้สามารถลดต้นทุน ปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันโดยรวม และยังเพิ่มประสิทธิภาพของนวัตกรรมกระบวนการอีกด้วย อีกทั้งยังจะสอดคล้องกับ Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R. (2014) ที่ศึกษา "Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy" พบว่า การผลิตแบบ Lean, Six Sigma และ LSS มีความสำคัญในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกการบูรณาการในแนวตั้ง การวางแผนการผลิต และการควบคุมการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือความเร็ว คุณภาพ และค่าใช้จ่าย โดยจะสอดคล้องกับ George Byrne, Dave Lubowe, Amy Blitz (2007) ศึกษา "Using a Lean Six Sigma approach to drive innovation" พบว่า โครงการริเริ่ม Lean Six Sigma นั้นนำไปสู่นวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์รวมถึง

กระบวนการออกแบบใหม่และรวมถึงห่วงโซ่อุปทานที่มีความคล่องตัว หลังจาก 5 ปีในปี 2548 รายได้ของ Caterpillar เติบโตขึ้น 80% ซึ่ง Tina Kovach and Rae Cho (2011) กล่าวว่า แนวคิดการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมอาหารเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เครื่องมือหนึ่งที่ดีสำหรับคุณภาพอาหารคือ Lean Six Sigma ที่ได้รับการคิดค้นใหม่ซึ่งมีบันทึกที่พิสูจน์แล้วว่ามีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและมีความสามารถในการเพิ่มกระบวนการ ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายที่การใช้ Lean Six Sigma ในอุตสาหกรรมอาหารมีน้อย แต่ประสบการณ์จริงและกรณีศึกษา Lean Six Sigma แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมอาหาร

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษากลยุทธ์การจัดการกระบวนการทางธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานในยุค 4.0 จากการศึกษาจากเอกสาร สังเกต สัมภาษณ์เชิงลึก และการวิเคราะห์การจัดการกระบวนการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป K2 ซึ่งคาดจะได้ผลวิจัยว่าการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการกระบวนการทางธุรกิจของอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมทานสามารถทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง เวลาในการผลิตรวดเร็วขึ้น และคุณภาพของสินค้าดีขึ้น ทำให้คาดว่าบริษัทจะได้ Lean Six Sigma เป็นกลยุทธ์ที่มาช่วยให้ธุรกิจลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน มีข้อได้เปรียบในเรื่องของต้นทุน เวลา และคุณภาพ สามารถแข่งขันได้อย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในยุค 4.0

เอกสารอ้างอิง

เกวลิน เรืองกระจาย และปริณัฐ แซ่หวุ่น. (2561). การปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการบรรจุเครื่องปรุงพะโล้. รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ, *1*(9), 882-891.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561). ยุทธศาสตร์กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม พ.ศ. *2562 - 2564*. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน Retrieved from https://dsp.dip.go.th/files/article/attachments/dsp/93cd139ddb6686cd5f94506cf0d7b4c0.pdf.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). รายงานการคาดการณ์นวัตกรรมอุตสาหกรรม. Retrieved from http://stiic.sti.or.th/wp-content/uploads/2018/01/รายงานกลุ่มอาหารพร้อมทาน-draft-2.pdf

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561). มาตรฐานการผลิตของอุตสาหกรรมอาหาร Retrieved from http://www.industry.go.th/buriram/index.php/download/22988-2018-02-02-07-08-00/file

ชุติมา สินวัฒนาเกษม และแววมยุรา คำสุข. (2556). การปรับปรุงกระบวนการบริหารสินค้าคงคลังประเภทวัตถุดิบอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม : กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี จำกัด. *Business Review Journal*, *5*(1), 117-138.

ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. (2559). ตลาดอาหารพร้อมรับประทานในประเทศไทย. Retrieved from http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=124

สถาบันทรัพย์สินทางปัญญา. (2560). รายงานการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม. Retrieved from https://www.ipthailand.go.th/images/3534/web_01052018/Report_CHU/1_Food_Industries_final_12.9.2017_CHU.pdf

สถาบันอาหาร. (2560). สภาหอการค้าฯ-สภาอุตสาหกรรม-สถาบันอาหาร ชี้ปี 60 ส่งออกอาหารฝ่าค่าเงินบาทแข็ง แตะ 1 ล้านล้านบาท มุ่งเป้าปี 61 โต 7%. Retrieved from http://www.nfi.or.th/news-detail.php?id=1626

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2562). รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2561 และแนวโน้มปี 2562. Retrieved from https://www.ryt9.com/s/oie/2938334

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2558a). การจัดประเภทอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย. Retrieved from http://www.fda.moph.go.th/GMP

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2558b). ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาจากกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม. Retrieved from http://www.fda.moph.go.th

สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2560). Food For Future อาหารเพื่ออนาคต. Retrieved from https://www.sciencepark.or.th/files/20180718-Food-for-Future.pdf

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2562). Material Resource Planning (MRP). Retrieved from https://www.etda.or.th/content/1832.html

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). รายงานผลการพัฒนาประเทศในรอบ 5 ปี (พ.ศ. 2557 – พ.ศ. 2561). Retrieved from https://www.nesdb.go.th/ewt_news.php?nid=8639&filename=index

อภิรดี ทิศาวิภาต. (2557). การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจโดยใช้ *OpenERP* สำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต การค้นคว้าอิสระ (วท.ม.)), มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, Dspace.

Byrne, G., Lubowe, D., & Blitz, A. (2007). Using a Lean Six Sigma approach to drive innovation. Strategy & Leadership, 35(2), 5-10.

DeCarlo, N. Breakthrough Management Group.(2007). The complete idiot's guide to Lean Six Sigma.

Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R. (2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. International Journal of Production Research, 52(3), 804-824.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of business process management* (Vol. 1): Springer.

Farmhouse. (2561). รายงานประจำปี *2561*. Retrieved from http://www.farmhouse.co.th/documents/investor/th/Annual_Report_18.pdf

Fellows, P. (1997). *Guidelines for small-scale fruit and vegetable processors* (Vol. 127): Food & Agriculture Org.

Kissflow Inc. (2019). Digital Process Automation: Everything You Need to Know. Retrieved from https://kissflow.com/bpm/digital-process-automation/

Kovach, T., & Cho, R. (2011). Better processes make GOOD EATS: Food industry can benefit from lean Six Sigma principles. Industrial Engineer, 43(1), 36-41.

Luo, H., Yang, X., & Kong, X. T. (2019). A synchronized production-warehouse management solution for reengineering the online-offline integrated order fulfillment. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *122*, 211-230.

Manufacture Overhaul Rapid and Optimal. (2561). MRP (Material Requirement Planning) คืออะไร? Retrieved from http://www.moro.co.th/mrp-material-requirement-planning-คืออะไร/

Messinger, B. L., Rogers, D. N., & Hawker, C. D. (2019). Automation and Process Re-engineering Work Together to Achieve Six Sigma Quality: A 27-Year History of Continuous Improvement. *Laboratory medicine*, *50*(2), e23-e35.

Näslund, D. (2008). Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?. Business process management journal, 14(3), 269-287.

SourceCode Technology Holdings, I. (2019). Digital Process Automation.

Van der Aalst, W. M. (2013). Business process management: a comprehensive survey. *ISRN Software Engineering*, *2013*.

Volman, T. (1992). E., Berry, WL, and Whybark, DC (1992). *Manufacturing Planning and Control Systems*.

กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจในยุคไทยแลนด์ 4.0

นางสาวนันท์นภัส กุนดี* และดร.วรเดช ณ กรม

Digital Marketing Strategies Problems and opportunities of exporting agricultural products through B2B Marketplace in Thailand 4.0 era

Miss Nannaphat Kundee* and Dr. Woradech Na Krom

ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Business Administration, Business, Economics and Communications, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: kulladak89@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสัมภาษณ์ เทปบันทึกเสียง มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)และวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ สถิติย้อนหลังปริมาณการส่งออก ซึ่งผลการวิจัย พบว่า 1) จากการนำเทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติมาใช้งานกับเว็ปไซต์ Thaitrade.com พบว่าทำให้ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็วขึ้นและตรงจุดมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นยอดขายที่มากขึ้น อันเป็นผลจากการนำเสนอในสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการได้ในเวลาที่รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ จากการประมวลผลของระบบการบริหารจัดการด้วยอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูงรวมทั้งช่วยในการทำ CRM เพื่อบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้าและบริหารจัดการช่องทางสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ 2) ผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตรมีรูปแบบกระบวนการทางธุรกิจเกี่ยวกับการส่งออกโดยมองถึงปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งออก โดยมุ่งเน้นทำการตลาดดิจิทัลในการส่งออก เพื่อลดต้นทุนอย่างชาญฉลาด นำมาซึ่งแนวทางและทำให้เกิดการเพิ่มศักยภาพในการใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ส่งผลทำให้ธุรกิจที่ส่งออกสินค้าเกษตรในรูปแบบ B2B ที่กำลังเริ่มต้นหรือกำลังดำเนินการสามารถนำไปต่อยอด ปรับใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลกับธุรกิจภาคการส่งออกเพื่อสร้างประสิทธิภาพและจุดแข็งได้อย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืนตามยุคไทยแลนด์ 4.0

คำสำคัญ: กลยุทธ์ การตลาดดิจิทัล การส่งออก สินค้าเกษตร พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจ

Abstract

This study was conducted as a qualitative research-based analysis. It has the following objectives: To use digital marketing strategies to evaluate challenges in exporting goods. Observation, In-depth interviews were conducted to collect data. Our analysis found that 1) The use of automated marketing technology in the website Thaitrade.com was enable both buyers and sellers to communicate faster and to the point, therefore, it helps increase sale values. This data can be deviced from analyzing the management system with high precision algorithm, and CRM 2) the exporters of agricultural products put focus on factors affecting efficiency of export using tools such as digital marketing in order to reduce cost. Therefore, utilizing digital marketing for agricultural products vio B2B can help in enhancing export business in the era of Thailand 4.0

Keywords; Strategy, Digital marketing, Export, Agricultural products, B2B Marketplace

บทนำ

นโยบายหลักในการพัฒนาประเทศจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ นโยบายเศรษฐกิจดิจิทัลของรัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเกษตรกร และสถาบันการทำการเกษตร เพื่อนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตรให้มีความเข้มแข็ง ปรับตัวได้ สามารถแข่งขันได้ภายใต้สภาพการแข่งขันที่รุนแรง การยกระดับความสามารถในการตอบสนองต่อลูกค้าและเพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขันตลอดห่วงโซ่อุปทาน ประกอบไปด้วย ผู้จำหน่ายปัจจัยเกษตรกร ผู้รับซื้อ ผู้ประกอบการแปรรูป ผู้จัดจำหน่าย และผู้ประกอบการส่งออก จำเป็นต้องมีการผสานนำเอาเทคโนโลยีและระบบดิจิทัลต่าง ๆ มาบูรณาการกับลักษณะงานของธุรกิจตลอดห่วงโซ่ (Zimmermann and Foerstl, 2014) และที่สำคัญเพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศ และนโยบายของประเทศไทย ในการผลักดันผู้ประกอบการไปสู่ประเทศไทย 4.0 การส่งเสริมการส่งออกและการลงทุนในต่างประเทศ รวมทั้งการส่งเสริมกลุ่ม SMEs และ ผู้ประกอบการใหม่ (Start Up) ซึ่งแต่ละกลุ่มกำลังวางระบบและกำหนดแนวทางในการขับเคลื่อนนโยบายอย่างเข้มข้น ตามนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy)ของรัฐบาล โดยพัฒนาเครื่องมือในการสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการ เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจจากการนำเทคโนโลยี ดิจิทัลและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และเป็นแนวทางเดียวกันกับแผนปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ ประเด็นปฏิรูปที่ 7 การปฏิรูปอุตสาหกรรมเศรษฐกิจดิจิทัล พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์(E-Commerce) เป็นช่องทางการตลาดที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในทศวรรษที่ผ่านมา ตามระดับการพัฒนาทางเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานที่เปลี่ยนแปลง ทั้งจากการขยายโครงข่าย Broadband ซึ่งทำให้ Internet มีความเร็วสูงขึ้น ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ตลอดจนเกิดจากการคิดค้นนวัตกรรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใหม่ ๆ อาทิ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ Smart Phone หรือ Tablet ซึ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการจับจ่ายใช้สอยสินค้าและบริการเป็นแบบออนไลน์มากยิ่งขึ้น การค้าออนไลน์จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ประกอบการทั่วโลกรวมถึงในประเทศไทยได้หันมาใช้ช่องทางออนไลน์ในการดำเนินธุรกิจอย่างแพร่หลาย ทั้งในลักษณะช่องทางเสริมช่องทางหลัก ถือเป็นเครื่องมือทางการตลาดที่ทรงพลัง การค้าออนไลน์ได้กลายมาเป็นอีกหนึ่งเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจผ่านการบริโภคในประเทศ รวมไปถึงใช้เป็นเครื่องมือในการขยายตลาดการส่งออกได้เช่นเดียวกัน

ในปัจจุบันธุรกิจการเกษตรมีการนำระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce)มาใช้ เพื่อมุ่งเน้นการตลาดสมัยใหม่ ตามกรอบแผนพัฒนาระบบเกษตรดิจิทัลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระยะปี (พ.ศ.2560-2564) (DA : Digital Agriculture) ยุทธศาสตร์ที่ 4 Agricultural Goods: สร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตรด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจำหน่าย กระตุ้นการบริโภคสินค้าเกษตรที่มาจากแหล่งผู้ผลิตโดยตรงให้เพิ่มขึ้น โดยจัดให้มีช่องทางการจำหน่ายสินค้าเกษตร ที่ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อสินค้าได้โดยไม่ต้องผ่านผู้แทนจำหน่าย ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้สามารถนำเข้าสู่ตลาดดิจิทัล เพื่อการจัดจำหน่ายสินค้าออนไลน์ และผู้บริโภคสามารถเรียกดูข้อมูลของสินค้านั้นย้อนกลับไปถึงแหล่งที่มา และกระบวนการผลิตได้อย่างสะดวกรวดเร็ว แนวโน้ม e-Commerce ในปี 2561 เติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการซื้อขายสินค้าออนไลน์ ในปี 61 คิดเป็น 3,058,987.04 ล้านบาท ขยายตัว 8.76% จากปี 60 ที่มีมูลค่า e-Commerce ทั้งสิ้น 2,812,592.03 ล้านบาท สำหรับมูลค่า E-Commerce ในปี 60 ส่วนใหญ่เป็นมูลค่าประเภท B2B ประมาณ 1,675,182.23 ล้านบาท หรือคิดเป็น 59.56% รองลงมาเป็นมูลค่าประเภท B2C จำนวนมากกว่า 812,612.68 ล้านบาท หรือ 28.89% และส่วนที่เหลือราว 324,797.12 ล้านบาท หรือ 11.55% เป็นมูลค่าตามธุรกิจประเภท B2G ซึ่งเมื่อเทียบมูล ค่าอีคอมเมิร์ซของปี 2560 กับปี 2559 จะพบว่ามูลค่าของประเภท B2B มีการเติบโตขึ้น 8.63% เช่นเดียวกับประเภท B2C ที่โตขึ้น 15.54% ETDA ให้เหตุผลการสำรวจข้อมูลกลุ่มธุรกิจอีคอมเมิร์ซในครั้งนี้ว่า เพื่อนำมาใช้อ้างอิงหรือเปรียบเทียบกับอีคอมเมิร์ซต่างประเทศ และเพื่อให้หน่วยงานรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลไปใช้วางนโยบาย บริหารจัดการกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจให้สอดคล้องกับสภาพของตลาดที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยให้อีคอมเมิร์ซไทยพัฒนาได้อย่างถูกจุด มีประสิทธิภาพและยั่งยืน (ข้อมูลจาก ETDA "สุรางคณา วายุภาพ'' กล่าว,2561)

โอกาสของผู้ประกอบการไทย โดยทางศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจทีเอ็มบีได้มองว่าอีก5ปีข้างหน้า การค้าปลีกผ่านระบบออนไลน์จะมีมูลค่ามากกว่า 6 ล้านล้านบาท หรือเพิ่มขึ้น 2.5 เท่าจากปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่เกือบร้อยละ60 มาจากอีคอมเมิร์ซประเภทธุรกิจขายให้ธุรกิจ หรือ B2B ซึ่งสินค้าเกษตรไทยเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศโดยเฉพาะตลาดจีน โดยธุรกิจ SME สามารถขายผ่านออนไลน์ได้เป็นสินค้าที่มีเอกลักษณ์ความเป็นไทย มีความจำเพาะทางภูมิศาสตร์ และเป็นสินค้าที่มีขายเฉพาะตลาดในประเทศไทย เช่น ผลไม้สด ซึ่งในช่วงปี 2560 ที่ผ่านมา ไทยมีการส่งออกสินค้าผลไม้สดไปยังตลาดโลกมีมูลค่ากว่า 76,000 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 40% จากปี 2559 มีตลาดหลักได้แก่ อันดับ 1. จีน 45% 2. เวียดนาม 30% 3. ฮ่องกง 8% 4. อินโดนีเซีย 4% 5. สหรัฐอเมริกา 3% โดยที่ไทยส่งออกสินค้าผลไม้ ไปจีน มีมูลค่าสูงถึง 22,284 ล้านบาท (ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจ, 2561)

สำหรับประเทศไทย ในโลกยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงโลกแห่งเทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นตลาดการส่งออก ผู้ประกอบการธุรกิจต่างช่วงชิงกันนำกลยุทธ์ต่าง ๆ มาผนวกกับเทคโนโลยีนำมาต่อยอดและพัฒนาบริการด้านการค้า การส่งออก เพื่ออำนวยความสะดวกและสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าในยุคดิจิทัลให้ได้มากที่สุด จึงถือเป็นความท้าทายและเป็นอีกช่องทางสำคัญสำหรับผู้ประกอบการไทยที่ต้องเร่งปรับตัว โดยเฉพาะผู้ส่งออกในการขยายตลาดส่งออก เพื่อช่วยลดผลกระทบจากการส่งออกในรูปแบบเดิม จากประเด็นปัญหาข้างต้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ เพื่อทำการศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร นำมาซึ่งแนวทางและทำให้เกิดการเพิ่มศักยภาพในการใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ส่งผลทำให้ธุรกิจที่ส่งออกสินค้าเกษตรในรูปแบบ B2B ที่กำลังเริ่มต้นหรือกำลังดำเนินการ สามารถนำไปต่อยอดปรับใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลกับธุรกิจเพื่อสร้างจุดแข็ง และเกิดประสิทธิผลสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร

คำถามวิจัย

1) กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลในการส่งออกสินค้าเกษตร ผ่านรูปแบบ B2B Marketplace เป็นอย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง "กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจในยุคไทยแลนด์4.0" ซึ่งใช้วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยการสัมภาษณ์แบบเ ชิงลึก (In-de pth Interview) โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอ บเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.ขอบเขตด้านเนื้อหา ครอบคลุมข้อมูลดังนี้

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษา กลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร ผ่านรูปแบบ B2B Marketplace โดยเจาะข้อมูลหลักที่ Marketplace ดังนี้

Alibaba.com

Tmall.com

Thaitrade.com

และศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ สถิติย้อนหลังปริมาณการส่งออก จากหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

1.กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ (DITP) กระทรวงพาณิชย์

2.สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

3.กรมการค้าภายใน

2. ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

1.ผู้บริหาร Thaitrade.com ที่มีบทบาทและส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารองค์กร รวมถึงทราบกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ใช้ในการส่งออกสินค้าเกษตร

2.ผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตร ผู้ที่ทราบถึงปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบ B2B Marketplace

การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 8 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ในการเลือกผู้บริหารไทยเทรดดอทคอม (Thaitrade.com) 3 คน และผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตร 5 คน มาเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากผู้บริหาร Thaitrade.com เป็นผู้ที่มีบทบาทและส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล และใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลในการส่งออกสินค้าเกษตร และผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตรคือผู้ที่ทราบถึงปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบ B2B ตลอดจนแนวทางและวิธีป้องกันเมื่อเกิดปัญหาในการส่งออกสินค้าเกษตร ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สามารถให้ข้อมูลที่ตอบโจทย์งานวิจัยได้ดีที่สุด และเหตุผลที่ทำไมต้องเป็นคนจากองค์กรนี้ เนื่องจาก Thaitrade.com จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการไทยในการส่งออกสินค้าเกษตรรายแรกของประเทศไทย โดยมีการนำกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลมาใช้และประสบความสำเร็จจริง จึงได้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลกับผู้ประกอบการรายใหม่ หรือธุรกิจที่ส่งออกสินค้าเกษตรในรูปแบบ B2B (ธุรกิจกับธุรกิจ) ที่เริ่มทำธุรกิจหรือกำลังดำเนินการในการส่งออกสินค้าเกษตรสามารถนำไปปรับใช้ต่อยอดเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการทำวิจัย ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2562 – กุมภาพันธ์ 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.การตลาดดิจิทัล (Digital Marketing) หมายถึง การตลาดรูปแบบใหม่ที่พัฒนามาจากการตลาดแบบดั้งเดิม โดยเป็นการทำการตลาดผ่านช่องทางดิจิทัล เพื่อสร้างกิจกรรมทางการตลาดและการสื่อสารไปยังผู้บริโภค

2.กลยุทธ์ (Strategy) หมายถึง วิธีดำเนินการสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ หากเป็นกลยุทธ์ในการทำธุรกิจเป้าหมายคือ ความสำเร็จของธุรกิจซึ่งหมายความว่าต้องสามารถแย่งส่วนแบ่งตลาดจากคู่แข่งในท้องตลาดได้ การจะวางกลยุทธ์เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้บริหารรู้ว่า ปัจจุบันธุรกิจของตนเองอยู่ ณ จุดใด ในอนาคตต้องการให้ไปสู่จุดใด จากนั้นจึงหาวิธีการเพื่อทำให้ไปให้ถึงเป้าหมายในอนาคตตามที่วางไว้

3. ปัญหา (Problem) หมายถึง ประเด็นที่เป็นอุปสรรค ความยากลำบาก ความต้านทาน หรือความท้าทาย หรือเป็นสถานการณ์ใด ๆ ที่ต้องมีการแก้ปัญหา

4. โอกาส (Opportunities) หมายถึง ปัจจัยและสถานการณ์ภายนอกที่เอื้ออำนวยให้การทำงานขององค์การบรรลุวัตถุประสงค์ หรือ สภาพแวดล้อมภายนอกที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการขององค์กร

5.การส่งออก (Export) หมายถึง การจัดส่งสินค้าและบริการจากต้นทางสู่ปลายทางในทางบก ทางน้ำหรืออากาศ โดยผู้ส่งสินค้าหรือบริการออกเรียกว่า "ผู้ส่งออก" ส่วนในทางการค้าระหว่างประเทศ การส่งออกหมายถึง การขายสินค้าและบริการในประเทศไปสู่ตลาดอื่น (ตลาดสากล)

6.สินค้าเกษตร (Agricultural products) หมายถึง ผลิตผลทางการเกษตร ผลไม้สด

7. B2B (Business to Business) หมายถึง ธุรกิจที่มุ่งเน้นการให้บริการแก่ผู้ประกอบการด้วยกัน ตัวอย่างเช่น ผู้ประกอบการในระดับเดียวกัน หรือต่างระดับกันก็ได้ หรือผู้ผลิตกับผู้ผลิต ผู้ผลิตกับผู้ส่งออก ผู้ผลิตกับผู้นำเข้า ผู้ผลิตกับผู้ค้าส่งและค้าปลีก เป็นต้น

8. Marketplace หมายถึง คลังสินค้าบนโลกออนไลน์ ที่เป็นเว็บไซต์สื่อกลางสำหรับการติดต่อซื้อขาย ที่ได้รวบรวมสินค้า ร้านค้า บริษัท จำนวนมากไว้ด้วยกัน ซึ่งถือว่าเป็นสถานที่ที่ทำให้ผู้ซื้อ และผู้ขายมาเจอกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล (Digital Marketing Strategy)

1.1 นิยามและความหมายกลยุทธ์

กลยุทธ์ (Strategy) หมายถึง แผนรวม (Comprehensive Plan) ของการดำเนินการที่กำหนดทิศทางของการกระทำ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายระยะยาวของทั้งองค์กร โดยกลยุทธ์จะระบุขั้นตอนหรือวิธีการพื้นฐานที่ผู้บริหารจะต้องวางแผนตามที่ระบุไว้จึงบรรลุเป้าหมายที่กำหนด (เสนาะ ติเยาว์, 2558)

1.2 นิยามและความหมายการตลาดดิจิทัล

Reitzen (2007) ได้ให้ความหมายของการตลาดดิจิทัล คือ วิธีการในการส่งเสริมสินค้าและ บริการโดยอาศัยช่องทางฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อเข้าถึงผู้บริโภค ในเวลาที่รวดเร็ว มีความสัมพันธ์กับ ความต้องการ มีความเป็นส่วนตัว และใช้ต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปความหมายของการตลาดดิจิทัล คือ การตลาดรูปแบบใหม่ที่พัฒนามาจากการตลาดแบบดั้งเดิม โดยเป็นการทำการตลาดผ่านช่องทางดิจิทัลเพื่อสร้างกิจกรรมทางการตลาดและการสื่อสารไปยังผู้บริโภค

2.แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับปัญหาและโอกาส

2.1 ทฤษฎี SWOT Analysis

ปัญหา (Problem) หมายถึง ประเด็นที่เป็นอุปสรรค ความยากลำบาก ความต้านทาน หรือความท้าทาย หรือเป็นสถานการณ์ใด ๆ ที่ต้องมีการแก้ปัญหา

โอกาส (Opportunities) หมายถึง ปัจจัยและสถานการณ์ภายนอกที่เอื้ออำนวยให้การทำงานขององค์การบรรลุวัตถุประสงค์ หรือ สภาพแวดล้อมภายนอกที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการขององค์กร

ทฤษฎีการวิเคราะห์ SWOT คือ การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและภายนอก ประกอบด้วย การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน เพื่อให้รู้ตนเอง(รู้เรา) รู้จักสภาพแวดล้อม (รู้เขา) ชัดเจน และวิเคราะห์โอกาส-อุปสรรค การวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายในองค์กร ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารขององค์กรทราบถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่ เกิดขึ้นภายนอกองค์กร ทั้งสิ่งที่ได้เกิดขึ้นแล้วและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต รวมทั้ง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ที่มีต่อองค์กรธุรกิจ และจุดแข็ง จุดอ่อน และความสามารถ ด้านต่าง ๆ ที่องค์กรมีอยู่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการกำหนดวิสัยทัศน์การ กำหนดกลยุทธ์และการดำเนินตามกลยุทธ์ขององค์กรระดับองค์กรที่เหมาะสมต่อไป

S มาจาก (Strengths) หมายถึง จุดเด่นหรือจุดแข็งหรือข้อได้เปรียบ เป็นข้อดีที่เกิดจาก สภาพแวดล้อมภายในบริษัท เช่นจุดแข็งด้านการเงิน จุดแข็งด้านการผลิต จุดแข็งด้านทรัพยากร บุคคล บริษัทจะต้องใช้ประโยชน์จากจุดแข็งในการกำหนดกลยุทธ์การตลาด

W มาจาก (Weaknesses) หมายถึง จุดด้อยหรือจุดอ่อนหรือข้อเสียเปรียบ ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายใน เป็นปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมซึ่งผู้ผลิตจะต้องหาวิธีการแก้ปัญหานั้น

O มาจาก (Opportunities) หมายถึง โอกาส ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นผลจากการที่สภาพแวดล้อมภายนอกของอุตสาหกรรม เอื้อประโยชน์หรือส่งเสริมการผลิตและการส่งออก โอกาสนั้นมีความแตกต่างจากจุดแข็งตรงที่ โอกาสเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก แต่จุดแข็งนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายใน ซึ่งผู้ผลิตและส่งออกจะต้องเสาะแสวงหาโอกาสอยู่เสมอ และใช้ประโยชน์จากโอกาสนั้น

T มาจาก Threats หมายถึง อุปสรรค ข้อจำกัด ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งผู้ผลิตหรือภาครัฐบาลจำเป็นต้องปรับนโยบาย ให้สอดคล้องและพยายามขจัดอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

SWOT เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์สำหรับองค์กรหรือโครงการ ซึ่งช่วยผู้บริหารกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายในโอกาสและอุปสรรคจาก สภาพแวดล้อมภายนอก สำหรับกำหนดแผนงานโครงการจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนด วิสัยทัศน์และการกำหนดกลยุทธ์เพื่อให้อุตสาหกรรมพัฒนาไปในทางที่เหมาะสม

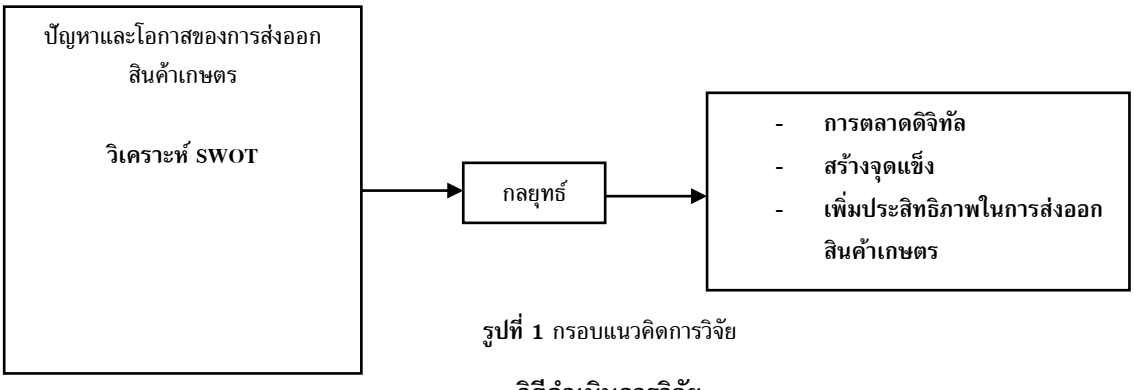
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิยะดา ชัยเวช, วิชญานัน รัตนวิบูลย์สม และ ปรีดา ศรีนฤวรรณ (2561) ศึกษากลยุทธ์การตลาดเพื่อการแข่งขันของบริษัทผู้ส่งออกลำไยสดของไทยในตลาดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบของกลยุทธ์การตลาดเพื่อการแข่งขันในการส่งออกลำไยสดไปยังตลาดอาเซียน ที่มีผลต่อผลดำเนินงานจากการส่งออกของ

กิจการ ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมออกแบบการวิจัยแบบต่อเนื่องโดยใช้แบบเชิงสำรวจ เริ่มต้นจากการวิจัยเชิงคุณภาพและตามด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ส่งออกลำไยสด จำนวน 150 ราย วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า ผู้ส่งออกมีรูปแบบกลยุทธ์การตลาดเพื่อการแข่งขัน 4 รูปแบบ คือ กลยุทธ์การสร้างความแตกต่างที่การตลาด กลยุทธ์ความแตกต่างเฉพาะกลุ่ม กลยุทธ์การสร้างความแตกต่างที่นวัตกรรม และกลยุทธ์ที่มุ่งเน้นผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า ในภาพรวมกลยุทธ์การตลาดเพื่อการแข่งขันไม่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลการดำเนินงานจากการส่งออก แต่ในตัวแปรย่อมมีเพียงกลยุทธ์การสร้างความแตกต่างที่การตลาดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตรากำไรขั้นต้น อัตรากำไรสุทธิ และการเปลี่ยนแปลงยอดส่งออกลำไยสด

ณัฐชุดา เดชพ่วง,กนกพร ชัยประสิทธิ์ (2561) ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกประเทศที่มีผลต่อการส่งออกทุเรียนไปสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยภายในประเทศที่มีผลต่อการส่งออกทุเรียนไปประเทศจีน (2) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยภายนอกประเทศที่มีผลต่อการส่งออกทุเรียนไปประเทศจีน (3) เพื่อหาแนวทางเพิ่มศักยภาพในการส่งออกให้มีประสิทธิภาพและเพิ่มมูลค่าในผลิตภัณฑ์ทุเรียน ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ทุเรียนโดยรวม ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกประเทศที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกทุเรียน โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายปี ตั้งแต่พ.ศ.2549 ถึง พ.ศ.2558 รวม 10 ปี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐมิติแบบสมการถดถอยพหุเชิงซ้อนและใช้วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares--OLS) ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยในแบบจำลองนี้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงปริมาณการส่งออกทุเรียนไปประเทศจีนได้ร้อยละ 90.21 ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศจีน รองลงมาคือ ราคาส่งออก (F.O.B.) ทุเรียนไทย ผลผลิตทุเรียนไทย อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ และมูลค่าการนำเข้าทุเรียนของประเทศจีน ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้สนับสนุนให้ผู้กำหนดนโยบายหรือหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง มีการปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจภาคการเกษตร ปรับโครงสร้างด้านการตลาด หาตลาดส่งออกใหม่ เพิ่มการใช้สินค้า เพิ่มมูลค่าในผลิตภัณฑ์ คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพและเพิ่มศักยภาพการเป็นผู้นำการส่งออกทุเรียนอันดับหนึ่งของโลก จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้กรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพ

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในหัวข้อ "กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจในยุคไทยแลนด์4.0" Digital Marketing Strategies Problems and opportunities of exporting agricultural products through B2B Marketplace in Thailand 4.0 era มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth Interview) โดยผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ กลุ่มอีมาร์เก็ตเพลส Thaitrade.com ซึ่งบริหารงานโดย กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ โดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการส่งจดหมายแนะนำตัว จดหมายรับรองจากคณะบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และเอกสารคำถามกึ่งโครงสร้างให้แก่กลุ่มตัวอย่าง โดยขอทำการสัมภาษณ์รวมทั้งสิ้น 8 คน มีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้บริหารไทยเทรดดอทคอม (Thaitrade) จำนวน 3 คน

2) ผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตร จำนวน 5 คน

2 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

การวิจัย "กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจในยุคไทยแลนด์ 4.0" เป็นงานวิจัยที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

แบบสัมภาษณ์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบบสัมภาษณ์ลักษณะนี้เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่เคร่งครัดในการตั้งคำถาม แต่ผู้วิจัยตั้งคำถามหลักเอาไว้ แต่ในสัมภาษณ์จะไม่เรียงคำถาม หรือในบางครั้งก็ถามนอกเหนือจากคำถามที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ระหว่างการสัมภาษณ์ ไม่เกินขอบเขตความต้องการในการศึกษาวิจัย โดยแบบสัมภาษณ์นี้ผู้วิจัยได้จากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นมีความแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ใช้ สัมภาษณ์ความรู้สึก ความคิดเห็น เป็นข้อคำถามที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นตามกรอบของวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เทปบันทึกเสียง การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เทปเพื่อบันทึกเสียงในการสัมภาษณ์ โดยใช้การบันทึกเสียงระหว่างการสัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการสัมภาษณ์ ซึ่งมีความสำคัญมากเพื่อช่วยป้องกันการหลงลืม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาจากเอกสาร ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร งานวิจัย บทความทางวิชาการ และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลต่อการส่งออกสินค้าเกษตร เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth Interview) จากผู้บริหาร Thaitrade.com ซึ่งบริหารงานโดยกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ และผู้ประกอบการที่เข้าร่วมการค้าส่งสินค้าเกษตร เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบ B2B Marketplace โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured or guided interviews) ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลอย่างละเอียดลึกซึ้ง โดยกำหนดคำถามที่ไม่แน่นอนตายตัว แต่เป็นคำถามที่มีคำสำคัญ เป็นการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกในประเด็นที่สนใจ

4. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปและการบันทึกภาคสนามมาอ่านหลาย ๆครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของข้อมูลที่ได้ และพิจารณาประเด็นที่สำคัญ

2. นำข้อมูลกลับมาอ่านอีกครั้งโดยละเอียดทุกบรรทัด และจึงตีความพร้อม ทำการดึงข้อความ หรือประโยคที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล

3. นำข้อมูลมาเรียบเรียงวิเคราะห์ผล และจัดระเบียบข้อมูล โดยทำการสรุปจำแนกตามประเด็น ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ใช้วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) การวิเคราะห์กระบวนการเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่อง "กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรผ่านรูปแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทธุรกิจกับธุรกิจในยุคไทยแลนด์ 4.0" เพื่อศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้แก่ ผู้บริหารไทยเทรดดอทคอม (Thaitrade.com) จำนวน 3 คนและผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตร จำนวน 5 คน รวมทั้งสิ้น 8 คน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คำสัมภาษณ์ด้านปัญหาและโอกาสการส่งออกสินค้าเกษตร ของผู้ประกอบการส่งออกจำนวน 5 คน ใช้การวิเคราะห์ SWOT

ผู้ประกอบการส่งออก	S (Strengths) จุดแข็ง	W (Weaknesses) จุดอ่อน	O (Opportunities) โอกาส	T (Threats) อุปสรรค
คนที่ 1	มีผลไม้สดหลากหลายชนิดเป็นที่ต้องการของตลาดส่งออก	ผลไม้บางชนิดมีฤดูกาลผลิตเพียงปีละครั้ง	ภาครัฐให้การสนับสนุนส่งออกผลไม้สด	การส่งออกผลไม้ไปประเทศหลัก เช่น จีน มีการตรวจคัดกรองผลไม้เข้มงวดขึ้น
คนที่ 2	ผลผลิตผลไม้สดมีคุณภาพ	ปริมาณผลไม้สดไม่เพียงพอต่อความต้องการในการส่งออก	ยังมีคู่แข่งขันน้อยที่จะแย่งส่วนแบ่งตลาดผลไม้คุณภาพ	การบริหารจัดการน้ำและแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรยังไม่สมบูรณ์
คนที่ 3	มีระบบการบริหารจัดการผลไม้สดให้มีคุณภาพเพื่อการส่งออก	ผลผลิตล้นตลาดในช่วงกลางฤดูกาลผลิต	ประเทศไทยเป็นประเทศที่เป็นราชาแห่งผลไม้	การส่งออกผลไม้ไปยังประเทศคู่ค้าบางประเทศมีข้อจำกัดมาก
คนที่ 4	มีเทคโนโลยีการผลิตที่มีคุณภาพ	อายุการเก็บรักษาผลไม้สด	หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนการส่งออก	มาตรฐานที่กำหนดโดยต่างประเทศบางกรณีมีผลกระทบต่อการส่งออก
คนที่ 5	ผลไม้สดจากประเทศไทยได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการมาก	เรื่องของแมลง และสารตกค้าง	รัฐบาลสนับสนุนด้านการส่งออก	ส่งออกมีการเข้มงวด คัดกรองแมลงและสารตกค้างเข้มงวด100%ในประเทศคู่ค้าหลัก

สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์คำสัมภาษณ์ด้านปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตรของผู้ประกอบการส่งออกจำนวน 5 คน โดยใช้การวิเคราะห์ SWOT ใช้วิธีการ Content Analysis นับจำนวนซ้ำของคำตอบในการสัมภาษณ์ ได้ดังนี้ ความคิดเห็นส่วนมากในเรื่องของจุดแข็ง (Strengths)ในการส่งออกสินค้าเกษตร คือ ผลไม้สดมีคุณภาพ และเป็นที่ต้องการของตลาดส่งออก จุดอ่อน (Weaknesses) คือ ปริมาณผลไม้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการส่งออก โอกาส (Opportunities) คือ ภาครัฐให้การสนับสนุนด้านการส่งออกสินค้าเกษตร อุปสรรค (Threats) คือ การส่งออกผลไม้มีการคัดกรองเข้มงวดมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ด้านกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ใช้ในการส่งออกสินค้าเกษตรของผู้บริหารไทยเทรดดอทคอม (Thaitrade.com) กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ผู้บริหารเลือกใช้ในการส่งออกสินค้าเกษตร ที่นำมาใช้และประสบความสำเร็จในการส่งออกมากที่สุด มีดังนี้

ตารางที่ 2 กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ผู้บริหารเลือกใช้ในการส่งออกสินค้าเกษตร ที่นำมาใช้และประสบความสำเร็จในการส่งออกมากที่สุด

ผู้ให้สัมภาษณ์	ประเด็นที่ถอดคำสัมภาษณ์
ผู้บริหารคนที่ 1	Thaitrade.com เป็นเว็ปไซต์ที่จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการไทยในการขายสินค้าออนไลน์ เพื่อการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ โดยนำเทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติ (Marketing Automation)เทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติมาใช้งานกับเว็ปไซต์ Thaitrade.com ทำให้ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็วขึ้นและตรงจุดมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นยอดขายที่มากขึ้น อันเป็นผลจากการนำเสนอในสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการได้ในเวลาที่รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ จากการประมวลผลของระบบการบริหารจัดการด้วยอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูง

ผู้ให้สัมภาษณ์	ประเด็นที่ถอดคำสัมภาษณ์
ผู้บริหารคนที่ 2	ใช้ CRM เพื่อบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้าและบริหารจัดการช่องทางสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยเน้นการบริการลูกค้า การเก็บข้อมูลพฤติกรรมในการใช้จ่ายและความต้องการของลูกค้า เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ในการบริหารจัดการงานบริการหลังการขาย และวิเคราะห์อนาคตของตลาดเพื่อช่วยในการตัดสินใจ
ผู้บริหารคนที่ 3	Marketing Automation พูดง่าย ๆ ก็คือ Software Platform ตัวหนึ่งที่เราจะใช้ในการทำงานให้มันเป็นไปอย่างอัตโนมัติ โดยที่เรามีหน้าที่เพียงแค่ป้อนคำสั่งไว้ในระบบให้มันทำตาม Workflows ที่เรากำหนดไว้ เพียงเท่านี้ระบบก็จะทำงานให้เราอัตโนมัติ ช่วยทำให้ลดทรัพยากรแรงงานลง และยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานโดยคน เทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติตัวนี้เข้ามาช่วยในการเร่งให้ยอดขาย การส่งออกเติบโตอย่างต่อเนื่องเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารที่ตรงกลุ่มเป้าหลาย และตรงกับความสนใจของทั้งผู้ซื้อและผู้ขายมากขึ้น

สรุปผล

จากการสัมภาษณ์ข้างต้นเห็นได้ว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ 2 คน มีความเห็นตรงกันในเรื่องการนำกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล Marketing Automationมาใช้ในการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ และอีก1 คน เห็น ว่า CRM มีส่วนช่วยในการบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้าและบริหารจัดการช่องทางสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ อาจกล่าวได้ว่ากลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ใช้ทั้ง 2 มีส่วนช่วยและผลักดันส่งเสริมการส่งออก ซึ่งกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลทั้ง2มีความเกี่ยวเนื่องและสัมพันธ์กันในการช่วยกระตุ้นยอดขายที่มากขึ้น อันเป็นผลจากการนำเสนอในสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการได้ในเวลาที่รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ จากการประมวลผลของระบบการบริหารจัดการด้วยอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูง

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ผู้บริหารไทยเทรดดอทคอม (Thaitrade.com) จำนวน 3 คนและผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตร จำนวน 5 คน รวมทั้งสิ้น 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ และเทปบันทึกเสียง ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview)โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิเคราะห์คำสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย มีดังนี้

"...Thaitrade.com เป็นเว็ปไซต์ที่จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการไทยในการขายสินค้าออนไลน์ เพื่อการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ โดยนำเทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติ (Marketing Automation)เทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติมาใช้งานกับเว็ปไซต์ Thaitrade.com ทำให้ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็วขึ้นและตรงจุดมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นยอดขายที่มากขึ้น อันเป็นผลจากการนำเสนอในสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการได้ในเวลาที่รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ จากการประมวลผลของระบบการบริหารจัดการด้วยอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูง" (ผู้บริหารคนที่ 1)

"...ใช้ CRM เพื่อบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้าและบริหารจัดการช่องทางสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยเน้นการบริการลูกค้า การเก็บข้อมูลพฤติกรรมในการใช้จ่ายและความต้องการของลูกค้า เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ในการบริหารจัดการงานบริการหลังการขาย และวิเคราะห์อนาคตของตลาดเพื่อช่วยในการตัดสินใจ" (ผู้บริหารคนที่ 2)

"...Marketing Automation พูดง่าย ๆก็คือ Software Platform ตัวหนึ่งที่เราจะใช้ในการทำงานให้มันเป็นไปอย่างอัตโนมัติ โดยที่เรามีหน้าที่เพียงแค่ป้อนคำสั่งไว้ในระบบให้มันทำตาม Workflows ที่เรากำหนดไว้ เพียงเท่านี้ระบบก็จะทำงานให้เราอัตโนมัติ ช่วยทำให้ลดทรัพยากรแรงงานลง และยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานโดยคน เทคโนโลยีการตลาดอัตโนมัติตัวนี้เข้ามาช่วยในการเร่งให้ยอดขาย การส่งออกเติบโตอย่างต่อเนื่องเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารที่ตรงกลุ่มเป้าหลาย และตรงกับความสนใจของทั้งผู้ซื้อและผู้ขายมากขึ้น" (ผู้บริหารคนที่ 3)

อภิปรายผล

ปัญหาและโอกาสของการส่งออกสินค้าเกษตร จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้ประกอบการส่งออกส่วนใหญ่พบว่า ปัญหาและโอกาสของการส่งออกมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานการส่งออก ตลอดจนเป็นแนวทางในการวางกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล ซึ่งการศึกษานี้เป็นการศึกษาในธุรกิจการเกษตรพบว่า การวิเคราะห์ SWOT ก่อนทำการกำหนดกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้ผลการดำเนินการส่งออกสินค้าเกษตรมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และได้มาซึ่งกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลในการส่งออกสินค้าเกษตร จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้บริหาร พบว่า ผู้บริหาร 2 คน มีความเห็นตรงกันในเรื่องการนำกลยุทธ์การตลาดดิจิทัล Marketing Automationมาใช้ในการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ และอีก 1 คน เห็น ว่า CRM มีส่วนช่วยในการบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้าและบริหารจัดการช่องทางสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ อาจกล่าวได้ว่ากลยุทธ์การตลาดดิจิทัลที่ใช้ทั้ง 2 มีส่วนช่วยและผลักดันส่งเสริมการส่งออก ซึ่งกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลทั้ง2มีความเกี่ยวเนื่องและสัมพันธ์กันในการช่วยกระตุ้นยอดขายที่มากขึ้น อันเป็นผลจากการนำเสนอในสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการได้ในเวลาที่รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ จากการประมวลผลของระบบการบริหารจัดการด้วยอัลกอริทึมที่มีความแม่นยำสูง

ประโยชน์ที่ได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตรมีรูปแบบกลยุทธ์ และกระบวนการทางธุรกิจเกี่ยวกับการส่งออกโดยมองถึงปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งออก โดยมุ่งเน้นใช้กลยุทธ์ทำการตลาดดิจิทัล เพื่อลดต้นทุนอย่างชาญฉลาด นำมาซึ่งแนวทางและทำให้เกิดการเพิ่มศักยภาพ ส่งผลทำให้ธุรกิจที่ส่งออกสินค้าเกษตรในรูปแบบ B2B ที่กำลังเริ่มต้นหรือกำลังดำเนินการสามารถนำไปต่อยอด ปรับใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลกับธุรกิจภาคการส่งออกเพื่อสร้างประสิทธิภาพและจุดแข็งได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

ข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยที่ต่อเนื่องได้ดังนี้ แนะนำให้ทำการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ปัจจัยด้าน Mobile& App Marketing เพื่อนำข้อมูลมาใช้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนกลยุทธ์การตลาดดิจิทัลต่อไป และแนะนำให้ทำการศึกษาธุรกิจอื่น ๆ โดยอาจทำการศึกษาปัจจัยทางการตลาดดิจิทัลที่มีอิทธิพลต่อธุรกิจ เช่น การสร้างแบรด์ การกระตุ้นยอดขาย การสร้างการรับรู้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

ณัฐชุดา เดชพ่วง,กนกพร ชัยประสิทธิ์. (2561). ความสัมพันธ์ของปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกประเทศ ที่มีผลต่อการส่งออกทุเรียนไปสาธารณรัฐประชาชนจีน. วารสารวิชาการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิยะดา ชัยเวช, วิชญานัน รัตนวิบูลย์สม และ ปรีดา ศรีนฤวรรณ. (2561). กลยุทธ์การตลาดเพื่อการแข่งขันของบริษัทผู้ส่งออกลำไยสดของไทยในตลาดประชาคมเศรษฐกิจ อาเซียน. วารสารการวิจัยเพื่อการพัฒนาชุมชนมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ณัฐพล ใยไพโรจน์. (2558). Digital marketing: Concept & case study. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด.10 ความต่างระหว่างการตลาดแบบดั้งเดิมและการตลาดดิจิทัล. (2558). สืบค้นจาก https://thumbsup.in.th/2015/02/10-differences-classic-marketing-digital-marketing/

บทความสินค้าเกษตรส่งออกของไทย. (2018). สืบค้นจาก https://www.freightexpress.co.th/

Aaker, D. (2016). The Four Faces of Digital Marketing. Retrieved from https://www.ama.org/publications/MarketingNews/Pages/the-four-faces-of digital-marketing.aspx.

Chaffey, D, & Ellis-Chadwick, F. E. (2016). Digital Marketing (6th Edition), Pearson Education Limited, United Kingdom.

Damian, R., & Calvin, J. (2009). Understanding DIGITAL marketing, marketing strategies for engaging the digital generation. Great Britain and the United States: Kogan Page Limited.

Email marketing การตลาดที่ไม่มีวันเอ้าท์. (2018). สืบค้นจาก http://www.ihdigital.co.th/email-marketing/.

Georgieva, M. (n.d.). An Introduction to Email Marketing. E -book: Winn Technology group. Retrieved from http://www.winntech.net/demand-centerautomation/email-marketing.

Kaur, G. (2016). Social Media Marketing. Asian Journal of Multidisciplinary Studies, 4 ,34-36.

Kotler, P. (1997). Marketing Management-Analysis, Planning, Implementation and Control. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.

Kotler, P., Kartajaya H., & Setiawan, I. (2017). Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, U.S.A.

Malaga, R.A. (2008). Worst Practices in Search Engine Optimization. Communications of the ACM , 51 , 147-150.

การจัดตารางการผลิตแบบทันเวลาพอดีด้วยวิธีการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด

ศิรินภา เพิ่มเพ็ง ฉัตรณรงค์ กรุดธูป ธนากร อินอ้น ณัฐพร ตั้งเจริญชัย สุกฤษฎิ์ เพชรสวัสดิ์
และ ธัชชัย เทพกรณ์*

Just-in-Time Production Scheduling Using a Mathematical Programming Model: A Case Study of the ABC Company

Sirinapa Phomepheng, Chatnarong Krutthup, Thanakon Inon, Nattaporn Tungcharoenchai,
Sukrit Phetsawat, and Thatchai Thepphakorn*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ต.พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phlai Chumphon, Mueang District, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail: thatchai.t@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ แก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตให้กับสถานประกอบการ ABC แห่งหนึ่งด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming Model) โดยให้เกิดต้นทุนการดำเนินงานรวมให้น้อยที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนที่เกิดจากการผลิตล่าช้ากว่ากำหนดและต้นทุนที่เกิดจากการผลิตเสร็จก่อนกำหนด ข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า ข้อมูลผลิตภัณฑ์และเครื่องจักร รวมถึงข้อบังคับและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะถูกเก็บรวบรวมและนำมาสร้างเป็นข้อมูลโจทย์ปัญหาของสถานประกอบการกรณีศึกษา จากนั้นทำการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาดังกล่าวขึ้นมาและประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็นส่วนเสริม ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลเข้ามาใช้ในการค้นหาตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ผลการทดลองพบว่า แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาสามารถสร้างตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดได้ในทุกโจทย์ปัญหาของสถานประกอบการกรณีศึกษา นอกจากนี้ตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจะได้ต้นทุนการดำเนินงานรวมที่น้อยที่สุด ซึ่งดีกว่าต้นทุนรวมที่ได้จากตารางการผลิตเดิมของสถานประกอบการกรณีศึกษาได้ถึง 73 เปอร์เซ็นต์ในบางโจทย์ปัญหา

คำสำคัญ: การจัดตารางการผลิต ต้นทุน แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

Abstract

The objective of this research aimed to solve scheduling problem for an ABC company using Mathematical Programming Model in order to minimise total operating costs including delay and early production costs. Purchasing data received from customers, product and machine data, and all related constraints were collected and generated to be datasets for case study. Then, a Mathematical Programming Model for this work was developed before adopting Solver program that is an add-in option provided for Microsoft Excel to find the optimal production schedule. Experimental results indicated that the proposed model can be applied to construct the optimal production schedule for all dataset of the selected company. Moreover, total operating costs obtained the optimal production schedule for a case study company was better than the total costs obtained from the current production schedule up to 73 percentage in some cases.

Keywords: Scheduling, Cost, Mathematical programming model, Optimisation

บทนำ

แผนพัฒนา Thailand 4.0 เป็นวิสัยทัศน์เชิงนโยบายของรัฐบาล มีบทบาทที่สำคัญในการผลักดันเศรษฐกิจภายในประเทศ เพื่อเปลี่ยนเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมให้มากขึ้น รวมถึงเพิ่มศักยภาพการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจในทุก ๆ ด้านให้กับประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านของไทย เป็นอีกธุรกิจที่จำเป็นจะต้องปรับตัวเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของคุณภาพ การดีไซน์ การใช้ประโยชน์ รวมถึงเรื่องราคาที่ลูกค้ายอมรับได้ โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ตลาดของโลกที่มีการแข่งขันกันสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอันเนื่องมาจากการวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลให้การพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศมีความยั่งยืนมากขึ้นในอนาคต

สถานประกอบการบริษัท ABC จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินงานผลิตชิ้นส่วนประกอบโครงฝ้าเพดานต่าง ๆ หลายประเภท เช่น โครงกัลวาไนซ์แบบโครงตัวยู (U) โครงกัลวาไนซ์แบบโครงตัวซี (C) และโครงกัลวาไนซ์แบบโครงตัวที (T) เป็นต้น สถานประกอบการแห่งนี้ทำการผลิตตามอุปสงค์ของลูกค้า (Make to order) ที่จะต้องสามารถผลิตสินค้าและปริมาณสินค้าในช่วงเวลาการผลิตภายใต้เครื่องจักรและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เป็นผลทำให้ส่งสินค้าไม่เหมาะสมบ่อยครั้งที่ผลิตไม่ทันตามความต้องการของลูกค้าและเกิดความล่าช้าของการจัดส่งสินค้าและมีการทำงานล่วงเวลาเกิดขึ้น จึงทำให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพย์สินและเวลามากขึ้นในการผลิตสินค้า แต่ในบางครั้งมีการผลิตเสร็จก่อนกำหนดที่ลูกค้าต้องการ ทำให้เกิดปัญหาพื้นที่การจัดเก็บสินค้าที่ไม่เพียงพอ เกิดต้นทุนจมขาดเงินหมุนเวียนในระบบอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไม่สามารถจัดตารางงานที่เหมาะสมที่สุดหรือมีประสิทธิภาพมากที่สุดได้

โดยทั่วไปแล้วการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในสถานประกอบการจริงให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการภายใต้ข้อบังคับและข้อจำกัดต่าง ๆ จำนวนมากจัดเป็นงานยากและท้าทาย สถานประกอบการกรณีศึกษาแห่งนี้มีลักษณะการผลิตตามอุปสงค์ของลูกค้า อย่างไรก็ตามการจัดตารางการผลิตของสถานประกอบการแบบเดิมจะอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานในการดำเนินงานเป็นหลัก ส่งผลให้การใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในการผลิตไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร แรงงาน พื้นที่การจัดเก็บพัสดุ เป็นไปอย่างสะเปะสะปะและไม่แน่นอน ลำดับงานในการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถกำหนดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้ ส่งผลให้การส่งมอบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้กับลูกค้าล่าช้ากว่าที่กำหนดอยู่บ่อยครั้ง หรือบางครั้งมีการผลิตเสร็จก่อนกำหนดที่ลูกค้าต้องการ ทำให้เกิดปัญหาพื้นที่การจัดเก็บสินค้าที่ไม่เพียงพอ จนเกิดเป็นค่าปรับต่าง ๆ ตามมาโดยไม่จำเป็น รวมไปถึงต้นทุนในการเสียโอกาสหรือเสียลูกค้าต่อไปในอนาคตซึ่งจัดเป็นความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินด้วยเงินทุนได้

ดังนั้นการจัดตารางการผลิตโดยประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่เข้ามาช่วยในการจัดตารางการผลิตของสถานประกอบการแห่งนี้ซึ่งจะช่วยในการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและการขาดแคลนบุคลากรในการปฏิบัติงานของสถานประกอบการแห่งนี้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ภายใต้ระยะเวลาและข้อจำกัดหรือข้อกำหนดตกลงในการส่งมอบชิ้นงานหรือสินค้าให้กับลูกค้า เพื่อไม่ให้เกิดการปฏิบัติงานล่วงเวลาในการที่จะผลิตให้ทันการส่งมอบรวมถึงการผลิตเสร็จก่อนกำหนดที่ลูกค้าต้องการโดยไม่จำเป็น เพื่อสร้างตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่มีลักษณะความสมดุลแบบทันเวลาพอดี ไม่ผลิตช้าเกินไปหรือผลิตเสร็จก่อนเร็วเกินไป

วัตถุประสงค์

เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมแบบทันเวลาพอดี ด้วยวิธีการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เกิดลดต้นทุนการดำเนินงานรวมให้น้อยที่สุด กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดตารางการผลิต (Scheduling problem) เป็นปัญหาที่สำคัญและพบเจอได้บ่อยในภาคอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากโรงงานต้องการแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการดำเนินการผลิตภายใต้ข้อบังคับและข้อจำกัดต่าง ๆ มากมายในการผลิต เช่น เวลา เครื่องจักร ทรัพยากรบุคลกร เป็นต้น ดังนั้นการจัดตารางการผลิตโดยการ

เลือกจัดเรียงตามลำดับงานที่จะเข้ามาผลิตก่อนหรือหลังอย่างเหมาะสม ผลิตภัณฑ์เสร็จสิ้นตามกำหนดวันส่งมอบลูกค้า ย่อมเป็นสิ่งที่แต่ละสถานประกอบการคาดหวังเป็นอย่างมาก (ทรงวิทย์, 2557)

โดยทั่วไปแล้วประเภทของการผลิตโดยแบ่งตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ จำแนกได้หลายประเภท เช่น การผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make to stock) การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order) การผลิตเพื่อรอคำสั่งซื้อ (Assembly to order) การผลิตตามสั่งแบบพิเศษ (Engineering to order) เป็นต้น ซึ่งแต่ละประเภทเป็นการผลิตที่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ถ้าจำแนกประเภทของการผลิตตามลักษณะของระบบการผลิตสามารถจำแนกได้เป็น การผลิตแบบตามคำสั่ง (Job shop) การผลิตแบบกลุ่ม (Batch production) การผลิตแบบโครงการ (Project manufacturing) การผลิตแบบไหลผ่านหรือการผลิตตามสายการประกอบ (Line-flow or assembly production) (ฉัตรแก้ว, 2557) และการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous flow production) (สาคร, 2556) ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะของระบบการผลิตและปริมาณการผลิตที่ต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น การผลิตแบบตามคำสั่ง เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะหลากหลายตามความต้องการของลูกค้า มีปริมาณการผลิตต่อครั้งจำนวนมากและเป็นล็อต มีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตค่อนข้างบ่อยและการเดินเครื่องจักรเพื่อผลิตจะเดินจนกว่าจะครบจำนวนต้องการแล้วจึงเปลี่ยนไปผลิตสินค้าชนิดอื่นโดยใช้เครื่องจักรชุดเดิม (ฉัตรแก้ว, 2557)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตมีอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น (1) เพื่อลดการรอคอยในกระบวนการผลิต หมายถึงการลดจำนวนที่ต้องรอคอยโดยเฉลี่ยลงในขณะที่เครื่องจักรหรือคนยังต้องทำงานอยู่กับงานอื่น ๆ (ปิยะธิดา, 2558) (2) เพื่อลดความล่าช้าของงานลง ในกรณีที่งานไม่เสร็จจะต้องถูกคิดค่าปรับ แนวทางการลดความล่าช้าอาจทำได้โดยลดความล่าช้าสูงสุดหรืออาจลดจำนวนงานที่ล่าช้าลง (ปิยะธิดา, 2558; สาคร, 2556) (3) เพื่อลดลดเวลาปิดงานของระบบ (Makespan) (กัญชลา, 2552; ฉัตรแก้ว, 2557; ทรงวิทย์, 2557; นฤการ, 2558; ปรีดา, 2558; ปิยะธิดา, 2558; พัชรกาญจน์, 2558; พิเศษ, 2558) (4) เพื่อลดเวลาไหลของงานในระบบ (Mean flow time) (สาวิตรี, 2556) (5) เพื่อหาค่าพิสัยของเวลาเสร็จสิ้น (Makespan range) คำนวณจากเวลาเสร็จสิ้นในการผลิตระหว่างเวลาเสร็จสิ้นจากเครื่องจักรค่ามากกับเวลาเสร็จสิ้นจากเครื่องจักรค่าน้อย (จิระศักดิ์ & สวัสดิ์, 2559) และ (6) เพื่อลดค่าใช้จ่ายรวมของระบบ (Total cost) เช่น ได้แก่ ค่าใช้จ่ายงานเสร็จก่อนกำหนด ค่าใช้จ่ายงานเสร็จล่าช้า เป็นต้น (อณจ & วิสุทธิ์, 2558; อรุยา, 2556)

สำหรับวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบแม่นตรง (Exact methods) เช่น วิธีการแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear programing) (กัญชลา, 2552; ฉัตรแก้ว, 2557; ทรงวิทย์, 2557; นฤการ, 2558; ปิยะธิดา, 2558; ปรีดา, 2558; พัชรกาญจน์, 2558; วัชรพงษ์, 2557; สาวิตรี, 2556; อณจ & วิสุทธิ์, 2558; อรุยา, 2556;) เป็นต้น และการแก้ปัญหาด้วยวิธีการในกลุ่มของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง (Specific heuristics) เช่น วิธีการ Short Processing Time (SPT) (ปรีดา, 2558; ปิยะธิดา, 2558; พัชรกาญจน์, 2558; สาคร, 2556; สาวิตรี, 2556) วิธีการ Longest Processing Time (LPT) (ปิยะธิดา, 2558; พิเศษ, 2558; สาคร, 2556; สาวิตรี, 2556) วิธีการ Least Slack Time First (LSTF) (สาคร, 2556) วิธีการ Earliest Due Date (EDD) (ปรีดา, 2558; ปิยะธิดา, 2558; พัชรกาญจน์, 2558; สาคร, 2556) วิธีการ Critical Ratio (CR) (ปรีดา, 2558) เป็นต้น และวิธีการในกลุ่มของเมต้าฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) เช่น วิธีการอาณาจักรมด (จิระศักดิ์ & สวัสดิ์, 2559) เป็นต้น โดยวิธีการในกลุ่มของฮิวริสติกส์มีจุดเด่นในการค้นหาคำตอบที่ดีภายในระยะเวลาที่ยอมรับได้แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ขณะที่วิธีการแบบแม่นตรงแม้ว่าจะมีจุดด้อยในด้านต้องใช้เวลาในการค้นหาคำตอบนานกว่าแต่จะมีข้อดีในด้านการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) ได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

4.1 ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ

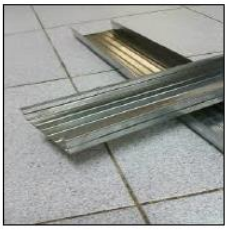
สถานประกอบการกรณีศึกษาเป็นการผลิตชิ้นส่วนโครงฝ้าเพดานมีการดำเนินการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make To Order) ซึ่งลักษณะของงานจะเป็นแบบการ จากนั้นทำการผลิตตามจำนวนที่ลูกค้าสั่งซื้อและส่งมอบชิ้นตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ โครงตัวยู (C/U) โครงเหล็กฉาก และโครงซีลาย (โครงคร่าว เพดาน) ดังรูปที่ 1

ก. ข. ค.

รูปที่ 1 แสดงโครงตัวยู (C/U) (ก.) โครงเหล็กฉาก (ข.) และโครงซีลาย (ค.)

4.2 ขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนในการผลิตปัจจุบันจะทำการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละเดือนโดยเริ่มขั้นตอนการผลิตหลังจากการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามายังสถานประกอบการ มีกระบวนการดำเนินการหลัก ๆ ดังนี้ 1. การตัดเหล็กม้วน การตัดเหล็กให้เป็นเส้นตามขนาดที่ต้องการจากเหล็กม้วน 2. การรีดขึ้นรูป เป็นกระบวนการรีดขึ้นรูปตามแบบของผลิตภัณฑ์ 3. การตัดเฉือน (Cutting process) เป็นการตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดและความยาวตามต้องการ 4. วัดขนาดของชิ้นงานด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ 5. ชั่งน้ำหนักของชิ้นงาน สำหรับตัวอย่างขั้นตอนของการผลิตโครงตัวยูสามารถอธิบายได้ ดังรูปที่ 2 เริ่มจากการนำแผ่นอลูมิเนียมมาคลี่แล้วนำเข้าเครื่องรีดได้รูปตามต้องการนำมาเข้าเครื่องตัด ตัดเสร็จนำมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างกระบวนการผลิตโครงตัวยู

4.3 ข้อมูลความสามารถของเครื่องจักรในการดำเนินงานกับชิ้นส่วนต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลความสามารถของแต่ละเครื่องจักรในการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของแต่ละผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นข้อมูลจริงจากสถานประกอบการกรณีศึกษา เนื่องจากไม่มีเครื่องจักรใดในสถานประกอบการที่สามารถทำงานได้ทุกกระบวนการด้วยเครื่องจักรดังกล่าวเพียงเครื่องเดียวได้ ซึ่งจัดเป็นข้อจำกัดของเครื่องจักรในด้านความสามารถ (Capability constraint) งานวิจัยนี้กำหนดให้เครื่องหมาย / หมายถึง เครื่องจักรที่สามารถใช้งานได้ในกระบวนการที่กำหนด ขณะที่ช่องว่าง หมายถึง เครื่องจักรที่ไม่สามารถใช้งานได้ในกระบวนการที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 1 จะประกอบไปด้วยกระบวนการทั้งหมด 4 กระบวนการ ในแต่ละกระบวนการจะมีการใช้เครื่องจักรที่แตกต่างกันออกไป ในบางกระบวนการมีเครื่องจักรหลายเครื่องให้เลือกใช้ ขณะที่บางกระบวนการมีเพียงเครื่องจักรเดียวให้ใช้งานเท่านั้น เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดความสามารถของเครื่องจักร

โครงฝ้าเพดาน	กระบวนการผลิต	รหัสเครื่องจักร/เครื่องมือ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. โครงตัวยู (C/U)	1. รีดตัว C/U	/	/							
	2. สลิตเตอร์(ตัดม้วนเหล็ก)							/		
	3. วัดขนาด								/	
	4. ชั่งน้ำหนัก									/
2. โครงเหล็กฉาก	1.รีดพับเหล็กฉาก			/	/					
	2.สลิตเตอร์(ตัดม้วนเหล็ก)							/		
	3. วัดขนาด								/	
	4. ชั่งน้ำหนัก									/
3. โครงซีลาย (โครงคร่าว เพดาน)	1. รีดซีลาย(โครงคร่าเพดาน)					/	/			
	2. สลิตเตอร์(ตัดม้วนเหล็ก)							/		
	3. วัดขนาด								/	
	4. ชั่งน้ำหนัก									/

4.4 ข้อมูลเวลาในกระบวนการผลิต

เนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานขนาดเล็กและดำเนินการผลิตไปตามประสบการณ์ของพนักงานเป็นหลัก จึงไม่มีข้อมูลของเวลาในแต่ละขั้นตอนการผลิตในทุก ๆ ผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้จึงได้เข้าไปทำการเก็บเวลาในการทำงานต่อชิ้น (หน่วยเวลาเป็นนาที) ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตจริงในแต่ละผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บเวลาในส่วนของการปรับตั้งเครื่องจักรด้วย (หน่วยเวลาเป็นนาที) เนื่องจากในบางกระบวนการมีเครื่องจักรประเภทเดียวกันแต่มีเวลาในการปรับตั้งไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตามในส่วนของเวลาในการดำเนินการของเครื่องจักรกลับแตกต่างกันไม่มากจึงทำให้ในงานวิจัยนี้ได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาดำเนินการและกำหนดให้ใช้เป็นค่าเดียวกันแสดงดังตารางที่ 2

4.5 สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้ข้อมูลจริงจากสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยได้ทำการกำหนดดัชนี (Indice) พารามิเตอร์ (Parameters) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) สมการเป้าหมาย (Objective function) และข้อบังคับต่าง ๆ (Constraints) ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเวลาปรับตั้งและเวลาดำเนินงานของเครื่องจักรในการผลิต

รหัสเครื่องจักร	เครื่องจักร/เครื่องมือ	เครื่องที่	เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)	เวลาในการทำงาน/ชิ้น (นาที)
1	เครื่องรีดตัว C/U	1	0.05	0.05
2		2	0.09	0.09
3	เครื่องพิมพ์เหล็กฉาก	1	0.08	0.08

4		2	0.10	0.10
5	เครื่องรีดซีลาย	1	0.05	0.05
6		2	0.04	0.04
7	เครื่องตัดสลิตเตอร์	1	0.04	0.05
8	เวอเนียร์	1	0.00	0.10
		2	0.00	0.08
		3	0.00	0.06
		4	0.00	0.07
9	เครื่องชั่งน้ำหนัก	1	0.00	0.10

4.5.1 ดัชนี (Indice)

i = ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i = 1, 2, 3 ..., n

l = การดำเนินงาน; l = 1, 2, 3 ... L

j = เครื่องจักรที่ j = 1, 2, 3 ..., m

โดยที่ 1 คือ เครื่องรีดตัว C/U เครื่องรีดพับเหล็กฉาก เครื่องรีดซีลาย (โครงคร่าว เพดาน) 2 คือ เครื่องสลิตเตอร์ (ตัดม้วนเหล็ก) 3 คือ เครื่องวัดขนาด 4 คือ เครื่องชั่งน้ำหนัก

4.5.2 พารามิเตอร์ (Parameters)

m = จำนวนเครื่องจักร

n = จำนวนงาน

L = ลำดับของงาน

m_l = เวลาเสร็จงานของงาน i ที่การดำเนินงาน L

C_{iL} = เวลาเสร็จงานของงาน i ที่การดำเนินงาน L

d_i = วันกำหนดส่งของงาน i

E_i = ช่วงเวลาเสร็จงานก่อนกำหนดของงาน i (Currency per minute)

T_i = ช่วงเวลาเสร็จล่าช้าของงาน i (Currency per minute)

α_i = ค่าใช้จ่ายต่อนาทีเมื่องาน i ถูกทำเสร็จก่อนกำหนด

β_i = ค่าใช้จ่ายต่อนาทีเมื่องาน i ถูกทำเสร็จล่าช้า

ST_{ijl} = เวลาเริ่มต้นการผลิตของงาน i บนเครื่องจักร j ในการดำเนินงาน l

PT_{ijl} = เวลาของการผลิตของงาน i บนเครื่องจักร j ในการดำเนินงาน l

TC = ค่าใช้จ่ายรวมของระบบ (Total Cost)

A_{ijl} = เมทริกซ์แสดงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ i ที่เครื่องจักร j ผลิตได้การดำเนินงานที่ l กำหนดให้ 0 คือ สามารถทำงานได้ และ 1 คือไม่สามารถทำงานได้

4.5.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

x_{ijl} = 1 ถ้ามีการมอบหมายงาน i ให้เครื่องจักร j ที่การดำเนินงาน l; 0 ถ้าไม่มีการมอบหมายงาน i ให้เครื่องจักร j ที่การดำเนินงาน l

4.5.4 สมการเป้าหมาย (Objective function)

สำหรับวัตถุประสงค์ของแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำการจัดตารางการผลิตภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้จากสถานประกอบการจริงโดยให้เกิดค่าใช้จ่ายจากงานที่เสร็จก่อนกำหนดและงานที่เสร็จล่าช้า ดังสมการ (1)

$$\text{Minimize } TC = \alpha_i \sum_{i=1}^{n} E_i \, x_{ijl} + \beta_i \sum_{i=1}^{n} T_i \, x_{ijl} \tag{1}$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ijl} = 1 \quad ; \forall i \, , \forall l \tag{2}$$

$$A_{ijl} \, x_{ijl} = 0 \quad ; \forall i, \forall j, \forall l \tag{3}$$

$$ST_{ijl} \geq \sum_{i=1}^{i-1} PT_{ijl} \quad ; \forall i, \forall j, \forall l; \; i \geq 2 \tag{4}$$

$$E_i = \max\,(d_i - C_{iL} \, , 0) \tag{5}$$

$$T_i = \max\,(C_{iL} - d_i \, , 0) \tag{6}$$

$$x_{ijl} \in \{0,1\} \quad ; \forall i, \forall j, \forall l \tag{7}$$

โดยสมการ (1) เป็นสมการเป้าประสงค์ของงานวิจัยเพื่อลดค่าใช้จ่าย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ค่า α_i และ β_i ในทุกผลิตภัณฑ์มีค่าเป็น 1 สำหรับสมการ (2) เป็นการกำหนดให้งานหนึ่งงานสามารถเข้าเครื่องจักรได้เครื่องเดียวเท่านั้นในเวลาเดียวกัน สมการ (3) เป็นการกำหนดให้แต่ละกระบวนการของแต่ละผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามความสามารถของเครื่องจักร อสมการ(4) เป็นการกำหนดให้เครื่องจักรแต่ละเครื่องจะสามารถดำเนินงานถัดไปได้ก็ต่อเมื่อกระบวนการผลิต i บนเครื่องจักร j ก่อนหน้าเสร็จสิ้น สมการ (5)-(6) เป็นการกำหนดช่วงเวลาเสร็จงานก่อนกำหนดและล่าช้ากว่ากำหนดของงาน i และอสมการ (7) เป็นการกำหนดตัวแปรตัดสินใจเป็นเลขฐานสอง (Binary) เท่านั้น

4.6 ประยุกต์ใช้ Solver ในการรันแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

โปรแกรม Solver จัดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถเพิ่มเข้า (Add-in) ไปใช้งานร่วมกับโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) ได้ โดยโปรแกรม Solver สามารถช่วยในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimisation) ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดประเภทของวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดทั้งที่เป็นผลลัพธ์สูงที่สุด (Maximisation) หรือผลลัพธ์ต่ำที่สุด (Minimisation) ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้หลังจากทำการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาการจัดตารางการผลิตแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ในโปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

ผลการศึกษา

วัตถุประสงค์ในการทดลองนี้เพื่อการค้นหาตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาโดยการเปรียบเทียบต้นทุนรวม (Total operating costs) ที่น้อยที่สุดของตารางการผลิตที่ได้จากวิธีการแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์กับการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษา โดยในแต่ละการทดลองจะถูกทดสอบบนคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 3.00 GHz มีหน่วยความจำ (RAM) 4 GB บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ 10 แบบ 64 บิท สำหรับโจทย์ปัญหาการจัดตารางการผลิตในงานวิจัยนี้ได้จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานประกอบการจริง

เนื่องจากมีจำนวนหลายผลิตภัณฑ์และเพื่อความง่ายในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนการประมวลผลในเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งขนาดของโจทย์ปัญหาการจัดตารางการผลิตออกเป็น 4 ชุด แสดงดังตารางที่ 3 โดยพิจารณาจากวันที่มีการผลิตล่าช้า โดยข้อมูลในแต่ละชุดสามารถอธิบายได้ดังนี้ ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาชุดที่ 1 ลูกค้าสั่งสินค้าชนิด A ชนิด B และ ชนิด C ในวันที่ 2 ตุลาคม 2561 โดยต้องการสินค้าในวันที่ 4 ตุลาคม 2561 เวลา 12.00 น. แต่ในกระบวนการผลิตจริงผลิตเสร็จ ในวันที่ 5 ตุลาคม 2561 และจัดส่งให้ลูกค้าในเวลา 9.00 น. เป็นต้น

ตารางที่ 3 แสดงโจทย์ปัญหาการจัดตารางการผลิตของสถานประกอบการ

โจทย์ปัญหา	วันที่/สั่ง	กำหนดส่งลูกค้า	เวลากำหนดส่ง	กำหนดส่งล่าช้า	เวลาส่งล่าช้า	ชนิดผลิตภัณฑ์
ชุดที่ 1	2/ตุลาคม/2561	4/ตุลาคม/2561	12.00	5/ตุลาคม/2561	09.00	ABC
ชุดที่ 2	11/ตุลาคม/2561	13/ตุลาคม/2561	12.00	16/ตุลาคม/2561	09.20	ABC
ชุดที่ 3	18/ตุลาคม/2561	20/ตุลาคม/2561	11.00	22/ตุลาคม/2561	09.20	ABC
ชุดที่ 4	26/ตุลาคม/2561	29/ตุลาคม/2561	12.00	30/ตุลาคม/2561	09.00	ABC

สำหรับผลการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม Solver ในการจัดตารางการผลิตให้มีต้นทุนรวมที่น้อยที่สุดในโจทย์ปัญหาทุกขนาด (แสดงดังตารางที่ 3) สามารถค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) ได้ทุกโจทย์ปัญหาแสดงดังตารางที่ 4 โดยพบว่าตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจะได้ต้นทุนการดำเนินงานรวมที่น้อยที่สุด ซึ่งดีกว่าต้นทุนรวมที่ได้จากตารางการผลิตเดิมของสถานประกอบการกรณีศึกษาในทุกโจทย์ปัญหาประกอบด้วย ปัญหาชุดที่ 1 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 73% ปัญหาชุดที่ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 58.8% ปัญหาชุดที่ 3 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 59.56% และปัญหาชุดที่ 4 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 66.4% ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลตารางเปรียบเทียบต้นทุนรวมที่ได้จากตารางการผลิตเดิมกับตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

โจทย์ปัญหา	วันที่/สั่ง	ค่าใช้จ่ายรวมแบบเดิม (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมแบบใหม่ที่ได้จาก Solver (บาท)	เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
ชุดที่ 1	2/ตุลาคม/2561	1,980	534.462	73.00 %
ชุดที่ 2	11/ตุลาคม/2561	2,070	852.729	58.80 %
ชุดที่ 3	18/ตุลาคม/2561	2,070	837.170	59.56 %
ชุดที่ 4	26/ตุลาคม/2561	1,980	665.274	66.40 %

สรุปผลการศึกษา

การจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในสถานประกอบการจริงให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการภายใต้ข้อบังคับและข้อจำกัดต่าง ๆ จำนวนมากจัดเป็นงานยุ่งยากอย่างมาก โดยเฉพาะบริษัท ABC จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทกรณีศึกษาซึ่งประสบปัญหาการกำหนดตารางการผลิตที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการสินค้าของลูกค้าภายใต้เครื่องจักรและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดของบริษัท ABC จำกัดด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ โดยให้เกิดต้นทุนการดำเนินงานรวมให้น้อยที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนที่เกิดจากการผลิตล่าช้าและต้นทุนที่เกิดจากการผลิตเสร็จก่อนกำหนด

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย รายการผลิตภัณฑ์ที่ต้องดำเนินการผลิต จำนวนการสั่งซื้อของลูกค้า ประเภทและจำนวนของเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและการดำเนินการผลิตในแต่ละกระบวนการของแต่ละผลิตภัณฑ์ รวมถึงข้อบังคับและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบของโจทย์ปัญหาและแบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 4 ชุด คือ ปัญหาชุดที่ 1 (ข้อมูลวันที่ 2 ตุลาคม 2561) ปัญหาชุดที่ 2 (ข้อมูลวันที่ 11 ตุลาคม

2561) ปัญหาชุดที่ 3 (ข้อมูลวันที่ 18 ตุลาคม 2561) และปัญหาชุดที่ 4 (ข้อมูลวันที่ 26 ตุลาคม 2561) จากนั้นพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาดังกล่าวขึ้นมาโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลเข้ามาใช้ในการคำนวณหาตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

ผลการทดลองพบว่า แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาสามารถสร้างตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดได้ในทุกโจทย์ปัญหาของสถานประกอบการกรณีศึกษา นอกจากนี้ตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจะได้ต้นทุนการดำเนินงานรวมที่น้อยที่สุด ซึ่งดีกว่าต้นทุนรวมที่ได้จากตารางการผลิตเดิมของสถานประกอบการกรณีศึกษาในทุกโจทย์ปัญหาประกอบด้วย ปัญหาชุดที่ 1 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 73% ปัญหาชุดที่ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 58.8% ปัญหาชุดที่ 3 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 59.56% และปัญหาชุดที่ 4 สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงได้ 66.4% ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สัญญาทุนเลขที่ RDI-5-62-6

เอกสารอ้างอิง

กัญชลา สุดตาชาติ. (2552). ฮิวริสติกสำหรับการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรขนาน กรณีมีเวลาติดตั้งเครื่องจักรและมีข้อจำกัดของเครื่องจักร. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, *5*(2), 77-88.

จิระศักดิ์ ชาบาง, & สวัสดิ์ ภาระราช. (2559). การประยุกต์ใช้วิธีอาณาจักรมดกับการจัดลำดับการผลิตแบบไหลลื่นที่มีเวลาการผลิตไม่แน่นอน. *วารสารวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, *6*(2), 18-33.

ฉัตรแก้ว ราชรักษ์. (2557). *การจัดตารางการผลิตแบบไหลลื่นของชิ้นส่วนยานยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทรงวิทย์ ศรีจันทร์รักษ์. (2557). *การจัดตารางการผลิตเครื่องกลึงโลหะชิ้นส่วนยานยนต์แบบขนานที่ไม่เหมือนกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นฤการ ธรรมศิรินิเวศ. (2558). *การจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติกบรรจุภัณฑ์*. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปรีดา จันทร์ดี. (2558). *การจัดตารางการผลิตของเครื่องพิมพ์แบบขนานที่ไม่เหมือนกัน*. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปิยะธิดา สุวรรณประเสริฐ. (2558). *การจัดตารางการผลิตของเครื่องพิมพ์สีผ้าแบบโรตารี่*. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พัชรกาญจน์ ไทยราช. (2558). *การจัดตารางการผลิตของเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิตสายไฟฟ้า*. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พิเศษ รักราษฎร์. (2558). *การจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดลำดับงานในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์*. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วัชรพงษ์ จันทร์เงิน. (2557). *การจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สาคร ไชยโวหาร. (2556). *การจัดตารางการผลิตในสายการผลิตชิ้นส่วนปั๊มขึ้นรูปของเฟรมเบาะรถยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สาวิตรี สิงห์ปาน. (2556). การจัดตารางการผลิตของเครื่องพิมพ์สีในพลาสติกบรรจุภัณฑ์. (โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต), คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อณจ ชัยมณี, & วิสุทธิ์ สุพิทักษ์. (2558). การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่นโดยมีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งขึ้นอยู่กับลำดับงานภายใต้นโยบายการผลิตแบบทันเวลาพอดี. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, *25*(2), 219-231.

อรุยา อริยโสภารักษ์. (2556). การจัดตารางการผลิตของกระบวนการเป่าฟิล์มบรรจุภัณฑ์พลาสติกบนเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เหมือนกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารสกัดใบบัวบก

เบญญทิพย์ สุขเพ็ง[1] วิมลรัตน์ อินแสนต๊ะ[1] เบญจมาศ เนติวรรักษา[2] วัชรพงษ์ ขาวดี[1] ปณัฐพงศ์ บุญนวล[1]
และ ภมรรัตน์ จันธรรม[1*]

Adsorption of Chlorophyll from Centella Asiatica

Benyatip Sukpang[1], Wimolrat Insanta[1], Benjamas Netiworaruksa[2], Watcharapong Khaodee[1]
Panatpong Boonnoun[1] and Pamornrat Chantam[1*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[2]Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University 22000
*Corresponding author. E-mail : pamornratc@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสารสกัดจากสมุนไพรธรรมชาติถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือสารที่ได้จากการสกัดจะมีสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นอุปสรรคในการนำไปใช้ งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารสกัดใบบัวบกโดยตัวดูดซับที่ศึกษา ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ แร่ดินเบนโทไนท์ และแร่ดินขาว ทำการทดลองในถังปฏิกรณ์แบบกะ โดยปัจจัยที่ใช้ศึกษาการดูดซับในถังปฏิกรณ์แบบกะ ได้แก่ ชนิดของตัวดูดซับ อุณหภูมิ ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์จากสารสกัดใบบัวบกและปริมาณตัวดูดซับ รวมไปถึงการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวดูดซับด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด วิเคราะห์หาพื้นที่ผิว วิเคราะห์ขนาดรูพรุนของตัวดูดซับ และวิเคราะห์ความเข้มข้นคลอโรฟิลล์โดยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง เพื่อทำการวิเคราะห์หาความสามารถในการดูดซับที่สภาวะต่าง ๆ จากการทดลองพบว่าตัวดูดซับที่เหมาะสมต่อการดูดซับคลอโรฟิลล์ในถังปฏิกรณ์แบบกะ คือ ถ่านกัมมันต์ โดยปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสม 0.08 กรัม ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบก 15 มิลลิกรัมต่อกรัม ที่อุณหภูมิห้อง และลักษณะของการดูดซับเป็นไปตามแบบจำลองการดูดซับแบบแลงเมียร์

คำสำคัญ: การดูดซับ คลอโรฟิลล์ ถ่านกัมมันต์ ใบบัวบก

Abstract

Today, natural extract is widely used in cosmetics industry. This research aims to study the adsorption of chlorophyll from Centella asiatica extract via adsorbents i.e. activated carbon, bentonite clay and kaolin clay in a batch reactor. Several factors for batch adsorption such as type of adsorbent, temperature, initial concentration of chlorophyll in Centella asiatica extract and adsorbent dosage are taken into account. Moreover, physical properties of these adsorbents are deeply investigated by means of various characterization techniques such as scanning electron microscopy (SEM) for studying morphology, BET for indicating surface area and pore size of adsorbent. In order to determine the adsorption capacity at a certain condition, it is analysed the concentration of chlorophyll by UV-vis. From the experiments, it was found that the proper adsorbent for adsorbing chlorophyll in batch reactor is activated carbon operated at room temperature using dosage of 0.08 g with initial concentration of chlorophyll in Centella asiatica aqueous of 15 mg/g. In addition, it revealed that the adsorption is fitted by Langmuir isotherm model.

Keywords: Adsorption, Chlorophyll, Activated carbon, Centella Asiatica

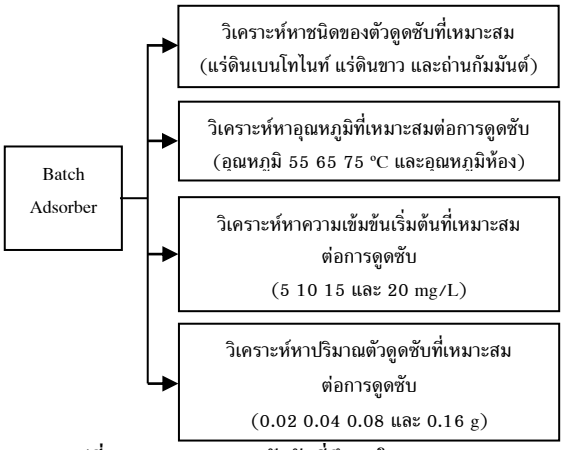
บทนำ

คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) คือ รงควัตถุที่มีขนาดเล็กมากและเป็นสารประกอบที่มีสีเขียว สามารถพบได้ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช ในสาหร่ายทุกชนิด และแบคทีเรียบางชนิด คลอโรฟิลล์จัดอยู่ในกลุ่มเม็ดสีที่ละลายในน้ำมันและไขมัน ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เอทานอล อะซิโตน โทลูอีน และแอลกอฮอล์แต่อาจละลายได้บ้างในน้ำ (ปรรัตน์, 2557) ในปัจจุบันผู้คนหันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสมุนไพรธรรมชาติกันมาก ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางไทยได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นผสมสารสกัดสมุนไพรไทยมากมายหลายชนิด หนึ่งในนั้นคือบัวบกซึ่งเป็นที่นิยมอย่างมาก ปัญหาสำคัญในการใช้สารสกัดจากบัวบกมาใช้ในเครื่องสำอาง คือ ในสารสกัดมีคลอโรฟิลล์ผสมอยู่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเขียว ส่งผลต่อการออกฤทธิ์และสรรพคุณเครื่องสำอางไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการกำจัดคลอโรฟิลล์ออกก่อนนำไปใช้ในการผลิต การดูดซับคลอโรฟิลล์ออกจากสารสกัดในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการละลายคลอโรฟิลล์ด้วยอะซิโตน และยังมีการกำจัดคลอโรฟิลล์หลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้เทคนิคการจับก้อนด้วยไฟฟ้า (Electrocoagulation) และการดูดซับโดยใช้ตัวดูดซับต่าง ๆ เช่น ผงถ่าน แร่ดิน เป็นต้น ซึ่งวิธีการดูดซับแบบอื่นจะใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีพิษปริมาณมากในการสกัดเอาคลอโรฟิลล์ออก ทำให้เกิดของเสียทางเคมีที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาการดูดซับคลอโรฟิลล์ออกจากสารสกัดเพื่อทำให้สารสกัดมีความบริสุทธิ์มากขึ้นและยังคงคุณค่าของสารสำคัญต่าง ๆ ไว้อย่างครบถ้วน โดยใช้วิธีการดูดซับคลอโรฟิลล์ด้วยตัวดูดซับที่ได้จากธรรมชาติและไม่ผ่านกระบวนการที่มีสารเคมีอันตรายหรือไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนมากับตัวดูดซับด้วย และเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขการใช้สารเคมีอันตรายในกระบวนการดูดซับคลอโรฟิลล์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

สารสกัดใบบัวบกถูกเตรียมจากใบบัวบกสด โดยนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด ตากลมให้ใบสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำใบบัวบกที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใบบัวบกที่อบแห้งแล้วจะถูกนำไปปั่นให้เป็นผง นำผงใบบัวบกที่เตรียมไว้ไปสกัดด้วยซอกเลต (soxhlet extraction) โดยมีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของผงใบบัวบกต่อปริมาณเอทานอล คือ 1 กรัมต่อ 36 มิลลิลิตร ทำการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำการระเหยตัวทำละลายโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารสกัดใบบัวบก จากนั้นนำสารสกัดใบบัวบกที่ได้มาทำการศึกษาความสามารถในการดูดซับคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะทำการศึกษาชนิดของตัวดูดซับที่เหมาะสม ซึ่งตัวดูดซับที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด ได้แก่ แร่ดินเบนโทไนท์ แร่ดินขาว และถ่านกัมมันต์ ส่วนที่สองทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ชนิดของตัวดูดซับ ปริมาณตัวดูดซับ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายคลอโรฟิลล์และอุณหภูมิที่ใช้ในการดูดซับ แผนภาพการทดลองแสดงดังรูปที่ 1 การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับทำได้โดยการใช้เครื่องวัดการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 662 นาโนเมตร สัญฐานของตัวดูดซับถูกวิเคราะห์ด้วย SEM และทำการตรวจสอบพื้นที่ผิวด้วย BET



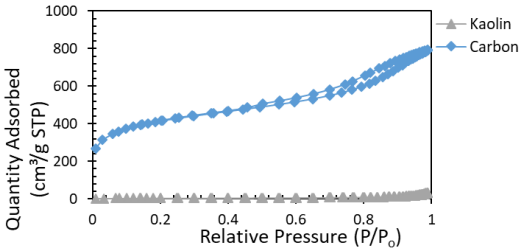
รูปที่ 1 แผนภาพแสดงปัจจัยที่ศึกษาในการทดลอง

ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัว ดูดซับ

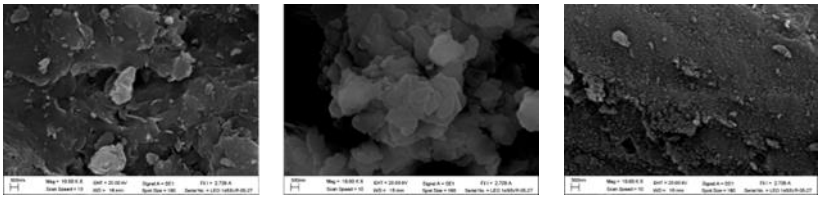
การวิเคราะห์ขนาดรูพรุน

ทำการศึกษาขนาดรูพรุนของตัวดูดซับแต่ละชนิด โดยนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์หาพื้นที่ผิว โดยอาศัยเทคนิคการแทนที่พื้นที่ผิวหรือรูพรุนด้วยแก๊สไนโตรเจน ไอโซเทิร์มการดูดซับแก๊สไนโตรเจนของตัวดูดซับต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2 พบว่า เส้นกราฟของตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ เป็นไอโซเทิร์มการดูดซับชนิดที่ 1 หรือเรียกว่าไอโซเทิร์มแบบแลงเมียร์ เมื่อแบ่งตาม IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ไอโซเทิร์มนี้ ทำให้การดูดซับเกิดขึ้นเร็วในตอนต้น และเกิดการอิ่มตัวอย่างรวดเร็วทำให้ค่าการดูดซับคงที่ กรณีนี้ปริมาตรของรูพรุนจะมีค่ามากกว่าปริมาตรที่ทำให้เกิดการดูดซับ (ยุวรัตน์ เงินเย็น, 2552) พฤติกรรมการดูดซับไนโตรเจนของแร่เบนโนไนท์และแร่ดินขาวพบว่า มีการดูดซับเกิดขึ้นน้อยมากเนื่องมาจากมีปริมาณพื้นที่ผิวของตัวดูดซับต่ำ



รูปที่ 2 ไอโซเทิร์มการดูดซับไนโตรเจนของ แร่ดินขาว และถ่านกัมมันต์

ลักษณะพื้นผิวภายนอกจากกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ของแร่ดินเบนโทไนท์ แร่ดินขาวและถ่านกัมมันต์แสดงดังรูปที่ 3 (a) (b) และ (c) ตามลำดับ จะเห็นว่า แร่ดินเบนโทไนท์มีการเกาะตัวกันเป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นแผ่นบางซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น พื้นผิวค่อนข้างราบเรียบ พื้นผิวของแร่ดินขาวมีลักษณะเป็นหกเหลี่ยม มีรูปร่างเป็นแผ่นรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน ลักษณะพื้นผิวภายนอกของถ่านกัมมันต์มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียด มีความขรุขระอยู่ด้วยกันเป็นกลุ่ม

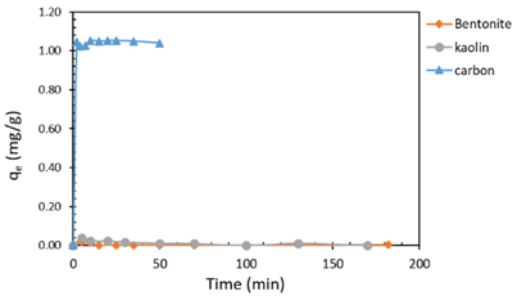


(a) (b) (c)

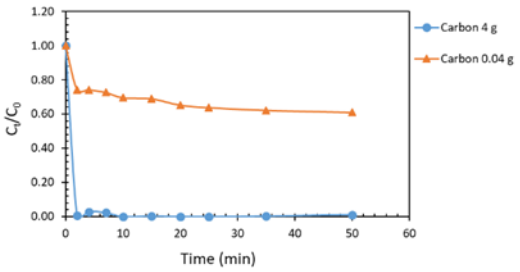
รูปที่ 3 SEM แสดงสัญฐานของลักษณะของ (a) แร่ดินเบนโทนไนท์ (b) แร่ดินขาว และ (c) ถ่านกัมมันต์

ผลการทดลองการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารสกัดใบบัวบกด้วยแร่ดินเบนโทไนท์ แร่ดินขาวและถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นคลอโรฟิลล์ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตัวดูดซับ 4 กรัม ดังแสดงรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า แร่ดินเบนโทไนท์และแร่ดินขาวมีความสามารถในการดูดซับเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาตรรูพรุนและพื้นที่ผิวของตัวดูดซับนั้นมีน้อยมาก สังเกตจากไอโซเทิร์มของการดูดซับรูปที่ 2 แร่ดังกล่าวมีความสามารถในการดูดซับต่ำ จากงานวิจัยของคุณยุวรัตน์ เงินเย็น ทำการทดลองโดยใช้แร่ดินเบนโทไนท์ในการดูดซัยสีย้อมพบว่า แร่ดินเบนโทไนท์ที่ใช้ในงานวิจัยเมื่อนำภาพลักษณะพื้นผิวภายนอกที่ได้จากกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) มาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าลักษณะพื้นผิวภายนอกของเบนโทไนท์ (รูปที่ 3 (a)) และพื้นผิวภายนอกของถ่านกัมมันต์ (รูปที่ 3 (c)) มีความแตกต่างกัน (ยุวรัตน์, 2552) จากรูปที่ 4 จะสังเกตได้ว่า กระบวนการดูดซับเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 2 นาทีแรก และเข้าสู่สมดุลการดูดซับอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากถ่านกัมมันต์มีความเป็นรูพรุนสูง และมีพื้นที่ผิวมาก ขนาดรูพรุนของ

ถ่านกัมมันต์มีขนาดเล็กกว่าโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ คือ 6.63 นาโนเมตร และเมื่อพิจารณาที่พื้นที่ผิวภายนอกของถ่านกัมมันต์ พบว่า มีพื้นที่ผิวภายนอก 856.66 ตารางเมตรต่อกรัม จากข้อมูลนี้สามารถบอกได้ว่าลักษณะการดูดซับที่เกิดขึ้นนั้นคลอโรฟิลล์ถูกดูดซับที่บริเวณพื้นที่ผิวภายนอกของถ่านกัมมันต์ เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟของการดูดซับเข้าสู่สมดุลเร็วมาก ไม่สามารถศึกษาจลนพลศาสตร์ของการดูดซับได้อย่างละเอียด จึงลดปริมาณตัวดูดซับลง 100 เท่า คือ 0.04 กรัม เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณตัวดูดซับที่ 4 กรัม และ 0.04 กรัม แสดงดังรูปที่ 5 พบว่า ที่ปริมาณตัวดูดซับ 0.04 กรัม จะเห็นลักษณะจลนพลศาสตร์ของการดูดซับเป็นเส้นได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณ 0.04 กรัม ในการทดลองลำดับถัดไป



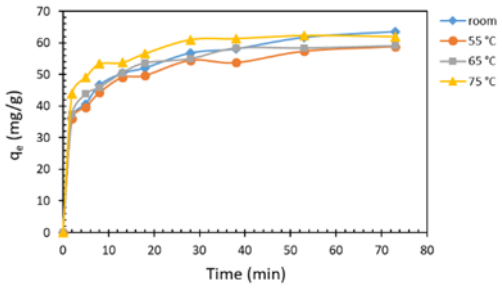
รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับ (q_e) กับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของ แร่ดินเบนโทไนท์ แร่ดินขาว และถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 20 มิลลิกรัม ปริมาณตัวดูดซับ 4 กรัม



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับ C_t/C_0 กับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ 4 กรัม และ 0.04 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

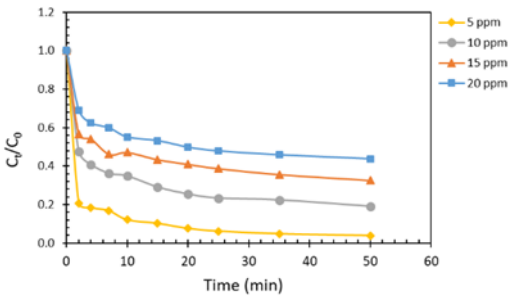
ผลการทดลองการดูดซับคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบกที่อุณหภูมิ 55 65 75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.04 กรัม ดังแสดงรูปที่ 6 พบว่า ที่อุณหภูมิ 55 65 75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีค่าความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 58.7999 59.0628 61.9793 และ 63.5337 ตามลำดับ โดยกระบวนการดูดซับประกอบด้วยช่วงเวลาที่โดดเด่น 2 ช่วง คือ ในช่วงแรกของการดูดซับจะเกิดการดูดซับอย่างรวดเร็วใน 10 นาทีแรก ซึ่งเกิดการดูดซับได้ดีที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากเมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างกันความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นภายในระบบจึงเปลี่ยนไปเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับจุดเดือดของตัวทำละลายเอทานอลที่ 78 องศาเซลเซียส จึงทำให้การดูดซับในช่วงแรกเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่อุณหภูมิอื่น จากนั้นการดูดซับจะเข้าสู่ช่วงที่สองที่เกิดการดูดซับอย่างช้า ๆ และค่อย ๆ เข้าสู่สมดุลหลังจากเวลาผ่านไป 20 นาที จากรูปที่ 3.10 เมื่อพิจารณาความสามารถในการดูดซับ จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิห้อง มีค่าความสามารถในการดูดซับสูงสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากการดูดซับคลอโรฟิลล์บนพื้นผิวของตัวดูดซับเป็นการดูดซับทางกายภาพคลอโรฟิลล์จะจับตัวกันและยึดเกาะบนตัวดูดซับในลักษณะหลายชั้น และเกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิห้อง และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดปรากฏการณ์คายซับ ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยทำการศึกษาการดูดซับคลอโรฟิลล์ในสารละลายไซลีน

ด้วยแร่ดินเบนโทไนท์ที่ผ่านการกระตุ้น พบว่า ลักษณะการดูดซับที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Zhansheng Wu and Chun Li, 2009) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้อุณหภูมิห้องในการทดลองลำดับถัดไป

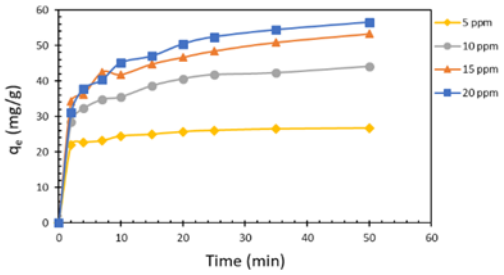


รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับ (q_e) กับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 55 65 75 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.04 กรัม

ผลของการทดลองหาความเข้มข้นเริ่มต้นที่เหมาะสม ในการทำการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบก ในที่นี้ใช้เป็นถ่านกัมมันต์ 0.04 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบก 5 10 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงรูปที่ 7 พบว่า ในช่วงแรกของการดูดซับเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากความแตกต่างของความเข้มข้นเริ่มต้นที่ใช้กับพื้นผิวของตัวดูดซับ ทำให้เกิดแรงขับเคลื่อน (Driving force) ส่งผลให้ในช่วงแรกเกิดการดูดซับขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นเริ่มต้นทุกความเข้มข้น ดังรูปที่ 8 จะสังเกตได้ว่าการเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้น และเริ่มเข้าสู่สมดุลการดูดซับเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที เป็นไปในทิศทางเดียวกันสำหรับทุกความเข้มข้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรวินิภา ศรีมูล ที่ได้ทำการศึกษาการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียด้วยกระบวนการดูดซับ ที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มสูงขึ้น (รวินิภา, 2559) เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นว่าความสามารถในการดูดซับมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย บ่งบอกได้ว่าการเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบกแม้ว่าจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการดูดซับ แต่พื้นที่ว่างบนผิวตัวดูดซับถูกจำกัดด้วยปริมาณตัวดูดซับ จึงไม่ทำให้ความสามารถการดูดซับเพิ่มขึ้น ดังนั้น ในการทำการทดลองลำดับถัดไปจึงเลือกใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็เพียงพอสำหรับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ

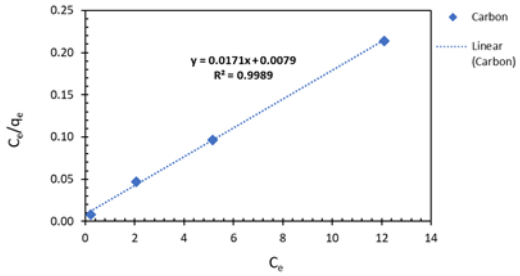


รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง C_t/C_0 กับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 5 10 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.04 กรัม



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับกับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้องความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 5 10 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.04 กรัม

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาลักษณะการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยใช้สมการไอโซเทิร์มของการดูดซับ (Adsorption isotherm) ได้แก่ สมการไอโซเทิร์มแบบแลงเมียร์ (Langmuir isotherm) ซึ่งมีลักษณะการดูดซับแบบชั้นเดียว โมเลกุลที่ถูกดูดซับมีจำนวนที่แน่นอนและมีตำแหน่งของการดูดซับที่แน่นอน แสดงดังรูปที่ 9 และสมการไอโซเทิร์มแบบฟรุนดิช (Freundlich isotherm) มีลักษณะการดูดซับบนพื้นผิวของตัวถูกดูดซับจะเป็นแบบหลายชั้น จากการทดลองเมื่อพิจารณาสมการแบบจำลองทั้งสองโมเดล พบว่าค่า R^2 ของแบบจำลองแลงเมียร์มีค่ามากกว่าการแบบจำลองชนิดฟรุนดิช โดยค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองชนิดแลงเมียร์และฟรุนดิชมีค่าเท่ากับ 0.9989 และ 0.9780 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ลักษณะของการดูดซับคลอโรฟิลล์บนถ่านกัมมันต์สอดคล้องกับสมการแบบแลงเมียร์มากกว่าฟรุนดิช หรือเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ ที่สามารถอธิบายถึงความสามารถในการดูดซับได้ว่า ถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับคลอโรฟิลล์ได้หนึ่งชั้น โดยพิจารณาจากการคำนวณค่าตัวแปรที่สภาวะสมดุล (Separation factor, R_L) ของสมการแลงเมียร์ โดยค่า R_L จะเป็นตัวบอกรูปร่างของไอโซเทิร์มของการดูดซับ ถ้า $R_L>1$ คือการดูดซับไม่ดี $R_L=1$ การดูดซับเป็นเส้นตรง $R_L=0$ การดูดซับเกิดการผันกลับได้ $0<R_L<1$ คือ มีการดูดซับเกิดขึ้น และค่าคงที่ n ในสมการฟรุนดิช โดยพิจารณาจากความชันของกราฟระหว่าง log C_e กับ log q_e โดยถ้าเส้นกราฟที่ได้มีค่าความชันมาก หรือค่า n น้อย แสดงถึงการดูดซับจะเกิดขึ้นได้ดีที่ความเข้มข้นสูง ๆ แต่เกิดขึ้นได้น้อยที่ความเข้มข้นต่ำ ค่า 1/n อธิบายถึงไอโซเทอมของการดูดซับ ถ้าเท่ากับ 1 ไอโซเทอมของการดูดซับเป็นแบบเส้นตรง ถ้า (1/n) >1 อธิบายถึงบริเวณพื้นผิวของตัวดูดซับมีปริมาณมากที่จะใช้ในการดูดซับ และถ้า (1/n) <1 อธิบายถึงปริมาณพื้นผิวบนตัวดูดซับมีปริมาณจำกัดที่จะใช้ในการดูดซับหรือเป็นไอโซเทิร์มแบบแลงเมียร์ (วรวิทย์, 2558) ดังตารางที่ 1 ซึ่งผลการทดลองพบว่าค่า R_L มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 แสดงให้เห็นว่า ถ่านกัมมันต์เกิดการดูดซับกับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบก และมีค่า (1/n) <1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณพื้นผิวบนตัวดูดซับมีปริมาณจำกัดที่ใช้ในการดูดซับหรือเป็นไอโซเทิร์มแบบแลงเมียร์

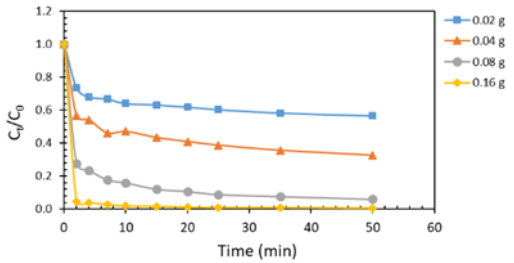


รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์สมการไอโซเทิร์มของการดูดซับแบบแลงเมียร์ของถ่านกัมมันต์ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 5 10 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

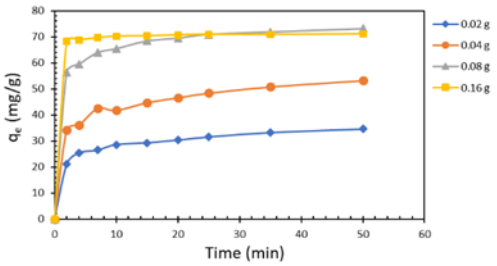
ตารางที่ 1 ไอโซเทิร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์และฟรุนดิชสำหรับการดูดซับคลอโรฟิลล์ด้วยถ่านกัมมันต์

Langmuir	
K_L (L/mg)	0.0079
R_L	0.8631-
R^2	0.9579
	0.9989
Freundlich	
K_F (mg/g)	4.7942
1/n	0.1938
R^2	0.9780

ผลการทดลองการดูดซับคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบกเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของถ่านกัมมันต์เป็น 0.02 0.04 0.08 และ 0.16 กรัม ความเข้มข้นเริ่มต้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิห้อง แสดงรูปที่ 10 พบว่า การเพิ่มปริมาณตัวดูดซับส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีมากขึ้น และบริเวณที่เกิดการดูดซับหรือบริเวณที่สารสัมผัสกับตัวดูดซับมีมากขึ้น ในช่วงแรกของการดูดซับเกิดการดูดซับขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลมากจากการดูดซับแบบแลงเมียร์ และเริ่มเข้าสู่สมดุลการดูดซับเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รวินทร์ สุทธะนันท์ ที่ได้ทำการศึกษาจลนศาสตร์และเทอร์โมไดนามิกส์การดูดซับเมททิลีนบลูโดยใช้เปลือกถั่วลิสง ที่เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกถั่วลิสงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่ม (รวินทร์ และ โกวิทย์, 2551) แต่อีกนัยหนึ่งจะสังเกตเห็นว่าที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.16 กรัม มีค่าความสามารถในการดูดซับใกล้เคียงกับปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 0.08 กรัม สามารถบ่งบอกได้ว่าที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ในสารละลายใบบัวบกที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.08 กรัม เพียงพอที่จะทำให้กระบวนการดูดซับมีความสามารถในการดูดซับสูงสุด แสดงดังรูปที่ 11 เพราะเมื่อเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์เป็น 0.16 กรัม ความสามารถในการดูดซับมีค่าต่ำกว่าปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 0.08 กรัม ดังนั้น จึงเลือกใช้ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.08 กรัม ในการทดลองลำดับถัดไป



รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง C_t/C_0 กับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้นของคลอโรฟิลล์ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.02 0.04 0.08 และ 0.16 กรัม



รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับกับเวลาที่ใช้ในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.02 0.04 0.08 และ 0.16 กรัม

สรุปผลการศึกษา

ผลของชนิดของตัวดูดซับที่ใช้ในการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบกพบว่า ตัวดูดซับที่เหมาะสม คือ ถ่านกัมมันต์ อุณหภูมิที่ใช้ในการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบกที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิห้อง เนื่องจากให้ค่าความสามารถในการดูดซับสูงสุด คือ 63.53มิลลิกรัมต่อกรัม ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นที่ใช้ในการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบกพบว่า ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ค่าความสามารถในการดูดซับสูงสุด คือ 56.49 มิลลิกรัมต่อกรัม และเลือกใช้ความเข้มข้นเริ่มต้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลของปริมาณตัวดูดซับใช้ในการดูดซับคลอโรฟิลล์จากสารละลายใบบัวบกพบว่า ปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสม คือ 0.08 กรัม ความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 73.1303 มิลลิกรัมต่อกรัม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. (2557). การใช้อนุพันธ์คลอโรฟิลล์จากใบบัวบกเพื่อทดแทนสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์บะหมี่หยก. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ยุวรัตน์ เงินเย็น. (2552). การตรวจสอบสมบัติการดูดซับสีย้อมผ้าไหมที่ปนเปื้อนในน้ำของแร่ดินเบนโทไนต์. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รวินทร์ สุทธะนันท์ และ โกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2551). จลนศาสตร์และเทอโมไดนามิกส์การดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกถั่วลิสง. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 31, 4, 751-763

รวินิภา ศรีมูล. (2559). การบำบัดสีย้อมในน้ำเสียด้วยกระบวนการดูดซับ. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2558). ประสิทธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่วจากสารละลายโดยใช้อิฐมวลเบาเป็นตัวดูดซับ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Zhansheng Wu and Chun Li. (2009). Kinetics and thermodynamics of beta-carotene and chlorophyll adsorption onto acid-activated bentonite from Xinjiang in xylene solution. Journal of Hazardous Materials, 582-587.

การตรวจวิเคราะห์และคัดเลือกเมทาโนเจนิกแบคทีเรียจากบ่อหมักก๊าซธรรมชาติด้วยเทคนิค Most probable number

นุศรา ยินยอม ชนิดา ชมสวนสวรรค์ กัญญาณัฐ ชัยตุ้ย และศิริวรรณ วิชัย*

The determination and screening of methanogenic bacteria from natural gas production well by most probable number technique

Nusara Yinyom, Chanida Chomsuansawan , Kanyanat Chaituy and Siriwan Wichai*

สาขาวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทมยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok Province, 65000
*Corresponding author. E-mail : siriwanwichai@nu.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการสร้างมีเทนจากการย่อยสลายสารอินทรีย์มีปฏิกิริยาหลายขั้นตอนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์หลายกลุ่มรวมทั้งเมทาโนจินิกแบคทีเรีย ปัจจุบันมีเทนจากบ่อหมักถูกนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนทั้งในครัวเรือนและในระดับอุตสาหกรรม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์และคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนจินิกแบคทีเรียโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะ ด้วยเทคนิค Most probable number (MPN) เมื่อใช้อาหารเหลว NB ในขั้นเริ่มต้น บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน ใช้อาหาร MS medium ในขั้นคาดคะเนและตรวจวัดก๊าซมีเทน สำหรับขั้นยืนยัน และขั้นสมบูรณ์ใช้อาหารจำเพาะ 3 ชนิด ได้แก่ Methanogenium medium, Methanotrix medium และ *Methanococcus* sp. medium บ่มที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน พบว่าปริมาณเมทาโนจินิกแบคทีเรียรวมมากกว่า 110000 MPN/ml พบ *Methanogenium* sp. และ *Methanothrix* sp. มากกว่า 110000 MPN/ml เช่นกัน ส่วน *Methanococcus* sp. พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN/ml จากการวิจัยยังพบว่าหากเริ่มต้นด้วยอาหาร MS medium โดยไม่ใช้อาหาร NB สามารถแยกและคัดเลือกได้เช่นกันแต่จะได้เฉพาะแบคทีเรียในกลุ่มเมทาโนจินิก ไม่พบแบคทีเรียที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในช่วงต้นปฏิกิริยาการสร้างมีเทน

คำสำคัญ: เมทาโนเจน ก๊าซชีวภาพ MPN

Abstract

The process of generating methane from the degradation of organic compounds has a multi-stage reaction, which is caused by many microorganisms, including the methanogenic bacteria. Currently, methane from the natural gas fermentation well is used as renewable energy both in households and in industrial scale. This study aims to investigate the methanogenic bacteria group and to screen genus using the selective media with the Most probable number technique (MPN). By first step, the NB was used for enrichment and incubated at 35°C for 14 days. Then the presumptive test used MS medium for methanogens and analyzed methane production. The confirm and complete test used three different types of selective media: Methanogenium medium, Methanothrix medium and *Methanococcus* sp medium incubated at the same temperature and time. The results found that total methanogenic bacteria, *Methanogenium* sp. and *Methanothrix* sp. were more than 110000 MPN/ml. But the *Merthanoccus* sp. was less than 3 MPN/ml. It was also found that if started with MS medium without NB enrichment, it can be enumeration and screening only methanogenic bacteria. No bacteria in the early step of digest organic compounds was detected.

Keywords: methanogenic bacteria, biogas, most probable number

บทนำ

มีเทน (methane) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตที่นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์หลัก (by-product) จากกระบวนการที่ผ่านการแปรสภาพโดยความร้อน (thermogenic) หรือจากกิจกรรมของแบคทีเรีย (biogenic) (Susilawati, R et al., 2015). เป็นแก๊สที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน (Gagen, E. J et al., 2014). เป็นก๊าซที่ได้จากมูลสัตว์ หรือการย่อยสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่สามารถเจริญได้ในสภาพไร้อากาศ (anaerobic bacteria) การย่อยสลายมูลสัตว์โดยแบคทีเรียในสภาวะไร้ออกกซิเจนแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสลายสารโมเลกุลใหญ่ (Hygrolysis) การผลิตกรดอินทรีย์ (Acidogenesis) และการผลิตมีเทน (Methanogenesis) ซึ่งก๊าซมีเทนถูกสร้างโดยแบคทีเรียกลุ่มเมทาโนจินิก (methanogenic bacteria)

แบคทีเรียเมทาโนเจนิกหรือเมทาโนเจนเป็นแบคทีเรียที่ดำรงชีวิตในสภาพไร้อากาศ สามารถย่อยสลายสารต่าง ๆ แล้วปลดปล่อยแก๊สออกมา เช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ แต่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยก๊าซมีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติติดไฟได้ จึงนำไปใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน เช่น ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน และก๊าซเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยทั่วไปสามารถคัดแยกจุลินทรีย์กลุ่มนี้ได้จากสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน ได้แก่ แหล่งน้ำจืด ตะกอนในทะเล พื้นที่ชุ่มน้ำ ในกระเพาะอาหารของสัตว์ และแมลง เป็นต้น (Battumur, U., et al 2016) ทำการเก็บตัวอย่างและดำเนินการภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ควบคุมความดันโดยการเติมแก๊ส ได้แก่ H_2: CO_2 และตรวจสอบการผลิตมีเทนโดย gas chromatography (Joshi, A., et al., 2018) และเนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ดำรงชีวิตแบบไร้อากาศการตรวจนับโดยเพาะเลี้ยงลงบนจานอาหารแข็งจึงทำได้ยาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์และคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนโดยวิธี Most Probable Number (MPN) จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพและมูลสัตว์ 3 ชนิด ได้แก่ มูลหมู วัว และไก่

วัสดุอุปกรณ์และคัดแยกเมทาโนเจนิกแบคทีเรีย

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ตำบลหนองพระ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ขวดฝาเกลียวที่บรรจุโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) 0.2 กรัม จากนั้นเติมแก๊สไนโตรเจนลงในขวดเป็นเวลา 5-10 นาที แล้วนำไปทำให้ปราศจากเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที ก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง และตัวอย่างมูลสัตว์จากฟาร์ม หมู่บ้านโป่งหม้อข้าว ตำบลท่านางงาม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก นำมาหมักโดยผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 บ่มภายนอกอาคารเพื่อให้ได้รับความร้อน และปิดด้วยถุงดำ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เมทาโนเจนมีความไวต่อออกซิเจนมาก ต้องเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ไร้อากาศ ในการเตรียม nutrient broth (NB) สำหรับขั้นตอน enrichment ละลาย NB 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร เติม 0.1% resazurin 10 มิลลิลิตร

เตรียมอาหาร ATCC medium: 1340 MS medium for methanogens สำหรับขั้นตอน presumptive test ประกอบด้วย mineral solution#1 15 มิลลิลิตร (K_2HPO_4 6 กรัม/ลิตร) mineral solution#2 15 มิลลิลิตร (KH_2PO_4 6 กรัม, $(NH_4)2SO_4$ 6 กรัม, NaCl 12 กรัม, $MgSO_4 \times 7H_2O$ 2.6 กรัม, $CaCl_2 \times 2H_2O$ 0.16 กรัม, น้ำกลั่น 1 ลิตร) 20% Yeast Extract-Trypticase solution 4 มิลลิลิตร (yeast extract 20 กรัม, trypticase peptone 20 กรัม, น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) 20% sodium formate 6 มิลลิลิตร 25% sodium acetate 4 มิลลิลิตร, 0.2% $FeSO_4 \times 7H_2O$ 0.4 มิลลิลิตร, 0.1% resazurin 0.4 มิลลิลิตร $NaHCO_3$ 2.4 กรัม, wolf's vitamin solution 4 มิลลิลิตร, wolf's mineral solution 4 มิลลิลิตร, cysteine-sulfide reducing agent 16 มิลลิลิตร ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกันด้วยน้ำกลั่น 340 มิลลิลิตร ยกเว้น wolf's vitamin solution, cysteine-sulfide reducing agent และ $NaHCO_3$

เตรียมอาหาร Methanothrix medium DSMZ 334 ประกอบด้วย solution A (KH_2PO_4 0.22 g $Na_2HPO_4 \times 2H_2O$ 0.86 กรัม Na-acetate 6.80 กรัม Na_2-EDTA solution (0.1% w/v) 1 ml Trace elements solution 10

มิลลิลิตร Na-resazurin solution (0.1% w/v) 0.50 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 950.00 มิลลิลิตร) solution B (Na_2CO_3 1.25 กรัม น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร) solution C (NaCl 0.30 กรัม $CaCl_2 \times 2H_2O$ 0.11 กรัม $MgCl_2$ x $6H_2O$ 0.10 กรัม น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) solution D (NH_4Cl 0.30 กรัม น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) solution E (Vitamins solution 10 มิลลิลิตร) และ solution D (Na_2S x $9H_2O$ 0.50 กรัม น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร)

เตรียมอาหาร Methanogenium medium DSMZ 141 ประกอบด้วย KCl 0.34 กรัม $MgCl_2$ x $6H_2O$ 4.00 กรัม $MgSO_4$ x $7H_2O$ 3.45 กรัม NH_4Cl 0.25 กรัม $CaCl_2$ x $2H_2O$ 0.14 กรัม K_2HPO_4 0.14 g NaCl 18.00 กรัม Trace element solution (see below) 10 มิลลิลิตร $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \times 6H_2O$ solution (0.1% w/v) 2 มิลลิลิตร Na-acetate 1.00 กรัม Yeast extract (OXOID) 2 กรัม Trypticase peptone 2 กรัม Na-resazurin solution (0.1% w/v) 0.50 มิลลิลิตร $NaHCO_3$ 5 กรัม Vitamin solution 10 มิลลิลิตร L-Cysteine-HCl$\times H_2O$ 0.50 กรัม $Na_2S \times 9H_2O$ 0.50 กรัม น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

เตรียมอาหาร *Methanococcus* sp. medium DSMZ 141a ประกอบด้วย KCl 0.34 กรัม $MgCl_2 \times 6H_2O$ 4.00 กรัม $MgSO_4$ x $7H_2O$ 3.45 กรัม NH_4Cl 0.25 กรัม $CaCl_2 \times 2H_2O$ 0.14 กรัม K_2HPO_4 0.14 กรัม NaCl 18.00 กรัม Trace element solution 10 มิลลิลิตร $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \times 6H_2O$ solution (0.1% w/v) 2 มิลลิลิตร Na-acetate 1.00 กรัม Na-resazurin solution (0.1% w/v) 0.50 มิลลิลิตร Vitamin solution 10 มิลลิลิตร L-Cysteine-HCl x H_2O 0.50 กรัม $Na_2S \times 9H_2O$ 0.50 กรัม น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

อาหารทั้ง 3 ชนิด สำหรับขั้นตอน confirm test จะเตรียมเป็นอาหารเหลว และจะเตรียมเป็นอาหารแข็งในขั้นตอนของ complete test โดยการเติมวุ้นลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1.5-2 กรัม ในปริมาตร 100 มิลลิลิตร

การทำให้ปราศจากเชื้อ โดยถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อ 10 มิลลิลิตร ลงใน Serum bottle ขนาด 20 มิลลิลิตร เติม 80% N_2, 20% CO_2 เป็นเวลา 5-10 นาที ปิดด้วย butyl rubber stopper และปิดทับด้วย aluminium seal นำไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

การบ่ม นำอาหารทั้ง 3 ชนิด คือ Methanogenium medium, Methanothrix medium และ *Methanococcus* sp. medium บ่มในสภาพอากาศที่มี 80% H_2: 20% CO_2 บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MPN

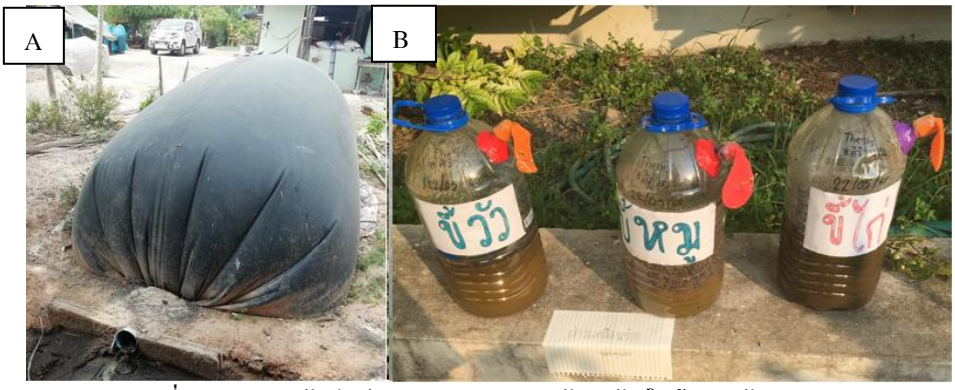
การกระตุ้นการเจริญ (enrichment) โดยเติมตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร NB โดยใช้เข็มขนาด 21G×1 1/2 และ syringe ขนาด 1 มิลลิลิตร ฉีดตัวอย่างเข้าในอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นถ่ายลงในอาหาร MS medium ในขั้นคาดคะเน (presumptive test) บ่มต่ออีก 2 สัปดาห์ ตรวจวัดก๊าซมีเทนด้วยเครื่อง gas chromatography ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น gc 2014 ถ่ายเชื้อจากขั้นคาดคะเนลงในอาหาร Methanogenium medium, Methanothrix medium และ *Methanococcus* sp. medium ในขั้นยืนยัน (confirm test) บ่มที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน และในขั้นสมบูรณ์ (complete test) ถ่ายเชื้อบนอาหารแข็งโดยฉีดตัวอย่างลงในขวดอาหารแข็งในขณะที่อาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การตรวจนับจำนวนเมทาโนเจนิกแบคทีเรียโดยวิธี MPN

นับหลอดที่ให้ผลบวกจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะ เทียบกับตาราง MPN index แบบ 3 หลอด และรายงานผลเป็น MPN/ml โดยใช้หลักการการตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค MPN ตามมาตรฐาน BAM Chapter 4 (Feng, P. et al., 2002) โดยปริมาณ methanogenic bacteria ทั้งหมด นับขวดที่ให้ผลบวกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ MS medium for Methanogens ปริมาณ *Methanogenium* sp. นับจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Methanogenium medium ปริมาณ *Methanotrix* sp. นับจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Methanotrix medium และปริมาณ *Methanococcus* sp. นับจากอาหารเลี้ยงเชื้อ *Methanococcus* sp. medium

ผลการศึกษา

ลักษณะของตัวอย่างทดสอบจากบ่อหมักก๊าซธรรมชาติและการหมักจากมูลสัตว์ในห้องปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 1

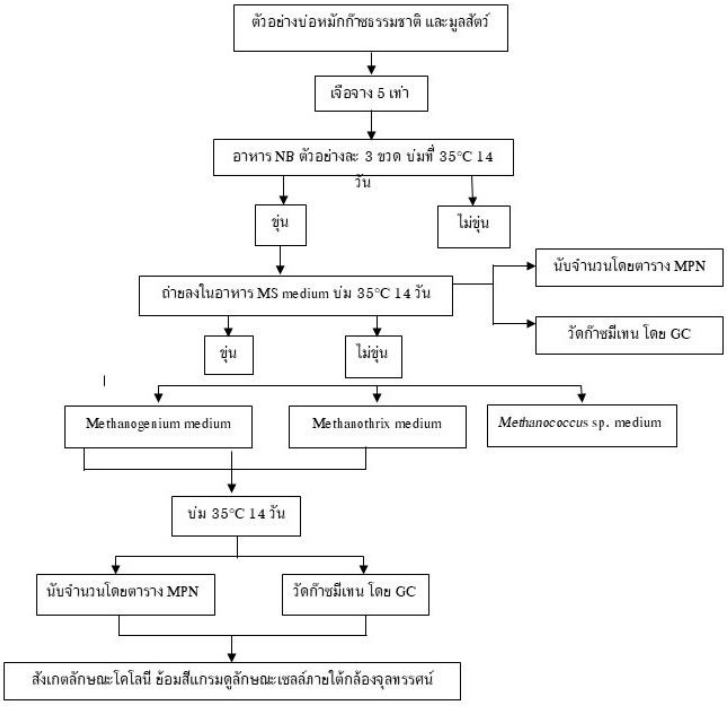


รูปที่ 1 แสดงบ่อหมักก๊าซชีวภาพ (A) และการหมักมูลสัตว์ในห้องปฏิบัติการ (B)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในสภาพไร้อากาศ แสดงดังภาพที่ 2

รูปที่ 2 แสดงการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและลักษณะของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดสอบ

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MPN



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงการตรวจนับเมทาโนจินิกแบคทีเรียโดยวิธี MPN

ผลการตรวจนับปริมาณและการคัดเลือกเมทาโนจินิกแบคทีเรียแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจนับเมทาโนเจนิกแบคทีเรีย โดยวิธี MPN แบบ 3 หลอด ที่ความเจือจาง 10^0- 10^{-5} (MPN/ml)

การตรวจวิเคราะห์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	บ่อหมักก๊าซชีวภาพ			มูลสัตว์หมัก		
		ตัวอย่างทดสอบ	Combination of Positive	MPN/ml	ตัวอย่างทดสอบ	Combination of Positive	MPN/ml
Pre-enrichment	NB	n01	3-3-3	–	บ่อหมักหมู	3-3-3	–
		n02	3-3-3	–	บ่อหมักวัว	3-3-3	–
		n03	3-3-3	–	บ่อหมักไก่	3-3-3	–
Presumptive test	MS	n01	3-3-3	>110000	บ่อหมักหมู	3-3-3	>110000
		n02	3-3-3	>110000	บ่อหมักวัว	3-3-3	>110000
		n03	3-3-3	>110000	บ่อหมักไก่	3-3-3	>110000
Confirm test	MG	n01	3-3-3	>110000	บ่อหมักหมู	3-3-3	>110000
		n02	3-3-3	>110000	บ่อหมักวัว	3-3-3	>110000
		n03	3-3-3	>110000	บ่อหมักไก่	3-3-3	>110000
	MT	n01	3-3-3	>110000	บ่อหมักหมู	3-3-3	>110000
		n02	3-3-3	>110000	บ่อหมักวัว	3-3-3	>110000
		n03	3-3-3	>110000	บ่อหมักไก่	3-3-3	>110000
	MC	n01	0-0-0	<0.3	บ่อหมักหมู	0-0-0	<0.3
		n02	0-0-0	<0.3	บ่อหมักวัว	0-0-0	<0.3
		n03	0-0-0	<0.3	บ่อหมักไก่	0-0-0	<0.3

หมายเหตุ: MG= Methanogenium medium, MT= Methanotrix medium, MC= *Methanococcus* sp. medium

อภิปรายผลการศึกษา

การตรวจวิเคราะห์เมทาโนเจนิกแบคทีเรียจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพและการหมักจากมูลสัตว์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าในขั้นตอน enrichment อาหารเลี้ยงเชื้อ NB มีลักษณะขุ่นทุกหลอด แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระบวนการย่อยสลายมูลสัตว์ในสภาพไร้ออกซิเจน ได้แก่จุลินทรีย์กลุ่มที่ทำหน้าที่สลายสารโมเลกุลใหญ่ (Hygrolysis) ผลิตกรดอินทรีย์ (Acidogenesis) และเมทาโนเจน ถูกกระตุ้นให้สามารถเจริญได้ส่วนจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนจะไม่สามารถเจริญได้จึงเป็นการคัดแยกเฉพาะกลุ่ม anaerobic bacteria ในขั้นตอนแรก ในขั้นตอนที่สองเป็นการคาดคะเน โดยการใช้อาหาร MS medium ในสภาวะ H_2/CO_2 เท่ากับ 80:20 พบว่าทุกความเจือจางอาหารมีลักษณะขุ่นเช่นเดียวกัน ในขั้นตอนนี้แบคทีเรียเมทาโนเจน ได้แก่ acetoclastic methanogen สามารถเจริญได้เพราะมี acetate เป็นแหล่งคาร์บอน และ กลุ่ม hydrogenotrophic methanogen เพราะมีก๊าซไฮโดรเจน ที่มีการเติมในระหว่างการบ่มทุก 3-4 วัน ดังนั้นการใช้ MS medium จึงจัดเป็นการคัดแยกจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนออกจากแบคทีเรียกลุ่ม anaerobic ทั่วไป และการตรวจพบก๊าซมีเทนเป็นการยืนยันผลว่าสามารถที่จะคัดแยกจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนได้ จากผลการวิจัยพบว่าหากเริ่มต้นด้วยการเติมตัวอย่างทดสอบลงในอาหาร MS medium โดยไม่ผ่านขั้นตอนการ enrichment ด้วยอาหาร NB พบว่า เมทาโนเจนสามารถเจริญได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากตัวอย่างจากบ่อหมักก๊าซธรรมชาติและจากมูลสัตว์มีเชื้ออยู่ปริมาณมาก ไม่จำเป็นต้องกระตุ้นให้เจริญด้วยอาหาร NB สำหรับในขั้นตอนที่ 3 การยืนยันผล โดยการใช้อาหารที่จำเพาะต่อเมทาโนเจนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ *Methanogenium* sp., *Methanotrix* sp. และ *Methanococcus* sp. พบว่ามีการเจริญในอาหาร Methanogenium และ Methanothrix ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสมบูรณ์โดยการถ่ายเชื้อลงบนอาหารแข็งและสังเกตลักษณะโคโลนีพบว่ามีการเจริญบนอาหารแข็ง Methanogenium และ Methanothrix นอกจากนั้นยังพบโคโลนีที่มีลักษณะเป็นเมือกสีขาว มีขนาดใหญ่ ซึ่งไม่พบเมื่อใช้อาหาร MS medium โดยตรง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้เทคนิค MPN ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ enrichment, presumptive, confirm และ complete มีประโยชน์เมื่อต้องการแยกเชื้อในกระบวนการหมักในบ่อหมักก๊าซธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย anaerobic bacteria อื่น ๆ และกลุ่ม methanogen ทำให้แยกเชื้อได้หลายชนิด แต่อาจจะไม่มี

ประโยชน์มากนักในการแยกเชื้อเฉพาะกลุ่ม methanogen เนื่องจากการเพิ่มขั้นตอนการ enrichment ด้วยอาหาร NB จะส่งผลให้แบคทีเรียอื่น ๆเจริญได้ดีกว่าเพิ่มจำนวนได้มากกว่ากลุ่มเมทาโนเจนซึ่งเจริญได้ช้ากว่า ส่วนการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MPN 3 ขั้นตอน จะสามารถแยกได้เฉพาะกลุ่ม methanogen และมีประโยชน์เมื่อต้องการเปรียบเทียบปริมาณหรือหาความสัมพันธ์ของเชื้อในแต่ละกลุ่มจากตัวอย่างเดียวกันได้ โดยการใช้อาหารจำเพาะที่แตกต่างกัน ผลการตรวจนับพบว่าปริมาณเมทาโนจินิกแบคทีเรียรวมมากกว่า 110000 MPN/ml พบ *Methanogenium* sp. และ *Methanotrix* sp. มากกว่า 110000 MPN/ml เช่นกัน ส่วน *Methanococcus* sp. พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN/ml เปรียบเทียบแหล่งการผลิตมีเทนจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ และมูลสัตว์หมักพบว่า *Methanogenium sp* และ *Methanotrix* sp. มีปริมาณที่สูงในทั้งสองแหล่ง จากการศึกษาของ Andreas Otto Wagner และคณะ ในปี 2012 ได้ตรวจนับจุลินทรีย์ในกลุ่ม archaea ที่ผลิตมีเทน ด้วยวิธี MPN ขั้นตอนเดียว จึงสามารถตรวจนับได้เฉพาะเมทาโนเจนิกแบคทีเรียรวม การศึกษานี้เป็นครั้งแรกที่รายงานการตรวจนับและคัดเลือกจุลินทรีย์ในกลุ่มเมทาโนเจนิคแบคทีเรียด้วยเทคนิค MPN 4 ขั้นตอน ได้แก่ enrichment, presumptive, confirm และ complete ทำให้สามารถคัดเลือกจุลินทรีย์เบื้องต้นได้

สรุปผลการศึกษา

การตรวจวิเคราะห์และคัดเลือกเมทาโนจินิกแบคทีเรียจากบ่อหมักก๊าซธรรมชาติและการหมักมูลสัตว์ในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค Most probable number (MPN) เมื่อใช้อาหารเหลว NB ในขั้นเริ่มต้น บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เวลา 14 วัน ใช้อาหาร MS medium ในขั้นคาดคะเนและตรวจวัดก๊าซมีเทน สำหรับขั้นยืนยันและขั้นสมบูรณ์ใช้อาหารจำเพาะ 3 ชนิด ได้แก่ Methanogenium medium, Methanothrix medium และ *Methanococcus* sp. medium บ่มที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน พบว่าปริมาณเมทาโนจินิกแบคทีเรียรวมมากกว่า 110000 MPN/ml พบ *Methanogenium* sp. และ *Methanothrix* sp. มากกว่า 110000 MPN/ml เช่นกัน ส่วน *Methanococcus* sp. พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN/ml การใช้เทคนิคนี้สามารถแยกเชื้อได้ทั้งกลุ่ม anaerobic bacteria ที่อยู่ในกระบวนสร้างมีเทนจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ และกลุ่มเมทาโนเจนิกแบคทีเรีย แต่หากใช้เทคนิค MPN ที่เริ่มต้นด้วยอาหาร MS medium พบว่า จะสามารถแยกได้เฉพาะกลุ่ม methanogen และมีประโยชน์เมื่อต้องการเปรียบเทียบปริมาณหรือหาความสัมพันธ์ของเชื้อในแต่ละกลุ่มจากตัวอย่างเดียวกันได้โดยการใช้อาหารจำเพาะที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณภานุ ลาตีฟ นายช่างเทคนิคชำนาญการ สำนักงานพลังงาน จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ตำบลหนองพระ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

Battumur, U., Yoon, Y. M., & Kim, C. H. (2016). Isolation and characterization of a new Methanobacterium formicicum KOR-1 from an anaerobic digester using pig slurry. Asian-Australasian journal of animal sciences, 29(4), 586.

Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., Burkhardt, W., Shellfish, M., & Water, B. (2002). BAM: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. Bacteriological analytical manual, 13.

Gagen, E. J., Wang, J., Padmanabha, J., Liu, J., de Carvalho, I. P. C., Liu, J., ... & McSweeney, C. S. (2014). Investigation of a new acetogen isolated from an enrichment of the tammar wallaby forestomach. BMC microbiology, 14(1), 314.

Joshi, A., Lanjekar, V., Dhakephalkar, P. K., & Dagar, S. S. (2018). Cultivation of multiple genera of hydrogenotrophic methanogens from different environmental niches. Anaerobe, 50, 64-68.

Papendick, S. L., Downs, K. R., Vo, K. D., Hamilton, S. K., Dawson, G. K., Golding, S. D., & Gilcrease, P. C. (2011). Biogenic methane potential for Surat Basin, Queensland coal seams. International Journal of Coal Geology, 88(2-3), 123-134.

Susilawati, R., Esterle, J. S., Golding, S. D., & Mares, T. E. (2015). Microbial methane potential for the south Sumatra basin coal: formation water screening and coal substrate bioavailability. Energy Procedia, 65, 282-291.

Uchino, Y., & Ken-Ichiro, S. (2011). A simple preparation of liquid media for the cultivation of strict anaerobes. J Pet Environ Biotechnol S, 3(2).

Wagner, A. O., Lins, P., & Illmer, P. (2012). A simple method for the enumeration of methanogens by most probable number counting. biomass and bioenergy, 45, 311-314.

Wolfe, R. S., & Metcalf, W. W. (2010). A vacuum-vortex technique for preparation of anoxic solutions or liquid culture media in small volumes for cultivating methanogens or other strict anaerobes. Anaerobe, 16(3), 216-219.

การตอบสนองภูมิคุ้มกันต่อการกระตุ้นด้วยวัคซีนดีเอ็นเอที่มี ฟิม เอ เชื่อมต่อกับโปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่ง ในหนูทดลอง

ณัฐชัย สายวาริน[1] จันทร์ทิภา จบศรี[2] และสดใส วิโรจนศักดิ์[1*]

Immune response after immunized with FimA-PVXCP DNA vaccine in a mouse model

Nattachai Saiwarin[1], Jantipa Jobsri[2] and Sodsi Wirojchanasak [1*]

[1]ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
[2]ภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Thapo, Phitsanuloke, 65000
[2]Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Thapo, Phitsanuloke, 65000
*Corresponding author. E-mail: sodsiw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

พอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสเป็นเชื้อที่มีบทบาทในการก่อโรคปริทันต์อักเสบ การกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยดีเอ็นเอวัคซีนเป็นการรักษาทางเลือกใหม่วิธีหนึ่งสำหรับโรคติดเชื้อ โดยฟิมเบรียของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส (FimA) เป็นแอนติเจนหนึ่งที่ถูกใช้ผลิต ดีเอ็นเอวัคซีนต้านโรคปริทันต์อักเสบ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของดีเอ็นเอวัคซีนที่มียีนควบคุมการสร้างฟิมเบรียเชื่อมกับยีนควบคุมการสร้างโปรตีนห่อหุ้มไวรัสเอ็กซ์ของมันฝรั่ง (PVXCP) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันและทดสอบเทคนิคการให้วัคซีนที่เหมาะสมสำหรับวัคซีนนี้ โดยให้วัคซีนในหนูทดลอง 26 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มที่ได้รับวัคซีน FimA-PVXCP กลุ่มวัคซีน FimA โดยให้ผ่านการฉีดเข้ากล้ามเนื้อและการหยดทางจมูก และกลุ่มควบคุมลบ หลังกระตุ้นภูมิคุ้มกัน 42 วัน ทำการเก็บเลือดเพื่อตรวจสอบปริมาณแอนติบอดีด้วยวิธีการ ELISA พบว่ากลุ่มที่ได้รับวัคซีน FimA-PVXCP ด้วยวิธีฉีดเข้ากล้ามเนื้อเกิดระดับแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีที่จำเพาะต่อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส มากกว่าวิธีหยดทางจมูกซึ่งไม่พบการสร้างแอนติบอดีอย่างมีนัยสำคัญ (17,330 ± 7,798 vs 0 ยูนิต/มิลลิลิตร $p<0.05$) เช่นเดียวกับกลุ่มวัคซีน FimA ที่ให้ทางกล้ามเนื้อเทียบกับการหยดทางจมูก (87,432 ± 46,294 vs 37± 23.58 ยูนิต/มิลลิลิตร $p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบวัคซีน FimA-PVXCP กับวัคซีน FimA ที่ให้ทางกล้ามเนื้อไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปว่าวัคซีนดีเอ็นเอต่อเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส (FimA-PVXCP vaccine) สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันทางระบบได้ มากกว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันทางเยื่อบุจมูก

คำสำคัญ: วัคซีนดีเอ็นเอ ฟิม เอ โปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่ง โรคปริทันต์อักเสบ พอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส

Abstract

Porphyromonas gingivalis is a key etiologic pathogen of periodontitis. Induction immunity of host response by DNA vaccine is an alternative treatment for infectious deseases. FimA gene from *Porphyromonas gingivalis* was used as an antigen gene in a DNA vaccine for periodontitis. The objective of this study was to evaluate efficacy in inducing immune response of a DNA vaccine containing FimA gene fused with gene encoding potato virus X coat protein (PVXCP), an immunogenicity molecule and to evaluate a proper route of administration technique for this vaccine. Twenty six mice were devided into 5 groups including groups immunized by FimA-PVXCP vaccine using intramuscular technique and intranasal technique, groups immunized by FimA vaccine using intramuscular technique and intranasal technique, and a negative control group. At day42 after immunization, mice were collected blood for antibody detection by ELISA. The titer result showed that the FimA-PVXCP vaccine group using intramusclular technique had higher level of specific IgG against *Porphyromonas gingivalis* when compared with the intranasal technique group from the same vaccine (17,330±7,798 vs 0 unit/ml, $p<0.05$). FimA vaccine group using intramusclular technique also had higher titer level when compared with the intranasal technique group (87,432±46,294 vs 37± 23.58 unit/ml, $p<0.05$) However, the titer levels between FimA-PVXCP and FimA vaccine groups using intramuscular technique did not show difference significantly. In conclusion, FimA-

PVXCP vaccine provided enhancement in inducing systemic immunity via intramuscular technique more than nasal mucosal immunity induction.

Keywords: DNA vaccine, FimA, PVXCP, Periodontitis, *Porphyromonas gingivalis*

บทนำ

โรคปริทันต์อักเสบหรือโรครำมะนาดเป็นโรคเกี่ยวกับการอักเสบเรื้อรังที่เกิดจากการตอบสนองของร่างกายต่อเชื้อแบคทีเรียในไบโอฟิล์ม(Dental biofilm)ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเหงือกและกระดูก ผลทางระบาดวิทยาพบโรคปริทันต์อักเสบในวัยผู้ใหญ่ถึงร้อยละ 10-15 ของประชากรโลก (Petersen, P.E., Ogawa H., 2012) ในประเทศไทยพบโรคปริทันต์อักเสบที่มีร่องลึกปริทันต์ตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไปในวัยทำงานและวัยสูงอายุร้อยละ 6.1 และ 12.2 ตามลำดับ (สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย, 2561) อาการของโรคปริทันต์อักเสบคือเหงือกบวมแดง เลือดออก เอ็นยึดปริทันต์ถูกทำลาย เกิดร่องลึกปริทันต์ กระดูกที่รองรับรากฟันถูกทำลายทำให้เกิดฟันโยก ท้ายที่สุดเกิดการสูญเสียฟัน ส่งผลต่อการบดเคี้ยว การรับประทานอาหาร ความสวยงาม รวมถึงคุณภาพชีวิตที่แย่ลง นอกจากนี้โรคปริทันต์อักเสบยังส่งผลเชื่อมโยงสัมพันธ์กับโรคทางระบบ เช่น โรคเบาหวาน (Preshaw, P. M., et. al., 2012) โรคหัวใจและหลอดเลือดโรครูมาตอยด์ โรคกระดูกพรุน (Kinane, D.F., Marshall, G.J., 2001) ภาวะคลอดก่อนกำหนด (Teshome, A., & Yitayeh, A., 2016)

สาเหตุการเกิดโรคปริทันต์อักเสบเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน ปัจจัยที่เป็นสาเหตุหลัก คือ การตอบสนองต่อต้านการอักเสบของร่างกายต่อเชื้อจุลชีพในคราบจุลินทรีย์ซึ่งมีมากถึง 500-700 สปีชีส์ อยู่เป็นกลุ่มสังคมมีปฏิสัมพันธ์ส่งเสริมการคงอยู่และก่อโรค Socransky และคณะ ในปี ค.ศ. 1988 ได้แบ่งจุลชีพกลุ่มที่เกี่ยวข้องเป็นสาเหตุของการโรคปริทันต์เป็นกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มสีแดง (Red complex) เป็นกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกับการก่อโรคปริทันต์อักเสบมากที่สุด ประกอบด้วยเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส (*Porphyromonas gingivalis)*, แทนเนอเรลลา ฟอร์ซัยเธีย *(Tanerella forsythia)* และ ทรีโพนีมา เดนทิโคล่า (*Treponema denticola)* พบพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสในคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกได้ร้อยละ 85.75 ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคปริทันต์ อักเสบเรื้อรัง (Yang, H.W., Huang, Y.F., & Chou, M.Y., 2004) ในปี ค.ศ. 2012 Hajishengallis และคณะได้เสนอสมมุติฐานเชื้อก่อโรคที่เป็นกุญแจสำคัญ (Keystone pathogen) ในการขับเคลื่อนให้เกิดโรคปริทันต์อักเสบ โดยเมื่อมีการเพิ่มจำนวนเพียงเล็กน้อยของเชื้อนี้ (<0.01% ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด) สามารถส่งผลให้แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ดีอื่น (Pathobions) เพิ่มจำนวนมากขึ้น เกิดภาวะไม่สมดุลทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงเอื้อให้แบคทีเรียที่ไม่ดีเจริญเติบโตได้มากกว่า เกิดเป็นโรคปริทันต์อักเสบในที่สุด (Hajishengallis, G., et al., 2011) หนึ่งใน Keystone pathogen ที่กล่าวถึงคือ พอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส นอกจากนี้มีการนำเสนอแนวคิดการส่งเสริมของเชื้อหลายชนิดร่วมกันให้เกิดภาวะเสียสมดุลของจุลินทรีย์ในช่องปาก (Polymicrobial synergy and dysbiosis model/PSD model) กล่าวคือ Keystone pathogen เมื่อจับกับเชื้อก่อโรคอื่น ๆ จะรวมตัวกันเป็นชุมชน สร้างองค์ประกอบที่หลากหลายและปัจจัยก่อโรคเพิ่มมากขึ้น ความรุนแรงในการก่อโรคมากขึ้น ส่งผลปรับเปลี่ยนให้ร่างกายมีสภาวะแวดล้อมที่เชื้อก่อโรคเจริญได้ดี (Dysbiosis) เมื่อสมดุลเปลี่ยนทำให้เกิดการดำเนินของโรค มีอวัยวะปริทันต์ถูกทำลายตามมา (Hajishengallis, G., & Lamont, R. J., 2012) การรักษาโรคปริทันต์อักเสบในปัจจุบันใช้การกำจัดเชื้อโรคด้วยการขูดหินน้ำลายเกลารากฟัน ร่วมกับการกำจัดปัจจัยร่วมอื่น ๆที่ส่งผลต่อการเกิดโรค แต่พบว่ามีการกลับมาเกาะซ้ำของเชื้อก่อโรคในเวลาไม่กี่เดือน พบการกลับมาเกาะซ้ำของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส ได้อย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่เดือนที่ 6 หลังเกลารากฟัน (Octavia, M., Soeroso, Y., Kemal, Y., Sunarto, H., & Bachtiar, B. M., 2018) การส่งเสริมภูมิคุ้มกันของร่างกายจึงเป็นแนวคิดในการรักษาอีกทางหนึ่งเป็นที่มาของแนวคิดวัคซีนปริทันต์ ในการศึกษาวัคซีนปริทันต์ที่ผ่านมามีการทดลองสร้างวัคซีนต้านเชื้อแอกกรีเกติแบคเตอร์ แอคติโนไมซีเตมโคมิแทนส์ (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) ที่มีปัจจัยก่อโรคที่รุนแรง และวัคซีนต้านเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส ซึ่งพบได้บ่อยในคนที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบ (Thomas George, V., et. al., 2014; Jong, R. A., &

van der Reijden, W. A., 2010) ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาวัคซีนต่อเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส โดยคาดหวังว่าจะนำไปสู่การรักษาหรือป้องกันโรคปริทันต์อักเสบซึ่งอาจส่งผลดีกับโรคทางระบบที่สัมพันธ์กันด้วย

พอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีองค์ประกอบที่เป็นปัจจัยก่อโรคที่มีส่วนกระตุ้น การตอบสนองของร่างกายและนำไปสู่การดำเนินของโรคปริทันต์อักเสบ เช่น แคปซูล เอนไซม์จิงจิเพน ฟิมเบรีย ฯลฯ (How, K. Y., Song, K. P., & Chan, K. G., 2016) ปัจจัยก่อโรคที่ผู้วิจัยสนใจนำมาเป็นแอนติเจนในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน คือ ฟิมเบรียยาว มีความยาว 0.3-3 ไมโครเมตร กว้าง 5 นาโนเมตร มีโมเลกุลหลักที่เป็นโครงสร้างคือ ฟิม เอ (FimA) ถูกควบคุมการแสดงออกโดยยีน FimA ซึ่งมีหน้าที่สำคัญต่อการยึดเกาะเซลล์ร่างกายและเชื้อแบคทีเรียตัวอื่น กระตุ้นการอักเสบทำให้เกิดการคีโมแทกซิส (Chemotaxis) ของเซลล์เม็ดเลือดขาวและกระตุ้นการผลิตไซโตไคน์ สื่ออักเสบ เช่น ทูเมอร์เนโครสิสแฟคเตอร์อัลฟ่า (TNF α), อินเตอร์ลิวคิน 1, 6, 8 ทำให้เกิดการทำลายกระดูก และยังส่งเสริมการทำงานของฮีแมกกลูตินินของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสเองอีกด้วย ยีน FimA แบ่งออกเป็น 6 จีโนไทป์ ได้แก่ I-V และ IB ทำให้เกิดเป็นฟิมเบรียชนิดที่แตกต่างกัน (Jong, R. A., & van der Reijden, W. A., 2010; How, K. Y., et al., 2016; Pandit, N., Changela, R., Bali, D., Tikoo, P., & Gugnani, S., 2015) จุดเด่นอีกด้านของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส คือเชื้อสามารถต่อต้านระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดได้ โดยฟิมเบรียยาวกระตุ้นสารประกอบเชิงซ้อนในตัวรับเหมือนโทลล์ 2/1 (Toll like receptor 2-TLR1 complex, TLR 2/1) ร่วมกับจิงจิเพนที่กระตุ้นตัวรับคอมพลีเมนต์ 5 เอ (C5a receptor, C5aR) ในนิวโทรฟิลทำให้เกิดการแทรกสัญญาณข้าม (Cross talk) ส่งผลให้เกิดกระบวนการยูบิควิติเนชั่น (Ubiquitination) ทำลายแฟคเตอร์มัยอีลอยด์ ฟเฟอเรนชิเอชัน 88 (Myeloid differentiation factor 88, MyD88) ที่เป็นตัวนำสัญญาณเข้าสู่นิวเคลียสเพื่อตอบสนองต่อเชื้อโรค ทำให้เชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสไม่ถูกกำจัด นอกจากนี้การ Cross talk ผ่านฟิมเบรียยังกระตุ้นเอนไซม์ฟอสโฟอิโนไซไทด์ 3 ไคเนส (Phosphoinositide 3-kinase, PI3K)ซึ่งสามารถยับยั้งการฟาโกไซโตซิสของเซลล์ภูมิคุ้มกันทำให้เชื้ออยู่รอดต่อไปได้ เชื้อยังสามารถช่วยเหลือเชื้อก่อโรคอื่น ๆให้เจริญ หรือกระตุ้นการอักเสบอยู่ตลอดทำให้สภาวะแวดล้อมเอื้อต่อการเกิดโรค (Hajishengallis G., 2015; Makkawi, H., et al., 2017) หากมีการกำจัดฟิมเบรียได้ก็จะทำให้เชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสไม่สามารถเกาะเซลล์ร่างกาย หรือแบคทีเรียก่อโรคอื่นได้ ไม่สามารถกระตุ้นไซโตไคน์สื่ออักเสบได้ รวมถึงไม่เกิด cross talk ร่วมกับจิงจิเพนในการกดการทำงานของ นิวโทรฟิล ฟิมเบรียยังเป็นองค์ประกอบที่ผิวนอกของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส สามารถถูกแอนติบอดีจับและ กำจัดได้ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ฟิมเบรีย เอ ชนิดที่ 1 ซึ่งสามารถหาซื้อเชื้อที่มีฟิมเบรียชนิดที่ 1 นี้ได้และพบได้ในผู้เป็นโรคปริทันต์อักเสบ

ในการศึกษาดีเอ็นเอวัคซีนที่ผ่านมามีการใช้ฟิมเบรียเป็นแอนติเจน Guo และคณะ ในปี ค.ศ. 2006 ทดสอบวัคซีนดีเอ็นเอที่มี FimA ที่เชื่อมกับพลาสมิด pIRES ร่วมกับ อินเตอร์ลิวคิน 15 ซึ่งเป็นไซโตไคน์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเม็ดเลือดขาวชนิด บีเซลล์ (B cell) พบว่าการฉีดวัคซีนเข้ากล้ามเนื้อทำให้หนูทดลองสร้างอิมมูโนโกลบูลิน จี ในซีรั่ม(serum IgG) และวิธีหยดวัคซีนทางจมูกกระตุ้นการสร้าง serum IgG ในเลือด และอิมมูโนโกลบูลิน เอ ในน้ำลาย (IgA)ที่จำเพาะต่อฟิมเบรีย Yu และคณะ ในปี ค.ศ. 2011 มีการใช้ยีน FimA และ ยีนที่ควบคุมการทำงานของซีทีแอลเอ 4 (Cytotoxic T-lymphocyte-associated protein 4 , CTLA4) สร้าง พลาสมิด pCTLA4 เพื่อพัฒนาวัคซีนดีเอ็นเอที่เฉพาะเจาะจงต่อเซลล์เดนไดรติก พบว่าสามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดี IgG ในซีรั่ม และ IgA ในน้ำลายได้มากกว่าวัคซีนที่มี FimA อย่างเดียวและส่งผลลดการทำลายของกระดูกเบ้าฟันได้ การศึกษาวัคซีนที่ผ่านมายังมีข้อจำกัดในการพยายามกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันให้ได้มากที่สุด ทั้งในด้านการพัฒนาเทคนิค การใช้โมเลกุลที่ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันเสริมเข้าไปในดีเอ็นเอวัคซีนหรือใช้เป็นสารเสริมฤทธิ์ ปัจจุบันการศึกษาทั้งหมดยังจำกัดอยู่ในสัตว์ทดลอง ยังไม่มีการศึกษาในมนุษย์

โปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่ง(Potato virus X coat protein, PVXCP) เป็นโปรตีนจากไวรัสเอ็กซ์จากมันฝรั่ง ซึ่งอยู่ในวงศ์ *Alphaflexiviridae* และเป็นสมาชิกในจีนัส *Potexvirus* เป็นอาร์เอ็นเอไวรัส ลักษณะเป็นเส้นใย ยืดหยุ่นได้ ยาวประมาณ 515 นาโนเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 14.5 นาโนเมตร มีโปรตีนรูปแท่งเกาะประมาณ 1300 ซับยูนิตตลอด

เส้นใย (Lico, C., et. al., 2015) ซึ่ง PVXCP ได้ถูกพิสูจน์แล้วว่าเป็นโมเลกุลที่ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในวัคซีนป้องกันเนื้องอก สามารถช่วยกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีเฉพาะต่อต้านเนื้องอกผ่านทางโปรตีนบนผิวหน้า ซีดี 4 ของเฮลเปอร์ทีเซลล์ (CD4 T cell) และ PVXCP ยังสามารถรวมตัวกันเพิ่มความเป็นตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อการตอบสนองของ T cell อีกด้วย (Savelyeva, N., King, C. A., Vitetta, E. S., & Stevenson, F. K., 2005; Savelyeva, N., Munday, R., Spellerberg, M. B., Lomonossoff, G. P., & Stevenson, F. K., 2001) และได้มีการนำ PVXCP ไปใช้ในการทดลองในมนุษย์ เฟสที่ 1 ในผู้ป่วยมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (Meleshko, A. N., et. al., 2017) ทำให้ PVXCP มีความน่าสนใจในการนำมาเป็นตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกันในวัคซีนปริทันต์ ซึ่งยังไม่เคยมีการนำมาใช้การกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อโรคปริทันต์ในมนุษย์มาก่อน งานวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะพัฒนาวัคซีนปริทันต์ต้านเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ PVXCP ร่วมด้วย

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1) เป็นการศึกษานำร่องเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของวัคซีนต่อพอร์ไฟโรโมแนสจิงจิวาลิส (FimA-PVXCP vaccine) หรือ วัคซีนดีเอ็นเอที่มี ฟิม เอ เชื่อมต่อกับ PVXCP

2) เป็นการศึกษานำร่องเพื่อเปรียบเทียบวิธีในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของวัคซีนต่อพอร์ไฟโรโมแนสจิงจิวาลิส (FimA-PVXCP vaccine) ว่าวิธีใดสามารถผลิตแอนติบอดี้ต่อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสได้ดีกว่า

สมมุติฐานงานวิจัย

วัคซีนดีเอ็นเอต่อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส (FimA-PVXCP vaccine) สามารถกระตุ้นให้สัตว์ทดลองสร้างแอนติบอดีต่อเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วัคซีนดีเอ็นเอ พัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย ดร. จันทร์ทิภา จบศรี โดยใส่แอนติเจนที่สนใจเข้าไปที่ตำแหน่ง HindIII และ Xhol ในโครงสร้างหลักที่เป็น พลาสมิดดีเอ็นเอ 3 ผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้วว่าสามารถผลิตแอนติเจนในเซลล์เอ็มบริโอนิกของไตมนุษย์ 293 (Human embryonic kidney , HEK293) ได้ ซึ่งเป็นเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammalian cell)ด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ (Reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR) และเวสเทิร์น บล็อทติ้ง (Western blotting) สามารถแบ่งวัคซีนออกเป็น วัคซีนที่ใช้ FimA เป็นแอนติเจนในพลาสมิด ดีเอ็นเอ 3 (pcDNA3.FimA หรือ FimA Vaccine) และวัคซีนที่ใช้ FimA เป็นแอนติเจนเชื่อมกับโปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่ง (pcDNA3.FimA-PVXCP หรือ FimA-PVXCP vaccine)

2. เชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส สายพันธุ์มาตรฐาน ATCC® 33277™

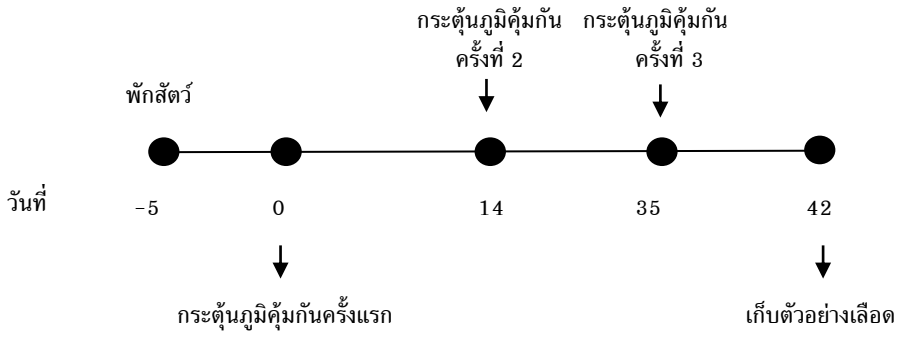
3. เครื่อง Microplate photometer (xMark™, Bio rad) และโปรแกรมซอฟแวร์ MPM

4. Anaerobic cabinet station (รุ่น1029, Thermo Scientific)

5. ตู้ปฏิบัติการปลอดเชื้อ ชนิดที่ 2 (รุ่น 3440831, Labconco)

วิธีการทดลอง

เป็นการศึกษานำร่อง (Pilot study) ในสัตว์ทดลองโดยใช้หนู BALB/c เพศเมีย อายุ 6 สัปดาห์จากบริษัทโนมูระสยาม จำนวน 26 ตัว ดำเนินงานวิจัยภายใต้การรับรองจริยธรรมการวิจัยในสัตว์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร (NUAE600814) ระยะเวลาและขั้นตอนดำเนินงานปรับปรุงจากการศึกษาของ Yu F. และคณะ (Yu, F., Xu, Q.-A., & Chen, W., 2011) สรุปได้ดัง ภาพที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการทดลองในสัตว์ทดลอง

ขั้นตอนในการทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนกระตุ้นภูมิคุ้มกันในหนู

หนูทดลองถูกแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 หนูที่ได้รับ FimA vaccine ด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ จำนวน 5 ตัว กลุ่มที่ 2 หนูที่ได้รับ FimA-PVXCP vaccine ด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ จำนวน 5 ตัว กลุ่มที่ 3 หนูที่ได้รับ FimA vaccine ด้วยการหยดวัคซีนทางจมูก จำนวน 5 ตัว กลุ่มที่ 4 หนูที่ได้รับ FimA-PVXCP vaccine ด้วยการหยดวัคซีนทางจมูก จำนวน 5 ตัว และกลุ่มที่5 กลุ่มของหนูที่ไม่ได้รับการกระทำใด ๆ (No intervention) เป็นกลุ่มควบคุมลบของการทดลอง จำนวน 6 ตัว

ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันครั้งแรกทำโดยนำดีเอ็นเอวัคซีนที่มากระตุ้นภูมิคุ้มกันให้กับหนูในแต่ละกลุ่มตามที่ระบุไว้ นับเป็นวันที่ศูนย์ วิธีการฉีดวัคซีนเข้ากล้ามเนื้อทำโดยการจับหนูไว้กับตะแกรงของกรงให้มั่นคง ผู้ฉีดดึงขาข้างที่ต้องการฉีดยืดออกมา ใช้ 70% แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณกล้ามเนื้อควอดริเซ็บเพื่อทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการฉีดและเห็นแนวกล้ามเนื้อชัดขึ้น ฉีดวัคซีนจำนวน 50 ไมโครกรัม ผสมในน้ำเกลือปลอดเชื้อเข้าสู่กล้ามเนื้อด้วยเข็ม เบอร์ 27 ทำมุม 60 องศากับกล้ามเนื้อ (Hirota, J., Shimizu, S., 2012) ส่วนวิธีการหยดวัคซีนทำการจับหนูไว้ในท่าที่ยกศีรษะขึ้น จากนั้นค่อย ๆหยดวัคซีนดีเอ็นเอ 5 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ในยาชา 0.25% บิวพิวาเคน ไฮโดรคลอไรด์ ทางจมูกด้วยไมโครปิเปตในปริมาณ 10 ไมโครลิตร อย่างระมัดระวัง (Yu, F. et al., 2011) ทำการฉีดและหยดวัคซีนเดิมกระตุ้นในวันที่ 14 และ 35 เป็นการกระตุ้นซ้ำ รวมกระตุ้นด้วยวัคซีนดีเอ็นเอจำนวน 3 ครั้ง หลังจากกระตุ้นครั้งสุดท้าย 7 วัน (วันที่ 42) ทำการเก็บตัวอย่างเลือด

2.) ขั้นตอนวิเคราะห์แอนติบอดี

เก็บตัวอย่างเลือดในวันที่ 42 โดยการตัดปลายหางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เก็บเลือดประมาณ 0.2 มิลลิลิตร นำเลือดที่ได้มาปั่นแยกเก็บส่วนซีรั่มสำหรับใช้ในการตรวจสอบ anti-FimA antibodies เพื่อวิเคราะห์หาแอนติบอดีที่เฉพาะเจาะจงต่อ FimA ของเชื้อพอร์ไฟโรโมแนสจิงจิวาลิสด้วยวิธีการอินไดเร็คเอนไซม์ลิงค์อิมมูโนซอร์เบนต์แอสเซย์ (Indirect ELISA) โดยการนำ FimA ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร 100 ไมโครลิตรใช้เป็นแอนติเจนเคลือบพื้นผิวของของหลุมในเพลททดลองขนาด 96 หลุม ทิ้งไว้ 1 คืน ที่ 4 องศาเซลเซียส ล้างออกด้วยสารละลายน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ผสมทวีน-20 (PBST) หลุมละ 200 ไมโครลิตร 3 รอบจากนั้นบล็อกด้วยสารละลายโบวินซีรัม อัลบูมิน 0.5% (BSA) ใน PBS 100 ไมโครลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ล้างออกด้วย PBST หลุมละ 200 ไมโครลิตร 3 รอบ จากนั้นใส่ซีรั่มที่ต้องการทดสอบการมีแอนติบอดีลงไปความเข้มข้น 1:20 เจือจาง 4 เท่า จำนวน 4 หลุม หลุมละ 100 ไมโครลิตร แต่ละเพลทมีการใส่สารสำหรับเป็นกลุ่มควบคุมบวกความเข้มข้น 1:300 เจือจาง 2 เท่า จำนวน 8 หลุม ซ้ำ 2 แถว รวม 16 หลุม หลุมละ 100 ไมโครลิตร และกลุ่มควบคุมลบ ความเข้มข้น 1:20 เจือจาง 4 เท่า จำนวน 8 หลุม หลุมละ 100 ไมโครลิตรอยู่ในเพลท ทิ้งไว้ 90 นาทีอุณหภูมิห้อง ล้างออกด้วย PBST หลุมละ 200 ไมโครลิตร 3 รอบ เติม anti-mouse IgG ที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์ Horseradish peroxide ซึ่งจำเพาะกับแอนติบอดีต่อ FimA ที่ตรวจหาความเข้มข้น 1: 1,000 ใน PBST 100 ไมโครลิตรลงในหลุมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาจับกันกับแอนติบอดีที่สนใจนาน 1.5 ชั่วโมง

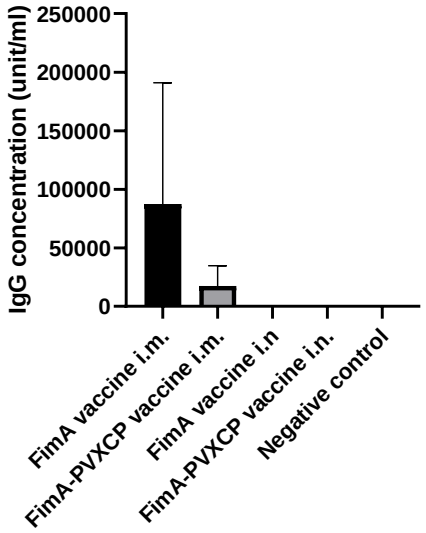
ทำการล้างส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกด้วย PBST หลุมละ 200 ไมโครลิตร 3 รอบ จากนั้นเติมสาร ซับสเตรท O-phenylenediamine substrate (Thermo Fisher Scientific®) 5 มิลลิกรัมในน้ำ HPLC 9 มิลลิลิตร และเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Stable peroxidase substrate buffer, Thermo Fisher Scientific®) ปริมาณ 1 มิลลิลิตรละลายจนเข้ากัน จึงนำไปใส่หลุมละ 100 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ 45 นาทีให้เอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยากับ ซับสเตรทถูกออกซิไดส์ด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จนเกิดการเปลี่ยนสีตามปริมาณเอนไซม์ที่สัมพันธ์กับปริมาณแอนติบอดีที่ศึกษา จากนั้นอ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องไมโครเพลตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสง 450 นาโนเมตร ซึ่งถูกบันทึกด้วยซอฟต์แวร์ Microplate manager® ได้เป็นค่าความเข้มข้นของแอนติบอดี หน่วยยูนิตต่อมิลลิลิตร

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรม GraphPad Prism 8.2.0 ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส โดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยวิธี Mann-Whitney U test กำหนดค่าระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05

ผลการศึกษา

การศึกษานี้ทำเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของวัคซีนปริทันต์ต้านเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส ก่อนทดลองสัตว์ทดลองทุกตัวมีสภาวะสุขภาพแข็งแรงและไม่ได้รับเชื้อก่อโรคเฉพาะใด ๆ ทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์ทดลองสามครั้ง รวมเว้นระยะหลังกระตุ้นเป็นเวลา 42 วันเพื่อให้เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดบีลิมโฟไซต์ภายในร่างกายสัตว์ทดลองเกิดการสร้างแอนติบอดีต่อต้านฟิมเบรียของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสที่ได้จากวัคซีน ดีเอ็นเอที่ทดสอบ สัตว์ทดลองทุกกลุ่มมีการตอบสนองปกติไม่มีอาการป่วยหรือเสียชีวิตตลอดการทดลอง นำซีรั่มที่เก็บจากสัตว์ทดลองมาตรวจหาแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินที่จำเพาะต่อเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส พบค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีจำเพาะในแต่ละกลุ่มได้ดังรูปที่ 2

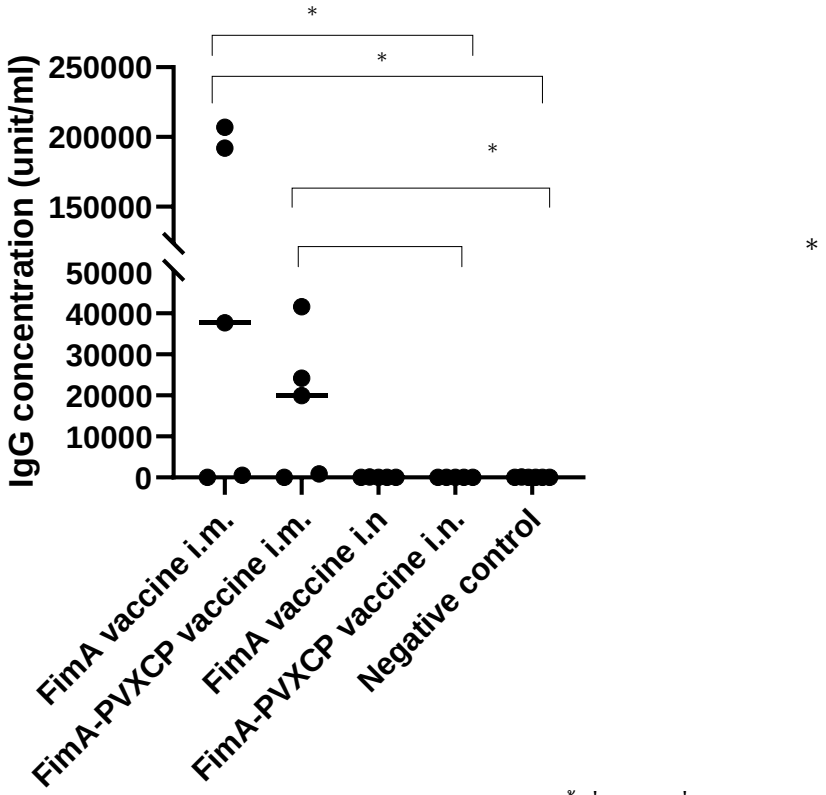


รูปที่ 2 แสดงถึงค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติบอดี IgG ในเลือด ภายหลังจากการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในวันที่ 42 (ยูนิต/มิลลิลิตร) FimA vaccine i.m. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA ทางการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, FimA-PVXCP vaccine i.m. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA-PVXCP ทางการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, FimA vaccine i.n. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA ด้วยการหยดทางจมูก, FimA-PVXCP vaccine i.n. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA-PVXCP ด้วยการหยดทางจมูก

ค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีต่อฟิมเบรียของกลุ่มที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยวัคซีน FimA-PVXCP ด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17,330 ± 7,798 ยูนิต/มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยปริมาณแอนติบอดีต่อฟิมเบรียใน

กลุ่มวัคซีน FimA ที่กระตุ้นด้วยเทคนิคเดียวกันอยู่ที่ 87,432 ± 46,294 ยูนิต/มิลลิลิตร ไม่พบแอนติบอดีต่อฟิมเบรียในกลุ่มวัคซีน FimA-PVXCP ที่กระตุ้นโดยการหยดทางจมูก ส่วนกลุ่มวัคซีน FimA ที่กระตุ้นเทคนิคเดียวกันพบแอนติบอดีต่อฟิมเบรียเพียง 37.70 ± 23.58 ยูนิต/มิลลิลิตร กลุ่มควบคุมลบไม่พบแอนติบอดีต่อฟิมเบรียในทุกตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาค่าไตเตอร์ของแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีต่อฟิมเบรียของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส พบว่า กลุ่มที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยวัคซีน FimA-PVXCP ด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อมีค่าไตเตอร์ที่คงที่อยู่ใกล้ค่ามัธยฐานมากกว่ากลุ่มวัคซีน FimA ที่กระตุ้นด้วยเทคนิคเดียวกัน โดยส่วนใหญ่ค่าไตเตอร์สูงมากกว่า 20,000 ยูนิต/มิลลิลิตร ในขณะที่กลุ่มวัคซีนที่กระตุ้นด้วยการหยดทางจมูกมีค่าไตเตอร์ของแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีเข้าใกล้ศูนย์เหมือนกับค่าไตเตอร์จากกลุ่มควบคุมลบ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนติบอดีต่อฟิมเบรียที่พบในแต่ละกลุ่มพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) พบว่ากลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยวัคซีน FimA-PVXCP ทางกล้ามเนื้อมีปริมาณแอนติบอดีต่อฟิมเบรียมากกว่ากลุ่มที่ได้วัคซีนชนิดเดียวกันด้วยวิธีหยดทางจมูกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนกลุ่มที่ได้รับวัคซีน FimA ทางกล้ามเนื้อแม้พบปริมาณแอนติบอดีต่อฟิมเบรียมากกว่ากลุ่มที่ได้รับวัคซีนชนิดเดียวกันด้วยวิธีหยดทางจมูกแต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยวัคซีน FimA-PVXCP ทางกล้ามเนื้อและกลุ่มที่ได้รับวัคซีน FimA ทางกล้ามเนื้อยังคงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งทั้งกลุ่มวัคซีน FimA-PVXCP และกลุ่มวัคซีน FimA ที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อต่างก็พบปริมาณแอนติบอดีต่อฟิมเบรียสูงกว่ากลุ่มควบคุมลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน ($p<0.03$) ดังแสดงในภาพที่ 3



รูปที่ 3 แสดงถึงค่ามัธยฐานปริมาณแอนติบอดี IgG ในเลือด ภายหลังจากการกระตุ้นภูมิคุ้มกันครั้งที่ 3 ในวันที่ 42 (ยูนิต/มิลลิลิตร) FimA vaccine i.m. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA ทางการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, FimA-PVXCP vaccine i.m. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA-PVXCP ทางการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, FimA vaccine i.n. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA ด้วยการหยดทางจมูก, FimA-PVXCP vaccine i.n. หมายถึงกลุ่มที่กระตุ้นด้วยดีเอ็นเอวัคซีน FimA-PVXCP ด้วยการหยดทางจมูก , (* คือ $p< 0.05$ เมื่อเทียบในแต่ละกลุ่ม ด้วย Mann-Whitney U test)

อภิปรายผลการศึกษา

ดีเอ็นเอวัคซีนเป็นวัคซีนรูปแบบใหม่ที่ใช้ดีเอ็นเอของแอนติเจนของเชื้อจุลชีพเชื่อมในพลาสมิดซึ่งสามารถแทรกซึมเข้าไปภายในเซลล์ของร่างกายได้ ข้อดีของดีเอ็นเอวัคซีนชนิดพลาสมิดคือ สามารถใส่เข้าสู่ร่างกายโดยใช้เพียงส่วนหนึ่งของแอนติเจนของเชื้อ หลีกเลี่ยงการใช้เชื้อก่อโรคซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย กลไกในการทำงานของดีเอ็นเอวัคซีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายมีเซลล์เป้าหมายหลักคือเด็นไดรตริกเซลล์ ซึ่งพบได้ในหลายตำแหน่งที่ผิวหนัง เยื่อบุจมูก ปอด กระเพาะอาหาร ลำไส้ รวมถึงในกระแสเลือด วัคซีนดีเอ็นเอที่เข้าไปในเดนไดรติกเซลล์จะกระตุ้นกระบวนการทรานสคริปชัน และทรานสเลชั่นในนิวเคลียสให้เซลล์สร้างโปรตีนแอนติเจน โปรตีนแอนติเจนที่สร้างใหม่นี้จะถูกแสดงออกบนผิวเซลล์ผ่านการควบคุมด้วยยีนของกลุ่มเมเจอร์ฮิสโตคอมแพทิบิลิตีประเภท 1 และ 2 (MHC I, MHC II) ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อแอนติเจนจากวัคซีนดีเอ็นเอในร่างกายแบบจำเพาะทั้งแบบพึ่งเซลล์ (Cell mediated immunity) ผ่าน MHC I และแบบพึ่งสารน้ำ (Humural immunity) ซึ่งทำหน้าที่หลักผ่านแอนติบอดีจำเพาะต่อแอนติเจน ผ่าน MHC II ที่แสดงแอนติเจนจากวัคซีนดีเอ็นเอจับกับตัวรับของเซลล์ทีลิมโฟไซต์ชนิด CD4+ หรือชนิด Helper T cell หลั่งไซโตไคน์กระตุ้นเซลล์ลิมโฟไซต์ชนิด B cell ให้เกิดการสร้างแอนติบอดีจำเพาะต่อแอนติเจนนั้นออกมา (Liu, M. A., 2010). เมื่อเชื้อก่อโรคเช่น พอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส เข้าสู่ร่างกายหลังได้รับวัคซีน ระบบภูมิคุ้มกันแบบพึ่งสารน้ำจะสามารถสร้างแอนติบอดีมาต้านเชื้อได้อย่างรวดเร็ว

การกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันแบบพึ่งสารน้ำเมื่อร่างกายได้รับเชื้อหรือวัคซีนครั้งแรกใช้เวลาในการกระตุ้นนานจึงจะกระตุ้นให้เกิดเซลล์ที่สร้างแอนติบอดีจำเพาะต่อเชื้อได้ แต่เซลล์เหล่านี้บางส่วนจะแปรสภาพเป็นเซลล์ที่มีความจำต่อแอนติเจนจำเพาะ ทำให้เมื่อได้รับแอนติเจนของเชื้อก่อโรคเดิมเข้าสู่ร่างกายซ้ำจะเกิดการสร้างแอนติบอดีได้รวดเร็วขึ้นและมีปริมาณมากขึ้น ร่วมกับมีจำนวนเซลล์ที่มีความจำต่อแอนติเจนจำเพาะเพิ่มขึ้น การทำให้ระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อก่อโรคจำเพาะคงอยู่ได้เป็นเวลานานอาจใช้วิธีกระตุ้นภูมิคุ้มกันซ้ำผ่านการให้วัคซีนดีเอ็นเอซ้ำ ในการศึกษานี้มีการกระตุ้นสัตว์ทดลองด้วยวัคซีนดีเอ็นเอซ้ำสามครั้งเพื่อให้ร่างกายสามารถสร้างแอนติบอดีได้ในปริมาณมาก ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าการกระตุ้นซ้ำทำให้ระดับแอนติบอดีที่ถูกสร้างขึ้นจากการกระตุ้นด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อมีปริมาณมากและเกิดได้อย่างรวดเร็วหลังกระตุ้นด้วยวัคซีนดีเอ็นเอครั้งที่ 3 เพียง 7 วัน

ในการศึกษาก่อนหน้านี้มีการใช้ FimA เป็นแอนติเจนในพลาสมิดดีเอ็นเอ 3 ผลิตวัคซีนดีเอ็นเอ ทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ และฉีดเข้าต่อมน้ำลายโดยตรง พบว่าวัคซีน FimA ที่กระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อมีการสร้างแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจี ในเลือด ส่วนการฉีดเข้าต่อมน้ำลายโดยตรง พบแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีในเลือด พบอิมมูโนโกลบูลินจี และ เอ ในน้ำลาย (Kawabata, S., Terao, Y., Fujiwara, T., Nakagawa, I., & Hamada, S., 1999) แสดงให้เห็นว่าวัคซีน FimA สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้จริง ซึ่งการทดลองนี้มีรูปแบบการทดลองวัคซีนดีเอ็นเอ แอนติเจนที่สนใจ อายุ เพศและสายพันธุ์ของสัตว์ทดลองใกล้เคียงกันกับการทดลองในครั้งนี้ อาจเทียบเคียงกลุ่มวัคซีน FimA ว่าเป็นกลุ่มควบคุมบวก ในการดูแนวโน้ม ค่าไตเตอร์ของแอนติบอดีที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้

เมื่อเปรียบเทียบถึงเทคนิคการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในการศึกษานี้พบว่า การให้วัคซีนดีเอ็นเอทั้งวัคซีน FimA-PVXCP และวัคซีน FimA ผ่านการหยดทางจมูกตรวจไม่พบการสร้างแอนติบอดีอิมมูโนโกลบูลินจีหรือสร้างในปริมาณต่ำมาก แต่พบปริมาณแอนติบอดีเพิ่มขึ้นสูงเมื่อใช้วัคซีนดีเอ็นเอกระตุ้นด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของปริมาณแอนติเจน และตำแหน่งที่กระตุ้น แอนติเจนที่ใช้กระตุ้นผ่านเยื่อบุจมูกในการศึกษานี้มีปริมาณน้อยกว่า เมื่อเทียบกับปริมาณแอนติเจนที่ใช้กระตุ้นทางต่อมน้ำลาย ในการศึกษาของ Kawabata และคณะ ทั้งนี้เนื่องจากแอนติเจนไม่สามารถทนในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรดด่าง(Positive potential of Hydrogen ion, pH)ต่ำ ซึ่งภายในจมูกมีค่าความเป็นกรดด่างสูง ปริมาณแอนติเจนที่ใช้กระตุ้นผ่านทางเยื่อบุจมูกจึงสามารถใช้ปริมาณที่ต่ำกว่าการกระตุ้นผ่านทางกล้ามเนื้อหรือต่อมน้ำลาย การให้วัคซีนดีเอ็นเอโดยการหยดทางจมูกจะเข้าสู่ร่างกายผ่านการดูดซึมผ่านเซลล์เยื่อบุผิว ทั้งนี้ปริมาณเอนไซม์ต่าง ๆที่หลั่งออกมาบริเวณเยื่อบุจมูกมีค่าพิสัยที่กว้าง เอนไซม์ที่หลั่งออกมาสามารถย่อยสลายเปปไทด์หรือ

โปรตีนในจมูกขัดขวางการดูดซึมบริเวณเนื้อเยื่อบุผิว(Epithelium) (Vajdy, M. & O'Hagan, D. T., 2001) การดูดซึมจึงอาจมีความแตกต่างในแต่ละเนื้อเยื่อ ทำให้วัคซีนดีเอ็นเอเข้าสู่ร่างกายได้ในปริมาณต่ำ ทำให้ดีเอ็นเอวัคซีนพบกับเด็นไดรตริกเซลล์น้อย ส่งผลให้มีการสร้างแอนติบอดีจำเพาะได้น้อย เมื่อเทียบกับกับการให้วัคซีนดีเอ็นเอทางกล้ามเนื้อซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าในกระแสเลือด เพิ่มโอกาสและปริมาณวัคซีนดีเอ็นเอที่เข้าสู่ร่างกาย นอกจากนั้นการที่ตรวจไม่พบปริมาณแอนติบอดีหรือพบในปริมาณต่ำผ่านการหยดทางจมูกยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาการกระตุ้น จำนวนครั้งที่กระตุ้น ชนิดของพลาสมิดที่ใช้ เทคนิคขั้นตอนที่มีความละเอียดอ่อน ซึ่งในการทดลองนี้ไม่มีกลุ่มควบคุมบวกสำหรับการกระตุ้นเยื่อบุจมูกในการทดสอบเนื่องจากเป็นการศึกษานำร่อง จึงยากแก่การที่จะสรุปว่าวัคซีน FimA และวัคซีน FimA-PVXCP ไม่สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันทางเยื่อบุจมูกได้

แอนติบอดีจำเพาะที่ร่างกายสร้างขึ้นแบ่งได้เป็นอิมมูโนโกลบูลินชนิดต่าง ๆ ได้แก่ อิมมูโนโกลบูลินจี เอ ดี อี และเอ็ม อิมมูโนโกลบูลินจีเป็นแอนติบอดีที่ถูกสร้างได้ในปริมาณมากที่สุดถึงร้อยละ 75-80 ของอิมมูโนโกลบูลินทั้งหมด เมื่อเทียบกับแอนติบอดีชนิดอื่น มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการติดเชื้อของโรคต่าง ๆ ในขณะที่อิมมูโนโกลบูลินเอพบได้มากในน้ำลายซึ่งอยู่ในช่องปากบริเวณผิวฟันและเยื่อบุผิวช่องปาก แต่เข้าสู่ร่องเหงือกส่วนที่ลึกไม่มาก ในการต่อต้านโรคปริทันต์จะเกี่ยวข้องกับอิมมูโนโกลบูลิน จี ในน้ำเหลืองเหงือก (Gingival crevicular fluid) และอิมมูโนโกลบูลิน เอ ในน้ำลาย ซึ่งอิมมูโนโกลบูลิน จี ที่วัคซีนดีเอ็นเอผลิตได้อาจสามารถจัดการกับเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส โดยการ Opsonization ที่มักอยู่ในร่องเหงือกลึกได้ ส่งผลให้ความสามารถในการยึดเกาะของเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสสูญเสียไป ไม่เกิดการรวมกลุ่มของเชื้อก่อโรค อาจช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายทำให้โรคปริทันต์อักเสบดีขึ้น การศึกษาในอนาคตสำหรับดีเอ็นเอที่มี ฟิม เอ เชื่อมต่อกับโปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่งจึงควรพิจารณาผลการกำจัดเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส และป้องกันการละลายของกระดูกเบ้าฟันเนื่องจากโรคปริทันต์อักเสบมีความเกี่ยวข้องกับการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟัน

จากผลการทดลองในกลุ่มที่กระตุ้นผ่านการฉีดเข้ากล้ามเนื้อพบว่า แม้กลุ่มของวัคซีน FimA สามารถกระตุ้นให้หนูทดลองสร้างแอนติบอดีต่อฟิมเบรียได้ปริมาณมากกว่ากลุ่มวัคซีน FimA-PVXCP แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อีกทั้งปริมาณไตเตอร์ของแอนติบอดีจำเพาะที่เกิดขึ้นในกลุ่มของวัคซีน FimA มีความแตกต่างมากในแต่ละสัตว์ทดลอง หากเปรียบเทียบกับการศึกษาวัคซีนที่มีการเชื่อมต่อ PVXCP สำหรับโรคมะเร็งต่อมน้ำเหลืองและโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวมัยอิโลม่า จะพบว่า PVXCP เป็นตัวช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพิ่มมากขึ้นทั้ง 2 ชนิด โดยมีระดับการตอบสนองแตกต่างกันไป ในโรคมะเร็งต่อมน้ำเหลืองช่วยเหนี่ยวนำในการตอบสนอง ร้อยละ 50 ของหนูทดลองในขณะที่โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวมัยอิโลม่า ตอบสนองสูงถึงร้อยละ 90 ของหนูทดลอง โดยพบค่ามัธยฐานของปริมาณไตเตอร์ของแอนติบอดีโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวมัยอิโลม่า ประมาณ 30,000 ยูนิต/มิลลิลิตร (Savelyeva, N., et al., 2001) ในขณะที่วัคซีน FimA-PVXCP มีค่ามัธยฐานของปริมาณไตเตอร์ของแอนติบอดี ประมาณ 20,000 ยูนิต/มิลลิลิตร การเพิ่มจำนวนสัตว์ทดลองในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำให้สรุปผลความแตกต่างระหว่างวัคซีน FimA และFimA-PVXCPได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้สามารถบ่งชี้ได้ว่า วัคซีน FimA-PVXCP สามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างแอนติบอดีจำเพาะต่อฟิมเบรียของพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิสในสัตว์ทดลองได้

สรุปผลการศึกษา

วัคซีนดีเอ็นเอที่มี ฟิม เอ เชื่อมต่อกับโปรตีนห่อหุ้มไวรัส เอ็กซ์ของมันฝรั่ง (FimA-PVXCP vaccine) สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันทางระบบในหนูทดลองผ่านการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ โดยพบการสร้างแอนติบอดี พบอิมมูโนโกลบูลินจีต่อฟิมเบรียของเชื้อพอร์ไฟโรโมแนสจิงจิวาลิส มากกว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันทางเยื่อบุจมูก

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ นายสรพงษ์ วงษ์น้อย และนายสัญญา เจียมศักดิ์ นักวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเหลือในขั้นตอนที่ทำในหนูทดลอง และนางกุสุมา แจ่มดี ที่ช่วยในการตรวจสอบการเตรียมเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิวาลิส มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย.(2561). รายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ. 2560.นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข, 32-36.

Guo, H., Wang, X., Jiang, G., & Yang, P. (2006). *Construction of a sIgA-enhancing anti-Porphyromonas gingivalis FimA vaccine and nasal immunization in mice. Immunology Letters, 107(1), 71-75.*

Hajishengallis, G., Liang, S., Payne, M. A., Hashim, A., Jotwani, R., Eskan, M. A.,Curtis, M. A. (2011). *Low-Abundance Biofilm Species Orchestrates Inflammatory Periodontal Disease through the Commensal Microbiota and Complement. Cell Host & Microbe, 10(5), 497-506.*

Hajishengallis, G., Darveau, R. P., & Curtis, M. A. (2012). The keystone-pathogen hypothesis. *Nature reviews. Microbiology*, *10*(10), 717-725.

Hajishengallis, G., & Lamont, R. J. (2012). *Beyond the red complex and into more complexity: the polymicrobial synergy and dysbiosis (PSD) model of periodontal disease etiology. Molecular Oral Microbiology*, 27(6), 409-419.

Hajishengallis G. (2015). Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nature reviews. Immunology*, *15*(1), 30-44.

Hirota, J., Shimizu, S. (2012) Routes of administration. In: Hedrich H, editor. *The laboratory mouse.* 2nd ed. (p709-25). Elsevier.

How, K. Y., Song, K. P., & Chan, K. G. (2016). Porphyromonas gingivalis: An Overview of Periodontopathic Pathogen below the Gum Line. *Frontiers in microbiology*, *7*, 1-14.

Jong, R. A., & van der Reijden, W. A. (2010). *Feasibility and therapeutic strategies of vaccines against Porphyromonas gingivalis. Expert Review of Vaccines, 9(2), 193-208.*

Kawabata, S., Terao, Y., Fujiwara, T., Nakagawa, I., & Hamada, S. (1999). *Targeted Salivary Gland Immunization with Plasmid DNA Elicits Specific Salivary Immunoglobulin A and G Antibodies and Serum Immunoglobulin G Antibodies in Mice. Infection and Immunity* 67(11), 5863-5868.

Kinane, D.F., Marshall, G.J. (2001). Periodontal manifestations of systemic disease. Australian Dental Journal;46:(1):2-12

Lico, C., Benvenuto, E., & Baschieri, S. (2015). *The Two-Faced Potato Virus X: From Plant Pathogen to Smart Nanoparticle. Frontiers in Plant Science, 6*, 1-8.

Liu, M. A. (2010). *DNA vaccines: an historical perspective and view to the future. Immunological Reviews, 239(1), 62-84.*

Makkawi, H., Hoch, S., Burns, E., Hosur, K., Hajishengallis, G., Kirschning, C. J., & Nussbaum, G. (2017) *Porphyromonas gingivalis* Stimulates TLR2-PI3K Signaling to Escape Immune Clearance and Induce Bone Resorption Independently of MyD88. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *7*, 359, 1-12.

Meleshko, A. N., Petrovskaya, N. A., Savelyeva, N.,Vashkevich, K. P., Doronina, S. N., & Sachivko, N. V. (2017). *Phase I clinical trial of idiotypic DNA vaccine administered as a complex with polyethylenimine to patients with B-cell lymphoma. Human Vaccines & Immunotherapeutics, 13(6), 1398-1403.*

Octavia, M., Soeroso, Y., Kemal, Y., Sunarto, H., & Bachtiar, B. M. (2018). *Microbial effects*

(Porphyromonas gingivalis, Tannerella forsythia) after scaling and root planing. Journal of Physics: Conference Series, 1073, 1-7.

Pandit, N., Changela, R., Bali, D., Tikoo, P., & Gugnani, S. (2015). *Porphyromonas gingivalis : Its virulence and vaccine. Journal of the International Clinical Dental Research Organization, 7(1), 51-58.*

Petersen, P.E., Ogawa H. (2012).The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. Periodontology2000, 15-39.

Preshaw, P. M., Alba, A. L., Herrera, D., Jepsen, S., Konstantinidis, A., Makrilakis, K., & Taylor, R. (2012).Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia*, *55*(1), 21-31.

Savelyeva, N., Munday, R., Spellerberg, M. B., Lomonossoff, G. P., & Stevenson, F. K. (2001). *Plant viral genes in DNA idiotypic vaccines activate linked CD4+ T-cell mediated immunity against B-cell malignancies.* Nature Biotechnology, 19(8), 760-764.

Savelyeva, N., King, C. A., Vitetta, E. S., & Stevenson, F. K. (2005). *Inhibition of a vaccine-induced anti-tumor B cell response by soluble protein antigen in the absence of continuing T cell help. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(31), 10987-10992.

Socran.sky S.S., Haffajee A.D., Cugini M.A., Smith C., Kent Jr. RL. (1988). Microbial complexes in subgingival plaque. Journal of Clinical Periodontology ; 25: 134-144.

Teshome, A., & Yitayeh, A. (2016). Relationship between periodontal disease and preterm low birth weight: systematic review. The Pan African medical journal, 24, 1-10.

Thomas George, V., George, A. K., John, S., & Thomas, A. (2015). *Periodontal vaccine: A therapeutic modality on the horizon? The Saudi Journal for Dental Research, 6(2), 73-78.*

Vajdy, M. & O'Hagan, D. T. (2001) Microparticles for intranasal immunization. Advanced Drug Delivery Reviews 51, 127-141.

Yang, H.W., Huang, Y.F., & Chou, M.Y. (2004). *Occurrence of Porphyromonas gingivalis and Tannerella forsythensisin Periodontally Diseased and Healthy Subjects. Journal of Periodontology*, 75(8), 1077-1083.

Yu, F., Xu, Q.-A., & Chen, W. (2011). *A targeted fimA DNA vaccine prevents alveolar bone loss in mice after intra-nasal administration. Journal of Clinical Periodontology, 38(4), 334-340.*

การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทอง ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

ปรีติยาทร แก้วมณี[1] และมยุรี กระจายกลาง[1, 2*]

Postharvest Loss Assessment of 'Hom Thong' Banana in Phitsanulok Province

Preetiyatorn Kaewmanee[1] and Mayuree Krajayklang[1, 2*]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 66000
[2]สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[2]Excellent Research Center on Postharvest Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000
* Corresponding author: mayureek@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว รวบรวมข้อคิดเห็นและประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทองในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกเพื่อเป็นแนวทางในการลดการสูญเสีย กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ปลูกกล้วยหอมทองในพิษณุโลก 30 คน และ สวนกล้วยหอมทอง 3 สวน สุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบประเมินการสูญเสีย การสัมภาษณ์ และการสังเกตการณ์ ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลจากการประเมินการสูญเสียนำมาวิคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย F-test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุห้าสิบปีขึ้นไป เป็นผู้มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท ต่อ เดือน การศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย ส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวในช่วงเช้า ระยะเก็บเกี่ยวแก่ 70% สัปดาห์ละหนึ่งครั้งตลอดทั้งปี ข้อมูลความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ปลูก พบว่า ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และตลาดค้าปลีก เป็นขั้นตอนที่ควรระวังมากที่สุด การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ขั้นตอนผลิตผลพร้อมวางจำหน่าย มีการสูญเสียมากที่สุด โดยสาเหตุหลัก พบ การเข้าทำลายของแมลง อาการของผิวไหม้และยางกล้วย และการเสียหายทางกล โดยเมื่อมาเปรียบเทียบแต่ละสวน พบว่า สวนที่ 3 มีความสูญเสียมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสาเหตุมาจาก การจัดการสวนที่ไม่ดี การขาดความรู้ในด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรยังขาดความรู้ทางด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้น การส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีและเหมาะสม น่าจะเป็นแนวทางสำคัญเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มมูลค่ากล้วยหอมต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: กล้วยหอมทอง การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

Abstract

The research was aimed to study postharvest management and collecting perspective on postharvest losses, and assessment on postharvest losses of 'HomThong' Banana in Phitsanulok Province which lead to reduce losses. A target group was 'Hom Thong' banana growers in Phitsanulok province that counted to 30 people and three 'Hom Thong' banana orchards. A non-probability sampling technique with purposive sampling was used. The data was collected by questionnaire, loss assessment form, interviews and observation. The descriptive statistics data was analyzed. The data from loss assessment was used statistical variance by F-test and compared means with DMRT at 95% of confidence level. It was found that growers were mostly female with an average age more than 50 years old. For mostly income was less than 5,000 baths per month and mostly finished their education at the senior high school level. Mostly harvesting period was in the morning at the mature stage of 70% at once a week and throughout the year. Perspective from growers found that postharvest losses occurred at every stage, and at harvest and at retail market were the most stages should be more careful. From the loss assessment found that mostly losses was occurred at the postharvest chain. Major cause of loss in every stage was by insect, sunburn, rubber and a mechanical damage as shown by a detective skin. The postharvest loss assessment from the three orchards was found that the maximum loss occurred in the third orchard with a statistically significant difference at $P<0.05$. Major causes of loss was poor orchard management, lack of knowledge in postharvest management. This

suggests that most of farmers were lack of knowledge in postharvest management. Educating of standard postharvest procedures, therefore, will be an important way to reduce postharvest loss and increase added value to 'Hom Thong' banana products.

Keywords: 'Hom Thong' banana, postharvest loss

บทนำ

กล้วยหอมทอง(*Musa acuminata* (AAA Group) 'Gros Michel')กลุ่มย่อย Gros Michel ชื่อสามัญ Hom Thong Banana เป็นผลไม้เขตร้อนในวงศ์ Musaceaeมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2559) มีตลาดส่งออกสู่ประเทศญี่ปุ่นถึงร้อยละ 50 ของตลาดส่งออกทั้งหมด ปัจจุบันมีความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างยิ่ง ทำให้มีความต้องการในการเพิ่มผลผลิต แต่ปัจจุบันประเทศไทยมีจุดอ่อนเกี่ยวกับระบบผลิตกล้วยหอมทอง กล่าวคือ การผลิตส่วนใหญ่ผลิตโดยเกษตรกรรายย่อยและมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่ดีพอ ไม่เป็นระบบเหมือนประเทศผู้ผลิตหลัก (กรมวิชาการเกษตร, 2559) ทำให้เกิดการสูญเสียขึ้นในระบบ ส่งผลให้ไม่สามารถที่จะเพิ่มผลผลิต และกระจายผลผลิตให้ตรงตามความต้องการของตลาดได้ โดยปกตินั้นกล้วยเป็นผลไม้ที่เสียง่ายในทุก ๆส่วน ไม่ว่าจะเป็น ผิว เป็นผลมาจากการเก็บเกี่ยวที่รุนแรง หรือแม้กระทั่งการปล่อยให้สุกคาต้นทำให้เนื้อในเละส่งผลให้ขั้วอ่อนหลุดได้ง่าย (เบญจมาศ, 2558) นอกจากปัญหาในด้านการเก็บเกี่ยวแล้วความเสียหายยังเกิดขึ้นได้ทุกนขั้นตอน การขนส่ง การเก็บรักษา และการขายหน้าร้านไปจนถึงมือผู้บริโภค (Llyaset et al., 2007) ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพของผลิตผลสำหรับการที่จะลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นเหล่านี้ให้ได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบว่า ผลิตผลสูญเสียที่ใด เกิดจากสาเหตุใด และปริมาณเท่าใด (ดนัย และคณะ, 2554) ทำให้มีความจำเป็นต้องประเมินความสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดห่วงโซ่อุปทานของผลิตผลพืชสวน (Anonymous, 1978) จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ทำการศึกษาเบื้องต้นจากความคิดเห็นของเกษตรกร เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และ ประเมินการสูญเสียผลิตผลกล้วยหอมทองในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ขั้นตอนการบ่ม และขั้นตอนการวางจำหน่าย เพื่อที่จะได้ทราบถึงสาเหตุของการสูญเสีย สำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและนำไปสู่วิธีการลดการสูญเสีย และพัฒนาคุณภาพกล้วยหอมทองต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาอยู่ภายในบริเวณจังหวัดพิษณุโลก โดยจังหวัดพิษณุโลกอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย จากข้อมูลผู้ปลูกกล้วยหอมทองโดยรวมทั้งจังหวัดเบื้องจากสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลกพบ 98 ราย โดยมีเนื้อที่โดยรวมทั้งสิ้น 332.15 ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2559) สำหรับพื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาจาก 3 อำเภอหลักที่มีการปลูก ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอบางกระทุ่ม และอำเภอวังทอง

วิธีการศึกษา

สุ่มเลือกผู้ปลูกกล้วยหอมทองในเขตจังหวัดพิษณุโลกที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 30 คน จากทั้งหมด 3 อำเภอ อำเภอละ 10 คนใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเงื่อนไขว่าผลผลิตของผู้ปลูกจะต้องส่งขายในตลาด เช่น ตลาดเทศบาล เป็นต้น และทำการสำรวจขั้นตอนการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของสวนกล้วยหอมทองจำนวน 1 สวน โดยใช้แบบสอบถาม(Questionnaires) แบบสัมภาษณ์ (interview) และการสังเกตการณ์ (Observation) เป็นเครื่องมือในการวิจัยชุดคำถามในแบบสอบถาม ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การขาย และ ข้อมูลการสูญเสียเพิ่มเติม แบบสัมภาษณ์ (Interview) และการสังเกตการณ์ (Observation) เป็นเครื่องที่ใช้ร่วมกันในการศึกษาขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทอง

ทำการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลกล้วยหอมทอง โดยทำการสุ่มตัวอย่างสวนในเขตจังหวัดพิษณุโลกทั้งสิ้น 3 สวน สวนที่ 1 และ สวนที่ 2 เป็นสวนที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก อยู่บริเวณชุมชนเมือง การคมนาคมสะดวก

สำหรับสวนที่ 3 อยู่ไกลจากบริเวณชุมชนเมือง การคมนาคมยังไม่สะดวกเท่าที่ควร โดยทั้ง 3 สวนมีพื้นที่ทำการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่และปลูกกล้วยหอมเป็นหลัก มีระบบชลประทานส่งน้ำสำหรับทำการเกษตรตลอดปี ภาพรวมมีการจัดการ ระบบการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร มีลำดับแผนการในการจัดการดูแลผลิตผลระดับพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งผลิตผลโดยรวมมีคุณภาพเหมาะสมและเพียงพอสำหรับตลาดภายในชุมชนเท่านั้น โดยประเมินการสูญเสียทั้งสิ้น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว ณ จุดรวบรวม/โรงคัดบรรจุ 2. ขั้นตอนหลังการบ่มผลิตผล ณ จุดรวบรวม/โรงคัดบรรจุ 3. ขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่ายประเมินหลังจากเกษตรกรนำผลิตผลมาพักเพื่อรอการจำหน่าย โดยจะสุ่มตัวอย่างกล้วยหอมทองสวนละ 5 เครือ ตลอดขั้นตอนการประเมินในแต่ละสวน การวิเคราะห์ข้อมูลการสูญเสีย คิดจากจำนวนผลที่พบจากการสูญเสียในแต่ละสาเหตุ เทียบกับจำนวนผลเริ่มต้นของแต่ละหวีนั้น ๆ โดยเปอร์เซ็นการสูญเสีย ถูกคำนวณคิดแยกในแต่ละขั้นตอนของการประเมิน

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{\text{จำนวนผลที่สูญเสียในแต่ละสาเหตุ} \times 100}{\text{จำนวนผลเริ่มต้นในแต่ละหวี}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจากการสำรวจมาลงรหัส (Codebook) โดยกำหนดข้อคำถาม ชื่อตัวแปร ขนาดตัวแปร ค่าที่เป็นไปได้และความหมาย แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์และค่าเฉลี่ย นอกจากนี้ ผลจากการประเมินการสูญเสีย นำมาวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนทางสถิติ ด้วย F-test (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วย Duncan's New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ประกอบไปด้วย 3 สวน แต่ละสวนประเมินการสูญเสียของผลกล้วยหอมจาก 5 เครืองานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร COA No.0457/2017, IRB No.0569/60

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 30 คน เป็นเพศหญิง 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60 เพศชาย 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 สำหรับอายุโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 50 ปีขึ้นไป 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.7 ช่วงอายุ 36-50 ปี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 และอายุ 26-35 ปี2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 รายได้โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่า 5,000 บาท 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.3 ต่ำกว่า 5,001-15,000 บาท 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 และรายได้ 15,001 – 25,000 บาท 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ประถมศึกษาตอนปลาย 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.7 รองลงมาปริญญาตรี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ปริญญาโท 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 และมัธยมศึกษาตอนต้น 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 มัธยมศึกษาตอนปลาย 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 ป.ว.ช 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 และป.ว.ส. 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ปลูกกล้วยโดยเฉลี่ย 13 ปี (ข้อมูลไม่แสดง)

ตอนที่ 2 ขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทอง

ศึกษาขั้นตอนตามวิธีปฏิบัติในหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมทองในเขตจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 3 สวน เริ่มจากขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (Harvest) โดยส่วนใหญ่ทั้ง 3 สวน จะเริ่มเก็บเกี่ยวในระยะผลิตผล Light ¾ หรือแก่ 70% (ผลสีเขียวและเหลี่ยมเริ่มลด) ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว จะเก็บเกี่ยวผลิตผลกันในช่วงเช้าของแต่ละวัน กระบวนการจะเริ่มจากการนำไม้ค้ำเครือกล้วยออกอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการขีดข่วนผลิตผล และทำการตัดผลิตผลโดยจะทำการโน้มต้นกล้วยลงมาให้อยู่ในระยะที่นำมีดตัดสะดวก ทำการตัดเครือกล้วย เมื่อตัดแล้วจะใช้มีดฟันต้นกล้วยทิ้ง ลำเลียงกล้วยโดยใช้แรงงานคนมายังบริเวณโรงคัดบรรจุ (Transport to packing house) โดยเมื่อตัดผลิตผลออกมาแล้วจะนำมาวางไว้บนพื้นดิน และทำการเคลื่อนย้าย โดยกระบวนการจะแตกต่างกัน บางแห่งจะเคลื่อนย้ายโดยรถสามล้อเคลื่อนที่ซึ่งจะมีการรองด้วยผ้านวมเพื่อเป็นการลดแรงกระแทก แต่บางแห่งจะเคลื่อนย้ายโดยการขนโดยแรงงานคน ขั้นตอนปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อมาถึงโรงคัดบรรจุผู้ปลูกจะทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตผล (Sorting) และขั้นตอน

การปาดหวี (Cut bunches) โดยใช้มีดปลายโค้งหรือ "มีดขอ" หลังจากนั้นจึงนำกล้วยไปทำความสะอาด (Cleaning) โดยใช้น้ำเปล่าหรือบางแห่งจะใช้น้ำยาล้างจาน 1-2 หยด ผสมลงไปด้วย เมื่อล้างเสร็จเรียบร้อยนำกล้วยมาวางเรียงกัน นำผ้ามาคลุมโดย ตากให้แห้งโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 1 คืนเมื่อครบกำหนดเวลาให้เปิดผ้าคลุมออก แต่บางแห่งพบว่าจะไม่มีกระบวนการในการล้างทำให้เกิดการเปื้อนยางของผลิตผลขึ้น ขั้นตอนการบ่ม (Curing) เมื่อตากผลิตผลเสร็จเรียบร้อย จะมีการลำเลียงกล้วยลงโอ่งการปูรองด้วยผ้านวมสำหรับป้องกันการเสียดสีระหว่างกล้วยกับผิวบริเวณโอ่ง ใส่กล้วยประมาณ 15-20 หวี ในกรณีที่มีการวางซ้อนกันจำเป็นจะต้องนำผ้านวมมาวางไว้คั่นกลางเพื่อป้องกันการเสียดสีของกล้วยอีกชั้นหนึ่ง แต่สำหรับบางสวนจะไม่มีการวางสิ่งใดซ้อนกัน เมื่อเสร็จแล้วจึงนำผ้านวมมาปิดไว้อีกชั้นหนึ่ง หรือบางแห่งจะใช้วิธีการเพียงคลุมผ้าลงบนกล้วยเท่านั้น สารที่ใช้ในการบ่มคือ ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (calcium carbide, CaC_2) โดยจะนำถ่านแก๊สประมาณ 100-200 กรัม ต่อกล้วย 1 โอ่งเต็ม มาห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์แต่เปิดกระดาษไว้ด้านหนึ่ง หลังจากนั้นนำน้ำเทใส่ในในช่องกระดาษที่เปิดไว้อย่างรวดเร็ว จะเกิดปฏิกิริยาความร้อน พับปิดกระดาษหนังสือพิมพ์ห่อด้วยผ้าอีกชั้นหนึ่ง และใส่ลงในโอ่ง นำผ้านวมคลุมทับและปิดฝาโอ่งด้วยพลาสติกรัดให้แน่นเพื่อไม่ให้มีอากาศเข้าไปได้ แต่ในบางสวนจาการสำรวจพบว่าจะหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีโดยทำการใช้ธูป ประมาณ 1-2 ก้าน ต่อ กล้วย 15 - 20 หวี ปักลงในโอ่ง โดยทั้งสองกรรมวิธี เวลาในการบ่มที่ใช้ประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกล้วยออกมาวางใช้ผ้าคลุมเพื่อรอการจำหน่าย ใส่บรรจุภัณฑ์ (Packing) ซึ่งมีหลากหลายวิธีเช่น ใส่ลังผลไม้ ใส่ตะกร้าพลาสติก ห่อกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือการวางผ้านวมลงบนยานพาหนะและนำผลิตผลวางเรียงเพื่อกันกระแทก เป็นต้น หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการขนส่ง (Transport) โดยใช้ รถกระบะ นำไปสู่ตลาดและวางจำหน่าย (Wholesale Market / Retail Market)

ตอนที่ 3 ข้อมูลการสูญเสียจากความคิดเห็นของเกษตรกร

ขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่พึงระวังต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวจากความคิดเห็นของเกษตรกร พบว่า การเก็บเกี่ยว และตลาดค้าปลีกเป็นขั้นตอนที่ควรพึงระวังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.7 รองลงมาคือขั้นตอนก่อนการเก็บเกี่ยว (อื่น ๆ) คิดเป็นร้อยละ 23.3 ลำดับที่ 3 คือ ขั้นตอนการขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 20 ลำดับ 4 คือ ตลาดค้าส่ง คิดเป็นร้อยละ 13.3 และ ขั้นตอนสุดท้าย คือ การจัดการโรงคัดบรรจุคิดเป็นร้อยละ 3.3 (ลักษณะคำถามสามารถตอบได้หลายคำตอบ)

ตอนที่ 4 ข้อมูลการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทองในขั้นตอนการจัดการต่าง ๆ พบว่า ขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่ายมีค่าเฉลี่ยผลรวมของการสูญเสียของกล้วยหอมทองจากทั้งสามสวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.18 รองลงมาคือ ขั้นตอนหลังการบ่มผลิตผล คิดเป็นร้อยละ 28.76 และสุดท้าย ขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว คิดเป็นร้อยละ 20.20 แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกขั้นตอน ($P>0.05$) (รูปที่ 1) เมื่อมาพิจารณาจากแต่ละสวนแล้วพบว่า สวนที่ 3 มีผลรวมความสูญเสียจากทุกสาเหตุ มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รองลงมาคือ สวนที่ 2 และสวนที่ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 37.22, 25.99 และ 16.93 ตามลำดับ (รูปที่ 2) <u>การสูญเสียที่พบในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว</u> พบการสูญเสียจากการเข้าทำลายของแมลง คิดเป็นร้อยละ 10.26 รองลงมาคืออาการของผิวไหม้และยางกล้วย คิดเป็นร้อยละ 7.94 การเสียหายทางกล คิดเป็นร้อยละ 4.96 สาเหตุโรคพืช คิดเป็นร้อยละ 0.59 และสาเหตุทางสรีรวิทยา คิดเป็นร้อยละ 0.09 ซึ่งสวนที่ 3 พบปัญหามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)เมื่อเปรียบเทียบกับ สวนที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 3) ในทุก ๆ ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเมื่อแยกสาเหตุการสูญเสียพบว่าสาเหตุหลักของการสูญเสียสวนที่ 2 และ 3 มีปัญหาการเข้าทำลายของแมลงมากถึง ร้อยละ 11.48 และ 13.31 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับสวนที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่พบอัตราร้อยละ 5.29 (ตารางที่ 1) อาการ

ต่อมาคือ อาการของผิวไหม้และยางกล้วยพบว่าสวนที่ 3 พบการสูญเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 12.28 ซึ่งแตกต่างกับสวนที่ 1และ 2 คิดเป็นร้อยละ 2.79 และ 7.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) ส่วน

สาเหตุที่พบสุดท้ายคือการเสียหายทางกล พบว่าสวนที่3 พบการสูญเสียมากที่สุดซึ่งแตกต่างกับสวนที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งพบอัตราร้อยละ 1.83 3.28 และ 9.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในระยะหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมทอง

สวน	สาเหตุการสูญเสีย				
	ทางกล	สรีรวิทยา	แมลง	โรคพืช	ผิวไหม้แดดและเปื้อนยาง(อื่น ๆ)
1	1.83a[1/]	0.13a	5.29a	0.04a	2.79a
2	3.28a	0.04a	11.48b	0.00a	7.84b
3	9.00b	0.10a	13.31c	1.55a	12.28c
AV	4.96	0.09	10.26	0.59	7.94
F-test	*	ns	*	ns	*

[1/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %,* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 1 <u>ขั้นตอนหลังการบ่มผลิตผล</u> พบการสูญเสียจากการเข้าทำลายของแมลง คิดเป็นร้อยละ 11.36 อาการของผิวไหม้และยางกล้วยคิดเป็นร้อยละ 9.45 ความเสียหายทางกล คิดเป็นร้อยละ 8.12 สาเหตุโรคพืช คิดเป็นร้อยละ 0.38 และสาเหตุทางสรีรวิทยา คิดเป็นร้อยละ 0.12 (ตารางที่ 2) เมื่อมาพิจารณาจากแต่ละสวนแล้วพบว่าสวนที่ 3 พบปัญหามากที่สุดในอัตราที่เพิ่มขึ้นหลังจากการบ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)เมื่อเปรียบเทียบกับ สวนที่ 1 และ 2 ซึ่งเมื่อแยกสาเหตุหลัก พบว่า การเข้าทำลายของแมลงยังเป็นสาเหตุหลัก แต่เพิ่มขึ้นจากขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ของสวนที่ 1 2 และ 3 พบอัตราร้อยละ 8.38 11.48 และ13.72 ตามลำดับ สาเหตุต่อมาคืออาการของผิวไหม้และยางกล้วยโดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ของสวนที่ 1 2 และ 3 พบอัตราร้อยละ4.88 9.24 และ13.41ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในระยะหลังการบ่มของกล้วยหอมทอง

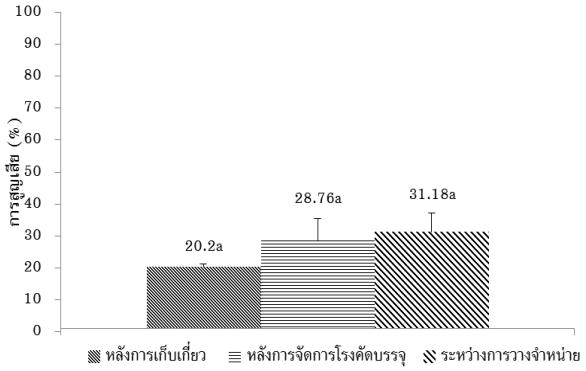
สวน	สาเหตุการสูญเสีย				
	ทางกล	สรีรวิทยา	แมลง	โรคพืช	ผิวไหม้แดดและเปื้อนยาง(อื่น ๆ)
1	4.79a[1/]	0.21a	8.38a	0.04a	4.88a
2	5.52a	0.04a	11.48b	0.00a	9.24b
3	13.10b	0.10a	13.72c	1.00a	13.41c
AV	8.12	0.12	11.36	0.38	9.45
F-test	*	ns	*	ns	*

[1/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %,* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

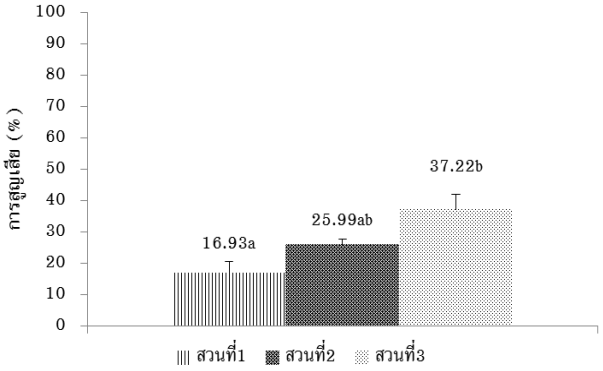
ตารางที่ 2 ส่วนสาเหตุที่พบสุดท้ายคือการเสียหายทางกล พบว่าสวนที่ 3 พบการสูญเสียมากที่สุดซึ่งแตกต่างกับสวนที่ 2 และ3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)อัตราร้อยละ 13.10 5.52 และ4.79 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)ในส่วนของปัญหาการเสียหายทางด้านสรีระวิทยาและโรคพืช ไม่พบความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ <u>ขั้นตอนผลิตผลพร้อมวางจำหน่าย</u> พบการสูญเสียจากการเข้าทำลายของแมลงคิดเป็นร้อยละ 11.45 อาการของผิวไหม้และ

ยางกล้วย คิดเป็นร้อยละ 10.43 สาเหตุทางกล คิดเป็นร้อยละ 9.32 สาเหตุโรคพืช คิดเป็นร้อยละ 0.59 และสาเหตุทางสรีรวิทยา คิดเป็นร้อยละ 0.12 (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาจากแต่ละสวนแล้วพบว่า ในทุก ๆสาเหตุ สวนที่ 3 มีอัตราการสูญเสียมากที่สุด รองลงมาคือ สวน ที่ 2 และ 1 เมื่อแยกสาเหตุพบการสูญเสียจากการเข้าทำลายของแมลง มี

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อัตราร้อยละ 13.72 11.52 8.63 ตามลำดับอาการของผิวไหม้และยางกล้วยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อัตราร้อยละ 13.62 9.84 และ 7.21ตามลำดับ



รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลรวมของการสูญเสีย (%) ของกล้วยหอมทองจากทั้งสามสวน แยกแสดงในแต่ละขั้นตอน 1) ขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว 2) ขั้นตอนหลังการบ่ม และ 3) ขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่าย



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยผลรวมการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว (%) ของกล้วยหอมทองจากทั้ง 3 ขั้นตอน (หลังการเก็บเกี่ยว, หลังการบ่ม และระหว่างการวางจำหน่าย) แยกแสดงในแต่ละสวน (1, 2 และ 3 ตามลำดับ)

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในระยะขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่ายของกล้วยหอมทอง

	สาเหตุการสูญเสีย				
สวน	ทางกล	สรีรวิทยา	แมลง	โรคพืช	ผิวไหม้แดดและเปื้อนยาง(อื่นๆ)
1	5.96a[1/]	0.21a	8.63a	0.04a	7.21a
2	7.64b	0.04a	11.52b	0.00a	9.84b
3	13.55c	0.10a	13.72c	1.55a	13.62c
AV	9.32	0.12	11.45	0.59	10.43
F-test	*	ns	*	ns	*

[1/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %,* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

อภิปรายผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในการศึกษานี้ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Mebratien et al. (2015) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียของกล้วยในเอธิโอเปียตอนกลาง โดยพบว่ากลุ่มผู้ปลูกหลักส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง อายุโดยเฉลี่ย 46.3 นอกจากนี้ยังพบว่าพบว่ามีถึงร้อยละ 28 ที่ไม่ได้เข้ารับการศึกษา ดังนั้นสาเหตุของความไม่สอดคล้องในเรื่องของเพศในระบบเกษตรกรรมการปลูกกล้วย อาจมาจากประเทศไทยมีปริมาณการผลิตกล้วยที่สูง โดยอยู่ในอันดับที่ 13 ในปี 2012 (เบญจมาศ , 2558) จึงทำให้มีประชากรที่เข้ามาทำเกษตรกรรมกลุ่มนี้มีความหลากหลายทางเพศมากกว่า รวมถึงทางด้านการศึกษา ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าเกษตรผู้ปลูกกล้วยได้รับการศึกษามากกว่ากลุ่มตัวอย่างจากเอธิโอเปียตอนกลาง ทักษะของการอ่านออกเขียนได้จึงทำให้ทุกเพศสามารถเข้าถึงข้อมูลในการปลูกได้มากกว่า จึงเป็นเหตุทำให้สามารถอธิบายได้ว่า เพศใดๆในประเทศไทยก็สามารถเข้าถึงระบบเกษตรกรรมการปลูกกล้วยได้ และเมื่อผนวกกับข้อมูลประชากรจึงสามารถเข้าใจได้ว่าเพศหญิงน่าจะเป็นกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกกล้วยมากกว่าเนื่องจากสัดส่วนประชากรเพศหญิงสูงกว่าเพศชาย แต่จากผลที่พบของ Mebratien et al. (2015) ได้ทราบว่าผู้ปลูกในกลุ่มเพศหญิงมีแนวโน้มที่จะพบการสูญเสียในกล้วยมากกว่าเพศชาย อันเป็นเหตุมาจากความละเอียดในระบบการจัดการผลิตผล นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากจะพบการสูญเสียที่น้อยกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย

ข้อมูลทางด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จากการสำรวจ ทำให้ทราบว่า กล้วยหอมทองสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี โดยเริ่มเก็บเกี่ยวในระยะผลิตผล Light ¾ หรือแก่ 70% ระยะนี้เป็นระยะที่สามารถนำมาบ่ม (ขยายระยะเวลา

ในการวางจำหน่าย) หรือรอให้สุก เข้าสู่ระยะ FULL ¾ สุก 90% จึงขายให้ในกลุ่มผู้บริโภค แต่การเก็บในระยะ Light ¾ หรือแก่ 70% ของเกษตรกรนี้อาจจะมีคุณภาพที่ด้อยกว่าการเก็บระยะ FULL โดยในทางกลับกัน ถ้าต้องการขายในตลาดใกล้บ้าน (ตลาดท้องถิ่น) สามารถที่จะเก็บผลิตผลในระยะ FULL ได้เช่นกัน (เบญจมาศ, 2558) ช่วงเวลาการเก็บผลิตผลส่วนใหญ่จะเก็บผลิตผลในช่วงเช้า เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุด (coolest time) ในการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน (Kasso & Bekele, 2016) เนื่องจากช่วงเช้าผลิตผลยังมีอุณหภูมิต่ำ อัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นเล็กน้อย (จริงแท้, 2546) การรวบรวมและลำเลียงกล้วย จะถูกจัดการโดยเกษตรกรเพียงคนเดียวเท่านั้น การเก็บเกี่ยวในลักษณะนี้จะมีข้อดี คือ ช่วยลดค่าแรงงานได้ แต่ข้อเสียก็คือ ผลิตผลอาจจะเสียหายได้ (จริงแท้, 2546) การทำความสะอาด โดยใช้น้ำเปล่าหรือบางแห่งจะใช้น้ำยาล้างจาน 1-2 หยด ผสมลงไปด้วยเพื่อช่วยทำให้น้ำยางกล้วยออก ซึ่งถ้าไม่ล้างออกจะส่งผลให้กล้วยมีคุณภาพลดลงเนื่องจากน้ำยางที่เปื้อนบริเวณผิว (เบญจมาศ, 2558) โดยจากงานวิจัยของ คมจันทร์และคณะ (2559) พบว่า สาเหตุหลักที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียในโรงคัดบรรจุ คือ น้ำยางที่ผิวกล้วย ซึ่งเป็นผลมาจากการเด็ดนมกล้วยทิ้งส่งผลให้เกิดรอยแผลที่ขั้วผล ขั้นตอนการบ่ม (Curing) สารที่ใช้คือ ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (calcium carbide, CaC2) เป็นสารที่นิยมใช้ในการบ่มในกลุ่มเกษตรกรโดยทั่วไป มีลักษณะเป็นก้อนแข็งสามารถทุบให้แตกได้สามารถจับต้องได้ เหมาะสมกับการใช้งานและหาซื้อได้ง่าย (Ketsa, 2006) พบว่าอาจนำไปสู่การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากถ่านแก๊สที่มีการเติมน้ำจะเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดแก๊สอะเซทิลีน (acetylene, C_2H_2) ซึ่งแก๊สตัวนี้จะทำหน้าที่ให้ผลไม้สุกเหมือนกับแก๊สเอทีลีนแต่มีประสิทธิภาพด้อยกว่า นอกจากนี้ อาจมีผลในเรื่องของผลไม้ที่ดูดซับกลิ่นของถ่านแก๊สทำให้เกิดกลิ่นในตัวผลิตผล และถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ผิวของผลิตผลเสียหายได้ในที่สุด (Ketsa, 2006) บางสวน พบว่า มีการบ่มกล้วยด้วยธูป ซึ่งเป็นวิธีแบบพื้นบ้าน โดยการจุดธูปหรือการเผาวัตถุจะช่วยเร่งให้ผลไม้สุก เนื่องจากการเผาไหม้เป็นการเร่งให้เกิดแก๊สเอทีลีนจากธูปและวัตถุอินทรีย์ต่างได้ ด้านบรรจุภัณฑ์ (Packing) ซึ่งมีหลากหลายวิธี ได้แก่ ลังผลไม้ ตะกร้าพลาสติก ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือ การวางผ้านวมลงบนยานพาหนะ และนำผลิตผลวางเรียงเพื่อกันกระแทก เป็นต้น การบรรจุผลิตผลลงไปในตะกร้าเหล่านี้ อาจส่งผลต่อการสูญเสียได้ เนื่องจากตะกร้าหรือลังจะมีลักษณะที่คมและลึก สามารถส่งผลให้เกิดอาการช้ำเนื่องจากการชนและบีบอัดของผลิตผลด้วยกันเอง (Kereth et al., 2013) ดังนั้น จึงควรมีแผ่นโฟมรองรับกันกระแทกในบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

<u>การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทองในขั้นตอนการจัดการต่าง ๆ</u> โดยผลเบื้องต้นสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Mebratien et al. (2015) ที่พบการสูญเสียของกล้วยมากที่สุดในขั้นตอนตลาดค้าปลีก และงานวิจัยของ คมจันทร์ และคณะ (2559) ที่พบการสูญเสียกล้วยไข่ในขั้นตอน การบ่มและการวางจำหน่ายมากที่สุด ซึ่งการพบในขั้นตอนการวางจำหน่ายมากที่สุดเป็นผลอันเนื่องมาจากการปฏิบัติตั้งแต่การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ดี การขนส่ง และการเคลื่อนย้ายผลิตผล เหล่านี้ส่งผลอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิดการปรากฏของการสูญเสีย ไม่ว่าจะเป็น การสูญเสียทางด้านปริมาณ ด้านคุณภาพ หรือแม้กระทั่งทางด้านมูลค่า ซึ่งเป็นจุดสำคัญที่เกษตรกรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง โดยเมื่อมาดูผลเบื้องต้นปรากฏว่าสวนที่มีการสูญเสียมากที่สุดคือสวนที่ 3 ซึ่งจากการสังเกตการณ์พบว่า สวนนี้มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น การตัดผลิตผลซึ่งเมื่อตัดแล้วไม่มีอุปกรณ์สำหรับรองรับผลิตผล การเคลื่อนย้ายโดยไม่มีบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น จากการปฏิบัติดังกล่าวทำให้สวนที่ 3 จึงส่งผลให้ราคาของกล้วยหอมทองในการขายต่ำที่สุด <u>การสูญเสียที่พบในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว</u> พบว่า สวนที่ 3 มีการจัดการสวนไม่เหมาะสม ขาดการดูแลผลิตผลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายสัปดาห์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการตัดแต่งใบการห่อหรือคลุมถุง รวมทั้งการป้องกันสัตว์ในระหว่างรอการจำหน่าย พบนกเข้ามาทำรังในโรงคัดบรรจุ เป็นต้น อาจเป็นเหตุผลทำให้ผิวของผลิตผลเสียหายและผิวไหม้แดด สำหรับสวนที่ 1และ 2 จากการสำรวจ พบว่า มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในทุกขั้นตอน ซึ่งเมื่อแยกสาเหตุการสูญเสีย พบว่าสาเหตุหลักของการสูญเสียของสวนที่ 2 และ 3 เกิดจากการเข้าทำลายของแมลง เนื่องจากไม่มีการกำจัดวัชพืช (หญ้า) ในแปลงปลูก อาจเป็นแหล่งที่อยู่ของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟกล้วย ซึ่งทำให้เกิดรอยแผลมีลักษณะปรากฏแผ่เป็นวงรีสีแดงสนิมบนเปลือก โดยเพลี้ยชนิดนี้จะอาศัยอยู่ในดิน หรือเศษขยะใต้ต้นกล้วย แม้ว่าการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟจะไม่ส่งผลต่อคุณภาพภายใน แต่ก็นำมาซึ่งการสูญเสียทางด้านมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยรวมทำให้ผลกล้วยมีราคาต่ำ (เบญจมาศ

, 2558) ซึ่งแตกต่างจากสวนที่ 1 ที่มีการกำจัดวัชพืชเป็นประจำทุกสัปดาห์ ส่งผลให้มีอัตราการเข้าทำลายของแมลงที่ต่ำกว่า แต่ก็ยังพบลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในผลกล้วยอยู่บ้างนอกจากนี้ พบ ลักษณะอาการของผิวไหม้และเปื้อนยาง ซึ่งจากการสำรวจพบว่าสวนที่ 3 และสวนที่ 1 ไม่มีการคลุมถุงที่เครือกล้วยทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งแสงแดดในช่วงวันที่ร้อนจัด ส่งผลให้ผิวของกล้วยหอมทองเสียหายได้ แต่สวนที่ 2 แม้ว่าจะมีการคลุมถุง แต่ปัญหาที่พบก็คือการปนเปื้อนของยางในช่วงปาดเครือและแยกหวี ในระหว่างการเคลื่อนย้ายผลิตผลโดยไม่มีบรรจุภัณฑ์ ผลการสำรวจนี้ สอดคล้องกับข้อมูลแบบสอบถามของกลุ่มผู้ปลูกที่พบการสูญเสียในเรื่องของแมลงกัดกินถึงร้อยละ 13.3 ส่วนสาเหตุที่พบสุดท้าย คือการสูญเสียทางกล โดยสาเหตุเหล่านี้เป็นผลสืบเนื่องได้หลายประการ เช่น การเสียดสีของผลในระหว่างเก็บเกี่ยว การเสียดสีระหว่างใบกับผลในช่วงลมแรง อันเป็นผลมาจากการไม่ดูแล ตัดแต่งใบหรือคลุมผลิตผล หรือการเข้าทำลายของนก การใช้ถุงผ้าถักหรือถุงพลาสติกสาน มีลักษณะเนื้อหยาบ หนา บางครั้งอาจทำให้เกิดบาดแผล และการเก็บเกี่ยวที่ไม่ระวังเป็นผลจากมีด การเคลื่อนย้ายผลิตผลมาโรงคัดบรรจุ การเกิดบาดแผลในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวนี้ ส่วนใหญ่สาเหตุที่พบมาจากการนำไม้ค้ำเครือกล้วยออก และการใช้อุปกรณ์ เช่น มีด ที่ไม่มีการระมัดระวัง นำมาซึ่งการเกิดบาดแผลในกล้วยหอมทอง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ คมจันทร์ และคณะ (2559) ซึ่งพบปัญหาการเกิดบาดแผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่แก้ปัญหานี้โดยการใช้ถุงฟลอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติคือ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายให้แก่ผิวกล้วย สามารถกันแสงผ่านมายังเครือกล้วยได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบการสูญเสียเล็กน้อยในด้านสรีรวิทยา ซึ่งเป็นการสูญเสียตามธรรมชาติ พบตั้งแต่แปลงปลูก เช่น ผลแฝดซึ่งเกิดจากผนังรังไข่ซึ่งเจริญเป็นเปลือกผลเชื่อมติดกัน หรือผลไม่ได้ขนาดเพราะเป็นหวีสุดท้ายของเครือซึ่งจะมีขนาดเล็ก(สมบุญ, 2544) <u>ขั้นตอนหลังการบ่มผลิตผล</u> สาเหตุหลักพบว่า การเข้าทำลายของแมลงยังเป็นสาเหตุหลัก แต่เพิ่มขึ้นจากขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว สาเหตุต่อมาคืออาการของผิวไหม้และยางกล้วย ซึ่งทั้งสองสาเหตุขั้นต้นเริ่มเห็นการปรากฏเด่นชัดขึ้น เมื่อมีการนำไปบ่มและผลเริ่มมีการสุก รอยดำจากการเข้าทำลายของแมลงในกลุ่มเพลี้ยไฟที่เข้าทำลายในขั้นตอนหลังจากเก็บเกี่ยว จะปรากฏเด่นชัดมากขึ้น และเพิ่มมากขึ้นการปนเปื้อนยางจากการจับผลิตผลที่ไม่ระมัดระวัง ซึ่งลักษณะการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพเหล่านี้จะส่งผลต่อการสูญเสียทางกล (Mebratien et al., 2015) ส่วนสาเหตุที่พบสุดท้ายคือการสูญเสียทางกล ในระยะนี้จะมีสาเหตุต่อเนื่องจากการชำแหละผลิตผล การเคลื่อนย้ายในช่วงเก็บเกี่ยวการขนส่งโดยไม่ใช้อุปกรณ์บรรจุภัณฑ์ซึ่งมีเพียงผ้านวมรอง ยานพาหนะทำให้เกิดการสั่นสะเทือน พื้นที่ถนนในการเคลื่อนย้าย ซึ่งพบว่าสวนของเกษตรกรในหลายแห่งมีลักษณะของถนนที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการขนส่ง ปัจจัยเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางกล (Mebratien et al., 2015) ซึ่งปรากฏชัดเจนหลังการบ่ม เมื่อผลกล้วยเริ่มสุก <u>ขั้นตอนผลิตผลพร้อมวางจำหน่าย</u> พบ การสูญเสียจากการเข้าทำลายของแมลง อาการของผิวและการสูญเสียทางกล โดยเมื่อเข้าสู่กระบวนการพร้อมวางจำหน่าย หลังจากพักผลิตผลจากการบ่มประมาณ 1-2 วัน ผลิตผลจะมีสีเหลืองเต็มที่การปรากฏอาการดังที่กล่าวมาข้างต้นเด่นชัดมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้สูญเสียมูลค่าของผลิตผลจากมูลค่าจริงที่ควรจะเป็น สอดคล้องกับ Mebratien et al. (2015) ที่พบว่า สาเหตุการสูญเสียที่ตลาดค้าส่งและตลาดค้าปลีกเป็นผลมาจากการขนส่งที่ไม่ได้คุณภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียทางกลหลายประการ ได้แก่ การเน่าเสีย การสุกและการช้ำ เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบเรื่องการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน ในแต่ละสวน โดยยกตัวอย่างสาเหตุของการสูญเสียทางกล และ อาการของผิวไหม้และยางกล้วย เป็นสาเหตุเนื่องมาจากการเสียดสีระหว่างผลิตผล บาดแผลที่เกิดขึ้นในช่วงการเก็บเกี่ยว อาการไหม้เนื่องจากการไม่คลุมผลิตผล และเมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะการสุก จึงส่งผลเกิดการเพิ่มขึ้นของร่องรอยบาดแผล แสดงให้เห็นถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสมและไม่มีประสิทธิภาพ จึงส่งผลต่อการสูญเสียทางกล (Mebratien et al., 2015)

สรุปผลการศึกษา

เกษตรกรผู้ปลูกจำนวน 30 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุมากกว่าห้าสิบปี และสำเร็จการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีการจัดการผลิตผลในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บเกี่ยวไปจนถึงการวางจำหน่ายไม่เหมาะสม การปฏิบัติ

หลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้มาตรฐานขาดความรู้ในการจัดการที่ดี ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณของกล้วยหอมทอง

ขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไป เริ่มต้นจาก ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว โดยนิยมเก็บเกี่ยวที่ระยะ Light ¾ หรือแก่ 70% หลังจากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายผลิตผลมายังโรงคัดบรรจุ ทำการตรวจสอบผลิตผล คัดแยก ปาดเครือ แยกหวีและทำการบ่มผลกล้วยโดยใช้ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ลังผลไม้หรือห่อกระดาษ และขนส่งสู่ตลาดจำหน่ายสู่ผู้บริโภค

การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทองในขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่าย พบค่าเฉลี่ยผลรวมของการสูญเสียของกล้วยหอมทองจากทั้งสามสวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.18 แต่ไม่แตกต่างจากขั้นตอนหลังการบ่มผลิตผลและขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว โดยค่าเฉลี่ยผลรวมของการสูญเสียของกล้วยหอมทองจากทั้งสามสวนคิดเป็นร้อยละ 28.76 และ 20.20 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแยกแต่ละสวน พบว่า สวนที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลรวมการสูญเสียจากทุกสาเหตุจากทั้ง 3 ขั้นตอน มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คิดเป็นร้อยละ 37.22 รองลงมาคือ สวนที่ 2 และสวนที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 25.99 และ 16.93 ตามลำดับ และการเข้าทำลายของแมลงเป็นสาเหตุหลักในทุก ขั้นตอนของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

ความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับการสูญเสียในแต่ละสวน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยเกษตรกรมีความเห็นว่าขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และ ขั้นตอนระหว่างการวางจำหน่าย (ตลาดค้าปลีก) เป็นขั้นตอนที่ควรระมัดระวังมากที่สุด

ดังนั้น การพัฒนาและส่งเสริมให้ได้รับความรู้ในด้านการจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เน้น เรื่องคุณภาพของผลิตผลแก่เกษตรในพื้นที่ปลูก จึงเป็นประเด็นเร่งด่วนที่ควรแก้ไข เพื่อยกระดับคุณภาพให้ได้มาตรฐาน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่เกษตรกร อันจะส่งผลขยายฐานการตลาดให้สูงขึ้นสู่สากล อย่างไรก็ตาม ในเชิงนโยบายสำหรับรัฐบาล การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้เหมาะสม ได้แก่ ถนน เพื่อการขนส่งผลิตผล เป็นแนวทางที่สำคัญในการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลิตผลทางการเกษตร ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในการสนับสนุนทุนดำเนินการวิจัย และสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลกในการอนุเคราะห์ข้อมูลผู้ปลูกกล้วยหอมทองในเขตจังหวัดพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2559). *ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยกล้วย พ.ศ. 2559-2563*. สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2560, จาก http://www.doa.go.th/hortold/images/stories/strategyplantort/straegybanana.doc.

คมจันทร์ สรงจันทร์, ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์, ปรางค์ทอง กวานห้อง และ งามพิศ สุดเสน่ห์. (2559). การประเมินการสูญเสียตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภคของกล้วยไข่ในจังหวัดจันทบุรี. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3*, 14-21.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2546). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน.

ดนัย บุณยเกียรติ, พิชญา บุญประสม พูลลาภ, พิเชษฐ์ น้อยมณี, ปาริชาติ เทียนจุมพล, วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ และ ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน. (2554). *การประเมินความสูญเสียในกระบวนจัดการสายโซ่อุปทานของผลส้มเปลือกร่อนและลำไย.* รายงานวิจัย. เชียงใหม่: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดนัย บุณยเกียรติ, พิชญา บุญประสม พูลลาภ, ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน, มนตรี จันทา. (2555). การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในโซ่อุปทานพืชผักของโครงการหลวง. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 43(3)*, 376-379.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2548). *การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้(พิมพ์ครั้งที่5).* กรุงเทพฯ : โอ. เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2558). *กล้วย(พิมพ์ครั้งที่4).* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัตน์. (2544). สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 น.

Anonymous. (1978). *Post-harvest losses in developing countries*. National Academy of Sciences. USA: Washington, DC.

Kasso, M., & Bekele, A. (2016). Post-harvest loss and quality deterioration of horticultural crops in Dire Dawa region. Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 1, 45-58.

Ketsa, S. (2006). Stimulation of fruit ripening. *The Journal of the Royal Institute of Thailand 31. (4)*, 1177-1186. (in Thai)

Llyas, M.B., Ghazanfar, M.U., Khan, M.A., Khanand, C.A, & Bhatti, M.A.R. (2007). Post-harvest losses in apple and banana during transport and storage. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 44. (3)*, 534-538.

Mebratien, M.A., Haji, J., Woldetsadik, K. & Ayalew, A. (2015). Determinants of postharvest banana loss in the marketing chain of central Ethiopia. *Food Science and Quality Management. 37*, 52-63.

การประเมินพลังงานของกระบวนการแยกสำหรับสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยการกลั่นสกัดกับเอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ

ศิริวรรณ แสงดาว อดุลวิทย์ วรรณวงศ์กา และวีรวรรณ วีรชัยพิเชษฐ์กุล*

Energy evaluation of separation process for methylal-methanol mixture by extractive distillation with low toxicity entrainer

Siriwan Saengdaw, Adulwit Wanwongka Weerawun, Weerachaipichasgul*

สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Chemical Engineering, Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Pitsanlok, 65000
*Corresponding author. E-mail : weerawunw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการประเมินพลังงานของกระบวนการแยกสำหรับสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยการกลั่นสกัดกับเอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ ที่กำหนดให้ความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ 99.9 โดยน้ำหนัก วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การหาสภาวะที่เหมาะสม และการประเมินพลังงานที่ใช้ในกระบวนการกลั่นสกัดสำหรับแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอลโดยใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้เอนเทรเนอร์ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล เตตระเอทิลีนไกลคอล และโพรไพลีนไกลคอล มาเปรียบเทียบกับไดเมทิลฟอร์มาไมด์ ผลของการจำลองกระบวนการแสดงให้เห็นว่าในกระบวนการกลั่นสกัด การใช้โพรไพลีนไกลคอล และกลีเซอรอลเป็นเอนเทรเนอร์ใช้พลังงานรวมน้อยกว่าการใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โพรไพลีนไกลคอลเป็นเอนเทรเนอร์ ใช้พลังงานในกระบวนการกลั่นสกัดน้อยที่สุด คือ 91,328.1กิโลจูลต่อชั่วโมง และสภาวะที่เหมาะสมที่สามารถกลั่นแยกเมทิลลัลออกจากเมทานอลแล้วได้ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 และใช้พลังงานน้อยที่สุดของโพรไพลีนไกลคอลอยู่ที่ จำนวนชั้นหอกลั่นสกัด 10 ชั้น ชั้นที่ป้อนสารผสมอะซิโอโทรปอยู่ชั้นที่ 7 ชั้นที่ป้อนสารเอนเทรเนอร์อยู่ชั้นที่ 5 อุณหภูมิของเอนเทรเนอร์ 125 องศาเซลเซียส อัตราส่วนเอนเทรเนอร์ต่อสารผสมอะซิโอโทรปเท่ากับ 0.5732 และอัตราการป้อนกลับเชิงมวลเท่ากับ 0.9545

คำสำคัญ: เอนเทรเนอร์ กลั่นสกัด พลังงาน สภาวะที่เหมาะสม ความเป็นพิษต่ำ

Abstract

In this research, the energy evaluation of separation process for methylal-methanol mixture by extractive distillation with low toxicity entrainer given product purity at 99.9 % by weight of methylal has been studied. The objective of this research was to study the optimum conditions and to evaluate the energy consumption in this process 3 types of low toxicity entrainer (glycerol, tetraethylene glycol and propylene glycol) by using statistical data analysis. Moreover, the energy evaluation for the extractive distillation process using the entrainers 3 types was compared with dimethylformamide. Results of simulation process showed that the total energy consumption in the extractive distillation process for propylene glycol, and glycerol as entrainers was lesser than that of dimethylformamide. Used propylene glycol as entrainer in the extractive distillation process could give the lowest total energy consumption at 91,328.1 kJ/h. And the optimum conditions for distillation of methylal be separated form methanol for propylene glycol as entrainer the total stage of extractive distillation was 10, feed azeotrope at stage 7, feed entrainer at stage 5, temperature of entrainer at 125 ºC. The ratio of entrainer to azeotrope mixture was 0.5732 and the mass reflux ratio was 0.9545

Keywords: Entrainer, Extractive, Energy, optimum conditions, Low Toxicity

บทนำ

เมทิลลัล (Methylal) หรือไดเมทอซิมิเทน (Dimethoxymethane; DMM) มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไวไฟสูง กลิ่นคล้ายกับคลอโรฟอร์ม ในปัจจุบันเมทิลลัลถือเป็นสารเคมีที่มีความสำคัญในการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงและสารเติมแต่งในน้ำมันเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอางและน้ำหอม อุตสาหกรรมสารทำความสะอาดและขจัดคราบไขมัน และเป็นสารกำจัดจุลินทรีย์ในสี เป็นต้น กระบวนการผลิตเมทิลลัลโดยทั่วไปจะสังเคราะห์โดยปฏิกิริยาการควบแน่น (Condensation Reaction) ของเมทานอลกับฟอร์มาลดีไฮด์ ในขั้นตอนการสังเคราะห์เมทิลลัลประกอบไปด้วยเครื่องปฏิกรณ์ที่ต่อกันแบบอนุกรมโดยใช้กรดวิวิธพันธ์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Veschueren, 1983) ในการแยกสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์สามารถทำได้โดยกระบวนการแยกทั่วไปก่อน เช่น การกลั่นแต่อย่างไรก็ตามพบว่าในการแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอลนั้นไม่สามารถแยกโดยใช้การกลั่นแบบปกติได้ เนื่องจากทั้งสารทั้งสองเป็นสารผสมอะซิโอโทรปที่จุดเดือดต่ำสุด (Minimum-Boiling Azeotrope) จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการแยกสารผสมอะซิโอโทรป (Seinosuke & Tanigawa, 2002)

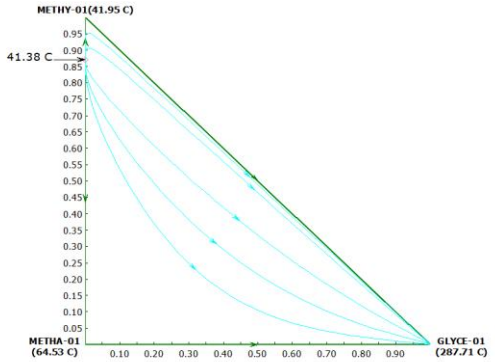
วิธีการแยกสารผสมอะซิโอโทรปมีอยู่หลายวิธี ดังนี้ การกลั่นสลับความดัน (Pressure Swing Distillation) กระบวนการเยื่อเลือกผ่าน (Membrane Process) กระบวนการโมเลกุลลาร์ซีฟ (Molecular Sieve Process) การกลั่นอะซิโอโทรปิค (Azeotropic Distillation) และการกลั่นสกัด (Extractive Distillation) ซึ่งพบว่ากระบวนการเยื่อเลือกผ่านและกระบวนการโมเลกุลลาร์ซีฟเป็นเทคโนโลยีที่ง่ายและใช้พลังงานน้อย แต่ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพราะต้องใช้เยื่อเลือกผ่านและโมเลกุลลาร์ซีฟจำนวนมาก อีกทั้งยังเกิดการอุดตันได้ง่ายทำให้เสียค่าใช้จ่ายกับเวลาในการทำความสะอาดและซ่อมบำรุงมาก (สุจิตรา และเดโช, 2552 และ ชลธิรา, 2553) ส่วนการกลั่นสลับความดันนั้นมีการใช้พลังงานสูง ทำให้การกลั่นอะซิโอโทรปิคและการกลั่นสกัด จะได้รับความนิยมมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการกลั่นสกัดได้รับความนิยมมากกว่าการกลั่นแบบอะซิโอโทรปิค เนื่องจากสารที่ใช้เป็นเอนเทรนเนอร์ในกระบวนการกลั่นสกัดหาได้ง่ายและไม่เกิดอะซิโอโทรปกับองค์ประกอบของสารผสมอีก จึงใช้พลังงานความร้อนน้อยกว่าการกลั่นแบบอะซิโอโทรปิค (IEnergy Guru, 2015) จะเห็นได้ว่าวิธีการกลั่นสกัด (Extractive Distillation) เป็นวิธีที่ประหยัดพลังงาน แต่ต้องมีการเลือกใช้เอนเทรเนอร์ให้เหมาะสม (Dong et al., 2018) ซึ่งมีเอนเทรเนอร์ที่ใช้ในกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอลอยู่หลายชนิด ในงานวิจัยที่ผ่านมา มีการใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์เป็นเอนเทรเนอร์ แต่มีความเป็นพิษสูง จึงได้มีการพัฒนาการศึกษาโดยใช้เอทิลีนไกลคอลเป็นเอนเทรเนอร์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า เอทิลีนไกลคอลยังมีความเป็นพิษสูงอยู่

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล (Glycerol) เตตระเอทิลีนไกลคอล (Tetraethylene Glycol) และ โพรไพลีนไกลคอล (Propylene Glycol) มาใช้เป็นเอนเทรเนอร์ในการกลั่นสกัดแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยจะจำลองกระบวนการกลั่นสกัดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Aspen Plus Version 8.8 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการกลั่นสกัด

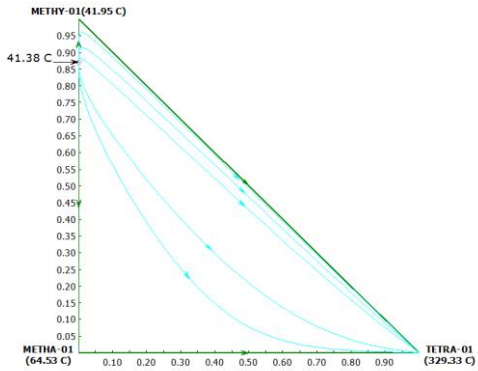
ขั้นตอนและวิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนที่เส้นโค้งรีซิดวล (Residue Curve Map; RCM)

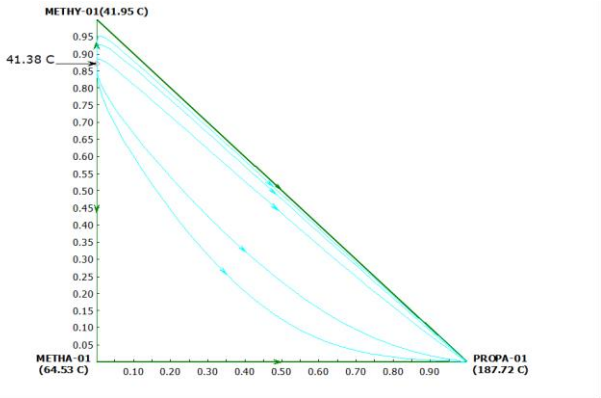
จากรูปที่ 1 เป็นแผนที่เส้นโค้งรีซิดวลของสารที่ต้องการนำมาศึกษาเป็นเอนเทรเนอร์เพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล – เมทานอล โดยมีจุดอะซิโอโทรปที่ เมทิลลัล 94.12% ที่อุณหภูมิ 41.38 องศาเซลเซียส กลีเซอรอล เตตระเอทิลีน-ไกลคอล และโพรไพลีนไกลคอล สามารถนำมาเป็นเอนเทรเนอร์ในการกลั่นสกัด ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) (ข) และ (ค) ตามลำดับ จะเห็นว่าเส้นโค้งรีซิดวลมีทิศทางที่บ่งบอกว่า กลีเซอรอล เตตระเอทิลีนไกลคอล และโพรไพลีนไกลคอล สามารถแยกเมทิลลัลออกจากเมทานอลได้



(ก)



(ข)

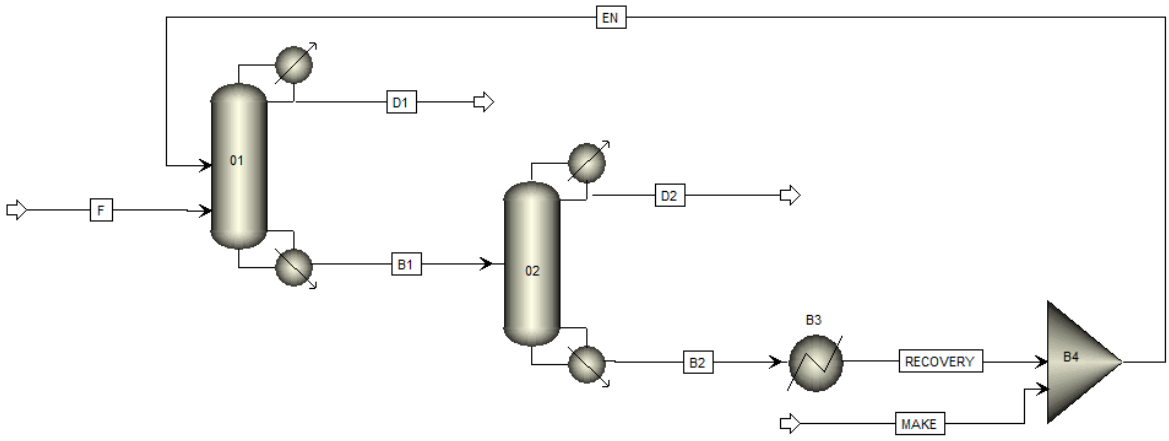


(ค)

รูปที่ 1 แผนที่เส้นโค้งรีซิดวลของสารที่ต้องการนำมาศึกษาเป็นเอนเทรเนอร์เพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล –เมทานอล
(ก) กลีเซอรอล (ข)เตรตะเอทิลีนไกลคอล (ค)โพรไพลีนไกลคอล

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล–เมทานอล

ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนโครงสร้างหอกลั่นสกัด จะศึกษา 3 ปัจจัยคือ จำนวนชั้นหอกลั่นสกัด ชั้นที่ป้อนเอนเทรเนอร์ และชั้นที่ป้อนสารผสมอะซิโอโทรป และ 2. ส่วนปฏิบัติการหอกลั่น จะศึกษา 3 ปัจจัยคือ อุณหภูมิของเอนเทรเนอร์ อัตราการป้อนกลับเชิงมวล และอัตราส่วนเอนเทรเนอร์ต่อสารผสมอะซิโอโทรป โดยวิธีวิทยาพื้นผิวตอบสนอง (RSM) ร่วมกับการออกแบบการทดลองแบบประสมกลาง(CCD) วิเคราะห์อิทธิพลร่วมของหลายตัวแปรอิสระ (ปัจจัย) ที่มีต่อความบริสุทธิ์และพลังงานรวมในกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัลเมทานอล (ค่าการตอบสนอง) โดยปัจจัยหลักและช่วงในการศึกษานี้ แสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 กระบวนการกลั่นสกัด

จากรูปภาพที่ 2 F คือ สารผสมเมทิลลัล-เมทานอลที่ป้อนเข้าในหอกลั่นสกัด(01) ส่วน D1 คือสายของสารที่กลั่นได้ทางยอดหอ (เมทิลลัล) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ และ B1 คือสายของสารผสมระหว่างเมทานอลกับเอนเทรเนอร์ จากนั้นสาย B1 จะถูกป้อนเข้าสู่หอกู้คืน (02) จะได้ D2 คือสายสารที่กลั่นได้ทางยอดหอ (เมทานอล) และ B2 คือสายของสารที่กลั่นได้ทางก้นหอ (เอนเทรเนอร์) B2 จะถูกส่งไปที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน(B3) และจะมีการเติมเอนเทรเนอร์เข้าไปใน B4 เพื่อนำกลับไปใช้ในหอกลั่นสกัดอีกครั้ง

แบบจำลอง(Fitted Model) โดยค่าความสอดคล้องของแบบจำลองตัดสินจาก R^2 และทดสอบนัยสำคัญของเทอมของแบบจำลองที่อยู่บนพื้นฐานของค่า P-value และ F-value พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองทำนายผลการทดลองในรูปสมการพหุนามกำลังสอง (Quadratic Polynomial Equation) แสดงความสัมพันธ์ร่วมของแต่ละปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (อาภาภรณ์ และคณะ, 2561) ดังสมการที่ (1)

$$y = \beta_0 + \sum_{i-1}^{k} \beta_i x_i + \sum_{i-1}^{k} \beta_{ii} x_i^2 + \sum\sum_{i<j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \qquad (1)$$

เมื่อ y คือร้อยละผลได้ของความบริสุทธิ์ของเมทิลลัล หรือ พลังงาน ที่ทำนายได้ β_0 คือค่าคงที่ $\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย และ x_i, x_j คือปัจจัยการทดลอง

ตารางที่ 1 ปัจจัยและระดับปัจจัยของเอนเทรเนอร์แต่ละชนิดสำหรับโครงสร้างหอกลั่นสกัดและปฏิบัติการหอกลั่นสกัด

เอนเทรเนอร์	โครงสร้างหอกลั่นสกัด									ปฏิบัติการหอกลั่นสกัด								
	X_1			X_2			X_3			X_4			X_5			X_6		
	จำนวนชั้นหอกลั่นสกัด			ชั้นที่ป้อนสารผสมอะซิโอโทรป			ชั้นที่ป้อนเอนเทรเนอร์			อุณหภูมิเอนเทรเนอร์ (องศาเซลเซียส)			อัตราส่วนเอนเทรเนอร์ต่อสารผสมอะซิโอโทรป			อัตราการป้อนกลับเชิงมวล		
	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
กลีเซอรอล	10	11	12	7	8	9	3	4	5	50	75	100	0.8	1.1	1.4	0.6	0.9	1.2
เตตระเอทิลีนไกลคอล	15	18	21	9	11	13	4	5	6	50	75	100	0.9	1.2	1.5	1	1.2	1.4
โพรไพรลีนไกลคอล	9	10	11	6	7	8	3	4	5	50	75	100	0.5	0.75	1	0.6	0.9	1.2

จากตารางที่ 1 ปัจจัยและระดับปัจจัยของเอนเทรเนอร์แต่ละชนิดที่เรานำมาศึกษาในช่วงดังกล่าว ได้มีการทดลองหาทีละปัจจัยโดยการจำลองกระบวนการด้วยโปรแกรม Aspen plus แล้วหาช่วงที่ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด เพื่อนำช่วงดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินพลังงาน หลังจากที่หาสภาวะที่เหมาะภายในหอกลั่นสกัดได้แล้ว จะทำการประเมินพลังงานรวมทั้งหมดของหม้อต้มในกระบวนการกลั่นสกัด ซึ่งทำการประเมินพลังงานทั้งในหอกลั่นสกัด และหอกู้คืน โดยดูข้อมูลการใช้พลังงานได้ในโปรแกรม Aspen Plus V8.8 แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมที่สามารถกลั่นแยกเมทิลลัลออกจากเมทานอลได้ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99 โดยน้ำหนักด้วยวิธีการกลั่นสกัด และใช้พลังงานที่น้อยที่สุดด้วยฟังก์ชั่น Response Optimizer ในโปรแกรม Minitab (ศิริวรรณ และ อดุลวิทย์,2562)

ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab สามารถสร้างสมการถดถอย และได้ค่า R^2 เพื่อใช้ในการตัดสินความสอดคล้องของแบบจำลอง ทั้งในส่วนโครงสร้างหอกลั่นสกัดซึ่งพิจารณาเพียงความบริสุทธิ์ของเมทิลลัล และในส่วนปฏิบัติการหอกลั่นสกัดซึ่งพิจารณาทั้งความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลและพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของแบบจำลอง

เอนเทรเนอร์	โครงสร้างหอกลั่นสกัด (ความบริสุทธิ์)			
	สมการถดถอย	R^2	Adj.R^2	Pred.R^2
กลีเซอรอล	$Y_1 = 0.96332 + 0.014750X_1 - 0.012568X_2 - 0.002784X_3 - 0.001636X_1^2 - 0.001761X_2^2 - 0.000011X_3^2 + 0.003250X_1X_2 + 0.000000X_1X_3 + 0.000250X_2X_3$	99.96%	99.93%	99.69%
เตตระเอทิลีนไกลคอล	$Y_1 = 0.9442 + 0.0091X_1 - 0.00653X_2 - 0.00097X_3 - 0.00041X_1^2 - 0.000335X_2^2 - 0.000091X_3^2 + 0.000688X_1X_2 + 0.000042X_1X_3 + 0.000062X_2^3$	95.95%	92.31%	66.10%
โพรไพลีนไกลคอล	$Y_1 = 0.95334 + 0.007710X_1 + 0.001528X_2 - 0.001278X_3 - 0.000614X_1^2 - 0.000614X_2^2 - 0.000489X_3^2 + 0.000625X_1X_2 + 0.000375X_1X_3 + 0.000125X_2X_3$	99.33%	98.72%	94.74%
เอนเทรเนอร์	ปฏิบัติการหอกลั่นสกัด (ความบริสุทธิ์)			
	สมการถดถอย	R^2	Adj.R^2	Pred.R^2
กลีเซอรอล	$Y_2 = 1.00326 - 0.0000067X_4 - 0.00444X_5 - 0.00074X_6 + 0.000000X_4^2 + 0.001263X_5^2 - 0.001515X_6^2 - 0.000000X_4X_5 + 0.000033X_4X_6 + 0.002778\ X_5X_6$	97.09%	94.48%	75.95%
เตตระเอทิลีนไกลคอล	$Y_2 = 0.99534 - 0.000043X_4 + 0.00345X_5 + 0.00432X_6 - 0.000000X_4^2 - 0.001263\ X_5^2 - 0.002841X_6^2 - 0.000000X_4X_5 + 0.000050X_4X_6 + 0.00000X_5X_6$	91.52%	83.88%	29.77%
โพรไพลีนไกลคอล	$Y_2 = 0.99281 - 0.000003X_4 + 0.00675X_5 + 0.00646X_6 + 0.000000X_4^2 - 0.002000X_5^2 - 0.002778X_6^2 + 0.00020X_4X^5 + 0.000017X_4X^6 - 0.001667X_5X^6$	94.96%	90.42%	60.72%
เอนเทรเนอร์	ปฏิบัติการหอกลั่นสกัด (พลังงาน)			
	สมการถดถอย	R^2	Adj.R^2	Pred.R^2
กลีเซอรอล	$Y_3 = 34648 + 22.15X_4 + 29222X_5 + 35047X_6 - 0.1475X_4^2 + 0.6333X_5^2 - 92X_6^2 - 244.75X_4X_5 + 0.07X_4X_6 + 9X_5X_6$	100%	100%	99.99%
เตตระเอทิลีนไกลคอล	$Y_3 = 36065 + 27.93X_4 + 24834X_5 + 34541X_6 - 0.1483X_4^2 + 4686.2X_5^2 + 297X_6^2 - 204.10X_4X_5 - 5.48X_4X_6 - 199X_5X_6$	100%	100%	99.99%
โพรไพลีนไกลคอล	$Y_3 = 35587 + 34.9X_4 - 29047X_5 + 34877X_6 - 0.2245X_4^2 + 0.8752X_5^2 + 31X_6^2 - 263.20X_4X_5 - 1.16X_4X_6 - 47X_5X_6$	99.99%	99.99%	99.95%

จากตารางที่ 2 การประเมินความใกล้เคียงระหว่างผลจากการทดลองกับสมการทำนายความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น จากผลการวิเคราะห์ R^2 $R^2_{adjusted}$ และ $R^2_{predicted}$ จะเห็นได้ว่าค่า R^2 และ $R^2_{adjusted}$ ของเอนเทรเนอร์ทุกชนิดในทุกส่วนของกระบวนการมีค่าเข้าใกล้ 1 มากทำให้สมการทำนายที่ได้มีความน่าเชื่อถือ ในขณะที่ $R^2_{predicted}$ ของเตตระเอทิลีนไกลคอลมีค่าเข้าใกล้ 1 น้อยที่สุดเนื่องจากปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์มีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลน้อย ดังนั้นสมการถดถอยของเรานั้นสมรูปกับข้อมูลแต่มีไม่มีความสามารถในการทำนายค่าตอบสนองของข้อมูลค่าใหม่

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละปัจจัยหลักที่มีผลต่อความบริสุทธ์ของเมทิลลัลและพลังงานรวมของกระบวนการที่ได้จากการทดลอง ด้วยการเปรียบเทียบค่า P-value กับระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลแสดงดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของโครงสร้างหอกลั่นสกัด

	โครงสร้างหอกลั่นสกัด (ความบริสุทธิ์)					
	กลีเซอรอล		เตตระเอทิลีนไกลคอล		โพไพรลีนไกลคอล	
Source	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value
Model	2,945.32	0.000	26.35	0.000	163.94	0.000
Linear	6,592.14	0.000	46.07	0.000	299.35	0.000
X_1	11,345.71	0.000	119.12	0.000	724.03	0.000
X_2	8,045.71	0.000	18.49	0.002	41.04	0.000
X_3	385.00	0.000	0.60	0.458	132.99	0.000
Square	1,353.33	0.000	24.14	0.000	154.17	0.000
X_1^2	2,115.92	0.000	67.51	0.000	248.70	0.000
X_2^2	2,451.53	0.000	8.79	0.014	248.70	0.000
X_3^2	0.10	0.756	0.04	0.845	157.70	0.000
Interaction	890.48	0.000	8.84	0.004	38.31	0.000
X_1*x_2	2,655.71	0.000	26.47	0.000	82.09	0.000
X_1*x_3	0.00	1.000	0.02	0.879	29.55	0.000
X_2*X_3	15.71	0.003	0.02	0.879	3.28	0.100

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปฏิบัติการหอกลั่นสกัด

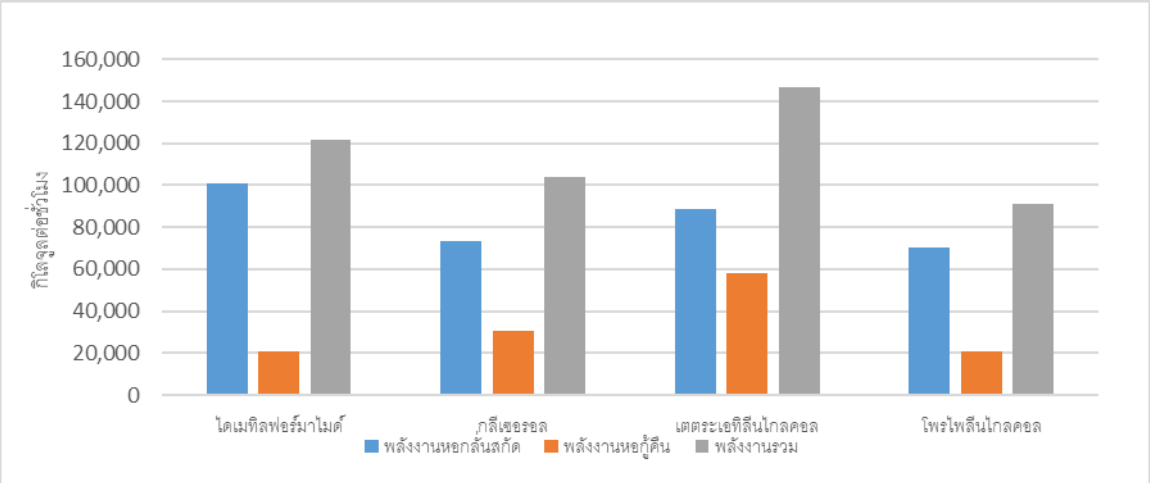
	ปฏิบัติการหอกลั่นสกัด (ความบริสุทธิ์)						ปฏิบัติการหอกลั่นสกัด (พลังงาน)					
	กลีเซอรอล		เตตระเอทิลีนไกลคอล		โพไพรลีนไกลคอล		กลีเซอรอล		เตตระเอทิลีนไกลคอล		โพไพรลีนไกลคอล	
Source	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value
Model	37.13	0.000	11.98	0.000	20.93	0.000	166,927.67	0.000	171,294.95	0.000	17,343.58	0.000
Linear	86.43	0.000	23.57	0.000	39.33	0.000	496,008.97	0.000	507,681.74	0.000	51,424.83	0.000
X_4	31.43	0.000	31.43	0.000	2.00	0.188	270,473.41	0.000	465,300.54	0.000	22,715.67	0.000
X_5	31.43	0.000	7.86	0.019	18.00	0.002	441,168.26	0.000	467,601.35	0.000	29,353.92	0.000
X_6	196.43	0.000	31.43	0.000	98.00	0.000	776,385.24	0.000	590,143.34	0.000	102,144.89	0.000
Square	14.48	0.001	7.14	0.008	19.47	0.000	1,418.63	0.000	1,389.6	0.000	183.45	0.000
X_4^2	10.20	0.010	10.20	0.010	0.00	0.000	94.59	0.000	116.43	0.000	28.98	0.000
X_5^2	10.20	0.010	10.20	0.010	12.57	0.000	3,616.66	0.000	3,444.00	0.000	440.43	0.000
X_6^2	14.69	0.003	10.20	0.010	50.29	0.000	0.76	0.403	2.73	0.130	0.01	0.917
Interaction	10.48	0.002	5.24	0.020	4.00	0.041	3,355.43	0.000	4,813.43	0.000	422.45	0.000
X_4*x_5	0.00	1.000	0.00	1.000	4.00	0.073	10,066.28	0.000	14,434.80	0.000	1,267.32	0.000
X_4*x_6	15.71	0.003	15.71	0.003	4.00	0.073	0.00	0.963	4.62	0.057	0.04	0.854
X_5*X_6	15.71	0.003	0.00	1.000	4.00	0.073	0.00	0.963	0.87	0.372	0.04	0.940

จากตารางที่ 3 และ 4 ค่า P-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถยอมรับได้ว่าตัวแปรในแบบจำลองที่ได้นำมาวิเคราะห์นั้นได้มีนัยสำคัญต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลและพลังงานรวมของกระบวนการ และหากตัวแปรใดมีค่า P-value มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือไม่สามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรนั้นมีนัยสำคัญต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลและพลังงานรวมของกระบวนการ โดยในแบบจำลองจะพิจารณาทั้งทางเดียว ทั้งในรูปยกกำลังสองและนำมาปฏิสัมพันธ์กันของตัวแปร

ตารางที่ 5 สภาวะที่เหมาะสมและการประเมินพลังงานรวมของเอนเทรเนอร์

	ไดเมทิลฟอร์มาไมด์	กลีเซอรอล	เตตระเอทิลีนไกลคอล	โพรไพลีนไกลคอล
	หอกลั่นสกัด			
จำนวนชั้นของหอกลั่นสกัด	18	12	16	10
ชั้นที่ป้อนสารผสมอะซิโอโทรป	12	7	7	7
ชั้นที่ป้อนสารเอนเทรเนอร์	4	5	3	5
อุณหภูมิของเอนเทรเนอร์ (องศาเซลเซียส)	25	121	25	125
อัตราส่วนเอนเทรเนอร์ต่อสารผสมอะซิโอโทรป	1	0.5	0.993	0.5732
อัตราการป้อนกลับเชิงมวล	1.1	0.9788	0.8	0.9545
อุณหภูมิยอดหอกลั่นสกัด (องศาเซลเซียส)	41.92	41.9955	41.996	41.9943
อุณหภูมิก้นหอกลั่นสกัด (องศาเซลเซียส)	127.33	113.472	124.327	107.944
เศษส่วนมวลของเมทิลัล	0.999	0.999	0.999	0.999
พลังงานหม้อต้ม (กิโลจูลต่อชั่วโมง)	101,016	73,284.9	88,480.3	70,238.8
	หอกู้คืน			
จำนวนชั้นของหอกู้คืน	10	5	5	5
ชั้นที่ป้อนสารผสม	5	3	3	3
อัตราการป้อนกลับเชิงมวล	1.9	0.2	0.2	1
เศษส่วนมวลของเมทานอลที่ยอดหอกู้คืน	0.973	0.956	0.883	0.401
เศษส่วนมวลของเอนเทรเนอร์ที่ก้นหอกู้คืน	0.999	1	1	0.999
พลังงานหม้อต้ม (กิโลจูลต่อชั่วโมง)	20,736	30,507.6	58,113.7	21,089.3
	พลังงานรวม			
พลังงานหม้อต้มรวม (กิโลจูลต่อชั่วโมง)	121,752	103,792.5	146,594	91,328.1

จากตารางที่ 5 เมื่อนำจำนวนชั้นของหอกลั่นสกัดที่ใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำมาวิเคราะห์ พบว่า โพรไพลีนไกลคอล ใช้จำนวนชั้นหอกลั่นสกัดน้อยสุด (10 ชั้น) รองลงมาเป็นกลีเซอรอล (12 ชั้น) และเตตระเอทิลีนไกลคอล (16 ชั้น) ตามลำดับ ส่วนจำนวนชั้นของของหอกู้คืนพบว่าทั้งโพรไพลีนไกลคอล กลีเซอรอล และเตตระเอทิลีนไกลคอล ใช้จำนวนชั้นของหอกู้คืนเท่ากัน (5ชั้น)



รูปที่ 3 การใช้พลังงานในกระบวนการกลั่นสกัดของแต่ละเอนเทรเนอร์

ในรูปภาพที่ 3 เมื่อนำพลังงานในกระบวนการกลั่นสกัดจากตารางที่ 5 มาทำการเปรียบเทียบพบว่าพลังงานในหอกลั่นสกัด โพรไพลีนไกลคอลใช้พลังงาน 70,238.8 กิโลจูลต่อชั่วโมง กลีเซอรอลใช้พลังงาน 73,284.9 กิโลจูลต่อ

ชั่วโมงและเตตระเอทิลีนไกลคอลใช้พลังงาน 88,480.3 กิโลจูลต่อชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนการใช้พลังงานในหอกู้คืนพบว่าโพรไพลีนไกลคอลใช้พลังงาน 21,089.3 กิโลจูลต่อชั่วโมง กลีเซอรอลใช้พลังงาน 30,507.6 กิโลจูลต่อชั่วโมง และเตตระเอทิลีนไกลคอลใช้พลังงาน 58,113.7 กิโลจูลต่อชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในหอกลั่นสกัดที่ใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ ทั้ง 3 ชนิด มีจำนวนชั้นของหอกลั่นสกัดและพลังงานในหอกลั่นสกัดน้อยกว่าการใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ ในขณะที่ในหอกู้คืนการใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำทั้ง 3 ชนิด ใช้จำนวนชั้นหอกู้คืนน้อยกว่าไดเมทิลฟอร์มาไมด์ แต่มีการใช้พลังงานในหอกู้คืนมากกว่า โดยเฉพาะเตตระเอทิลีนไกลคอลใช้พลังงานในหอกู้คืนสูงที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาพลังงานรวมของกระบวนการทั้งหมด พบว่าเอนเทรเนอร์ที่ใช้พลังงานน้อยสุด คือโพรไพลีนไกลคอล รองลงมาเป็นกลีเซอรอล ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ และเตตระเอทิลีนไกลคอล โดยมีค่าพลังงานรวมทั้งหมด คือ 91,328.1 103,792.5 121,752 และ 146,594 กิโลจูลต่อชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าโพรไพลีนไกลคอลยังคงใช้พลังงานน้อยที่สุด ในขณะที่กลีเซอรอลและเตตระเอทิลีนไกลคอลในหอกลั่นสกัดใช้ พลังงานน้อยแต่ในหอกู้คืนจำเป็นต้องใช้พลังงานที่สูงเพื่อแยกกลีเซอรอลและเตตระเอทิลีนไกลคอลออกจากเมทานอล เนื่องจากสารทั้งสองมีจุดเดือดสูงกว่าเมทานอลมาก ส่งผลให้สารละลายในหอกู้คืนมีจุดเดือดเพิ่มมากขึ้นจึงต้องใช้พลังงานในการกลั่นมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมททิลลัล-เมทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลตามต้องการ (ร้อยละ 99.9) โดยใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ ได้แก่ กลีเซอรอล เตตระเอทิลีนไกลคอล และ โพรไพลีนไกลคอล และประเมินพลังงานที่ใช้ในกระบวนการกลั่นสกัด เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์เป็นเอนเทรเนอร์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอลด้วยวิธีการกลั่นสกัด โดยใช้หลักการออกแบบการทดลองแบบประสมกลาง ในส่วนโครงสร้างหอกลั่นสกัด ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คือ จำนวนชั้นของหอกลั่นสกัด ชั้นที่ป้อนเอนเทรเนอร์ และชั้นที่ป้อนสารผสมอะซิโอโทรปมีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลลัล ในส่วนปฏิบัติการหอกลั่นสกัดปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของเอนเทรเนอร์ อัตราส่วนเอนเทรเนอร์ต่อสารผสมอะซิโอโทรป และอัตราการป้อนกลับเชิงมวล มีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลลัลและพลังงานที่ใช้ในกระบวนการกลั่นสกัด สำหรับกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอลโดยใช้เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำทั้ง 3 ชนิด พบว่า โพรไพลีนไกลคอลใช้พลังงานรวมในกระบวนการกลั่นสกัดน้อยที่สุด (91,328.1กิโลจูลต่อชั่วโมง) รองลงมาเป็น กลีเซอรอล และเตตระเอทิลีนไกลคอล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์เป็นเอนเทรเนอร์ พบว่ามีเพียงเตตระเอทิลีนไกลคอลที่ใช้พลังงานมากกว่าไดเมทิลฟอร์มาไมด์ เพราะเตตระเอทิลีนไกลคอลมีจุดเดือดสูงมากส่งผลให้สารผสมในหอกู้คืน (หอกลั่นที่ทำการกลั่นแยกเอนเทรเนอร์ออกจากสารผสมเพื่อนำเอนเทรเนอร์กลับไปใช้ในหอกลั่นสกัดใหม่อีกครั้ง) มีจุดเดือดสูง การแยกเตตระเอทิลีนไกลคอลออกจากเมทานอลในหอกู้คืนจึงใช้พลังงานมากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกลั่นสกัดเพื่อแยกสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล คือ โพรไพลีนไกลคอล และกลีเซอรอล

กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Aspen Plus และกองส่งเสริมการวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวร (R2562E023) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ศิริวรรณ แสงดาว และ อดุลวิทย์ วรรรณวงศ์กา, (2562). การประเมินพลังงานของกระบวนการแยกสำหรับสารผสมเมทิลลัล-เมทานอล โดยการกลั่นสกัดกับเอนเทรเนอร์ที่มีความเป็นพิษต่ำ. ปริญญานิพนธ์. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สาขาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก

สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์ และ เดโช ขุนนคร, (2551). เอทานอล:พลังงานทดแทนในวิถีพอเพียง.ปริญญานิพนธ์. วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ.

อาภาภรณ์ จันทร์ปิรักษ์ พัชราภรณ์ ดำนิล และ อมรรัตน์ หงษ์ผ้วย, (2561). ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟ (โรบัสต้า/อะราบิก้า) ด้วยเฮกแซน โดยใช้วิธีพื้นผิวตอ บสนอง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

IEnergyGuru, (2015). การกลั่น (DISTILLATION). สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2561, จาก https://ienergyguru.com.

Seinosuke Satoh & Yukio Tanigawa, (2002). PROCESS FOR PRODUCING METHYLAL. United States Patent.

Verschueren, K, (1983). Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. New York, Van Nostrand Reinhold Company.

Yichun Dong, Cheng Dai & Zhigang Lei, (2018). Extractive Distillation of Methylal-Methanol Mixture Using Ethylene Glycol as Entrainer.Science Direct, Fluid Phase Equilibria, 412(2018), 172-780. doi.org: 10.1016/j.fluid.2018.01.038.

Yichun Dong, Cheng Dai & Zhigang Lei, (2018). Extractive Distillation of Methylal-Methanol Mixture Using the Mixture of Dimethylformamind (DMF) And Ionic Liquid as Entrainers. Fuel, 216(Fuel 87 2008), 503-512. doi.org: 10.1016/j.fuel.2017.12.043.

การฝึกชกมวยที่บ้านเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวและการทรงตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง

จีราวรรณ เกิดสวัสดิ์มงคล[1,2] โอฬาร อิสริยะพันธุ์[1,2] น้อมจิตต์ นวลเนตร์[3,4,5]
และวรุณนภา ศรีโสภาพ[1,2*]

Two Weeks Home-based Boxing Program on Trunk Performance and Balance in Patients with Chronic Stroke

Jeerawan Kerdsawatmongkon[1,2], Nomjit Nualnetr[3,4,5], Olan isariyapan[1,2]
and Waroonnapa Srisoparb[1,2*]

[1]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]หน่วยวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[4]กลุ่มวิจัยโรคหลอดเลือดสมอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[5]ศูนย์วิจัยและเพื่อฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยแรงงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[1]Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok, 65000.
[2]Exercise and Rehabilitation Sciences Research Unit, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok, 65000.
[3]School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen, 40002
[4]Northeastern Stroke Reasearch Group, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen, 40002
[5]Research and Training Center for Enchancing Quality of Life of Working Age People, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen, 40002
*Corresponding author. E-mail: waroonnapas@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การสูญเสียการทรงตัวและประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว คือปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตในกิจวัตรประจำวันในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง แต่ยังไม่มีการศึกษาผลของโปรแกรมการชกมวย ต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวและการทรงตัว วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อประเมินผลของโปรแกรมการฝึกชกมวยที่บ้านเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวและการทรงตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองครั้งแรก ที่สามารถยืนได้โดยปราศจากเครื่องช่วยเป็นเวลา 10 นาที จำนวน 9 คนถูกคัดเข้าร่วมการศึกษา อาสาสมัครทั้งหมดได้รับโปรแกรมการชกมวยเป็นเวลา 60 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 2 สัปดาห์ การฝึกโปรแกรมทั้งหมดถูกฝึกโดยนักกายภาพบำบัด โปรแกรมประกอบด้วยการอบอุ่นร่างกาย การฝึกชกมวย การฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัวแบบดั้งเดิม และการผ่อนคลายร่างกาย แบบประเมิน Trunk Impairment Scale (TIS) ถูกใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว และ Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) ถูกใช้เพื่อประเมินการทรงตัว ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรก่อนและหลังการฝึกโดยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าคะแนน Mini-BESTest เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึกโปรแกรมการชกมวย (จาก 14 เป็น 17; p=0.01) แต่ไม่พบความแตกต่างของคะแนน TIS สรุปได้ว่าการฝึกชกมวยที่บ้านเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สามารถเพิ่มการทรงตัว แต่ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง

คำสำคัญ: โรคหลอดเลือดสมอง ประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว การทรงตัว ชกมวย

Abstract

Balance dysfunction and loss of trunk performance is essential problem that affect activities of daily living in stroke patients. However, an effect of the home-based boxing program on trunk performance and balance has not been investigated. The purpose of this study was to investigate the effect of 2 weeks home-based boxing program on trunk performance and balance in chronic stroke patients. Nine first stroke patients who were able to stand without assistive device for 10 minutes were recruited. All participants received 60-minute boxing program, 3 days a week for 2 weeks. All training programs were conducted by the physicaltherapist. The program included warm up, boxing training, conventional balance and trunk training program, and cool down. Trunk Impairment Scale (TIS) was used to assess trunk performance and Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) were used to evaluate balance. Wilcoxon Signed Ranks test was used to analyse different between pre- and post-training. The significance level was set at 0.05. The results showed that Mini-Best scores increased significantly after the boxing program (from 14 to 17; p=0.01) However, there was no significant changes of the TIS scores. In conclusion, the 2-week home-based boxing program only improve balance but not trunk performance in chronic stroke patients.

Keywords: stroke, trunk performance, balance, boxing

บทนำ

ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองกว่าร้อยละ 60 มีประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว อยู่ในระดับต่ำและปานกลาง (Jijimol, et al., 2013) ทั้งนี้ความมั่นคงของลำตัว เป็นองค์ประกอบสำคัญของการทรงตัว (Goldberg, et al., 2005) หากผู้ป่วยสูญเสียการทรงตัว จะส่งผลให้ผู้ป่วยถ่ายน้ำหนักไปยังขาข้างที่อ่อนแรงน้อยลง เกิดการแกว่งของร่างกายเพิ่มขึ้น (Hung, et al., 2014) ทำให้ผู้ป่วยใช้รยางค์ส่วนบนทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ลดลง (Massie, & Malcolm, 2012; Slijper, et al., 2002) และมีความสามารถในการเดินลดลง (Hsieh, et al., 2002; Verheyden, et al., 2006) ดังนั้นผู้ป่วยจึงควรได้รับโปรแกรมการฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวและการทรงตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาผลของการฟื้นฟูประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวและการทรงตัว ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรังที่ผ่านมา มีหลากหลายรูปแบบเช่น การออกกำลังกายกล้ามเนื้อหน้าท้องและอุ้งเชิงกราน (Haruyama, et al., 2017) การเอื้อมแขนกดปุ่ม (Jeon, et al., 2015) หรือเป็นการออกกำลังกาย ได้แก่ โยคะ (Thayabaranathan, et al., 2017) และไทชิ (Chen, et al., 2015) อย่างไรก็ตาม ท่าทางในการฝึกของการออกกำลังกายดังกล่าวมีจำนวนมาก และค่อนข้างซับซ้อน อาจส่งผลให้ผู้ป่วยปฏิบัติตามโปรแกรมด้วยตนเองได้ยาก และอาจส่งผลให้ไม่เกิดความต่อเนื่องในการฝึก

การฝึกชกมวยนั้นทำให้เกิดการถ่ายน้ำหนักของร่างกายในทิศทางต่าง ๆ ขณะเคลื่อนไหวแขน เช่นเดียวกับการฝึกการทรงตัวแบบดั้งเดิมในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Cerretti, et al., 1988; Tsaklis, et al., 2012) นอกจากนี้การเคลื่อนไหวของแขน ส่งผลให้มีการเกร็งของกล้ามเนื้อลำตัว เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Jeon, et al., 2015) ดังนั้นการฝึกชกมวยจึงอาจส่งผลต่อการทรงตัวและประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ ปัจจุบันมีการนำการฝึกชกมวยมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยทางระบบประสาทแพร่หลายมากขึ้น โดยเริ่มต้นจากการนำมาใช้ในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน (Combs, et al., 2013) ซึ่งพบว่าการฝึกชกมวยทำให้คุณภาพชีวิต ความเร็วในการเดินและการทรงตัวของผู้ป่วยเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการนำการฝึกชกมวยมาใช้ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองในคลินิก (Park, et al., 2017) ซึ่งพบว่าการฝึกชกมวยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีผลเพิ่มคุณภาพชีวิต ความสามารถในการเดิน และการทรงตัวของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ขึ้นไปจึงจะสามารถเพิ่มการทรงตัว (Lubetzky-Vilnai, & Kartin, 2010) และประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ (Lee, et al., 2017) โดยยังไม่มีการศึกษาที่ศึกษาผลของการฝึกชกมวยเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ต่อการทรงตัวและประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง รวมทั้งการศึกษาที่ผ่านมาเป็นการศึกษาในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเฉียบพลัน ที่เข้ารับการฟื้นฟูที่โรงพยาบาลเท่านั้น ยัง

ไม่มีการศึกษาในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง ซึ่งเป็นระยะที่ยังคงมีปัญหาการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และการทรงตัว (Verheyden, et al., 2006) และอาจเกิดการลดลงของการทรงตัวเมื่อไม่ได้รับการฝึกใด ๆ (Van Duijnhoven, et al., 2016) การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกชกมวยร่วมกับการฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัวที่บ้าน เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว และการทรงตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรังในชุมชน เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการฟื้นฟูผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมอง ด้วยการออกกำลังกายในชุมชนต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 500/61 เป็นการศึกษาแบบเชิงทดลอง (experimental study) เพื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการศึกษาในอาสาสมัครกลุ่มเดียว (one group pre-post test design) ที่ได้รับโปรแกรมการฝึกชกมวย ร่วมกับการฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัวที่บ้าน

ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง ในอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 คน คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรเปรียบเทียบก่อน และหลังการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดี่ยว (one-sample) (ปิติ สุทธิธรรม และพิเชียรสุนทร, 2554) กำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง เท่ากับ 0.05 (Jeon, et al., 2015) ค่านัยสำคัญทางสถิติแบบทดสอบ 2 ทิศทาง เท่ากับ 0.05 และค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.8 เกณฑ์คัดเข้าได้แก่ 1) ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองครั้งแรกมาเป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน 2) อายุระหว่าง 50-80 ปี 3) มีคะแนน Thai Mini-mental state examination (TMMSE) มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ตามระดับการศึกษา 4) ไม่มีโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินหายใจและหัวใจ ระบบประสาท ในระดับรุนแรง ที่เป็นอุปสรรคต่อการทดสอบและการฝึก 5) แพทย์ประเมินว่ามีสภาวะทางการแพทย์คงที่ 6) สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบนได้ โดยคะแนน Fugl-Meyer Motor Assessment Upper extremity (FMA-UE) มากกว่าหรือเท่ากับ 18 คะแนน (Penelope, et al., 2013) 7) ยืนทรงตัวได้เองโดยอิสระ โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยมากกว่า 10 นาที 8) อาสาสมัครหรือผู้ดูแลสามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ 9) ให้ความร่วมมือและยินดีเข้าร่วมการศึกษา เกณฑ์การคัดออก 1) มีประวัติการชัก 2) ใช้ยาที่มีผลต่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหว หรือดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ 3) มีการเกร็งตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อหุบข้อไหล่ งอข้อศอก หุบข้อสะโพก เหยียดเข่า และกระดกปลายเท้าลง (คะแนน Modified Ashworth scale มากกว่า 2) 4) มีอาการเอียงล้มไปด้านที่อ่อนแรง (contraversive pushing behaviour) 5) มีอาการอัมพาตทั้ง 2 ซีกของร่างกาย 6) มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่า 180 mmHg หรือมีความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมากกว่า 110 mmHg 7) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมากกว่า 120 ครั้งต่อนาที การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยคนที่ 1 ซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีใบประกอบวิชาชีพ ทำการจัดเตรียมสถานที่ ที่บ้านของอาสาสมัครและให้ความรู้แก่ผู้ดูแลหลักและอาสาสมัคร เพื่อป้องกันเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และเป็นผู้ฝึกชกมวยให้อาสาสมัคร โดยอาสาสมัครได้รับการฝึกในท่านั่งครั้งละ 60 นาที จำนวน 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ขณะฝึกมีการใช้เสียงกระตุ้นให้เคลื่อนไหว และช่วยเคลื่อนไหวแขนให้ในกรณีที่อาสาสมัครไม่สามารถยกแขนข้างอัมพาตได้สุดช่วงการเคลื่อนไหว การฝึกชกมวยแบ่งออกเป็น 6 เซต เซตละ 240 วินาที และพักระหว่างเซตเป็นระยะเวลา 120 วินาที หรือจนกว่าอาสาสมัครสามารถฝึกต่อได้ กำหนดความหนักของการฝึกอยู่ในระดับระดับปานกลาง (Modified Borg Scale น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3) (Norton, et al., 2010) เมื่ออาสาสมัครสามารถชกในท่าทางที่ถูกต้องและตรงเป้าหมาย ผู้ฝึกเพิ่มความยากโดยการเพิ่มจำนวนครั้ง และทิศทาง ในการฝึกเซตต่อไป อาสาสมัครได้รับการประเมิน ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง และประเมินทุกเซตใน 3 เซตแรก หากพบว่ามีค่าปกติ ประเมินห่างเป็นทุก 2 หรือ 3 เซต และบันทึกข้อมูลเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นทุกครั้งหลังการฝึก

การฝึก ประกอบด้วย 1) ช่วงอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดกล้ามเนื้อเป็นเวลา 10 นาที 2) ช่วงฝึกชกมวย 25 นาที โดยการชกหมัดแย็บ หมัดฮุค และหมัดอัปเปอร์คัต ตามลำดับ ทำหมัดละ 10 ครั้ง รวมทั้งหมด 30 ครั้ง/เซต แล้วให้อาสาสมัครพัก 2 นาที 3) ฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัว 15 นาที ประกอบด้วยท่างอ เหยียด หมุน และเอียงลำตัว ท่าละ 6 ครั้ง การเอื้อมมือแตะสิ่งของ 12 ครั้ง รวมทั้งหมด 30 ครั้ง/เซต แล้วให้อาสาสมัครพัก 2 นาที 4) ช่วงผ่อนคลายร่างกายด้วยการยืดกล้ามเนื้อ 10 นาที

ตัวแปรในการศึกษา ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว โดยแบบประเมิน TIS (Verheyden, et al., 2007) ค่าคะแนนมีตั้งแต่ 0-23 คะแนน ประกอบด้วย 17 หัวข้อย่อย ซึ่งจัดเป็น 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ การทรงตัวขณะอยู่นิ่งในท่านั่ง (3 ข้อ) การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในท่านั่ง (10 ข้อ) และการประสานสัมพันธ์ (4 ข้อ) คะแนนยิ่งสูงแสดงถึงมีประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวดี และประเมินการทรงตัว โดยแบบประเมิน Mini-BESTest (Franchignoni, et al., 2010) มีค่าคะแนนมีตั้งแต่ 0-28 คะแนนประกอบด้วย 14 หัวข้อย่อย ซึ่งจัดเป็น 4 หัวข้อหลักได้แก่ การควบคุมการทรงตัวแบบคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า (3 ข้อ) การควบคุมการทรงตัวแบบคาดไม่ถึง (3 ข้อ) ระบบประสาทรับความรู้สึก (3 ข้อ) และ การเดิน (5 ข้อ) คะแนนยิ่งสูงแสดงถึงมีการทรงตัวดี ทุกการประเมินประเมินโดยผู้วิจัยคนที่ 2 ซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดวิชาชีพและผ่านการทดสอบมีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน และความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (ICC >0.90)

ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 19 ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test และเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว และการทรงตัว ก่อนและหลังการศึกษา โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed-ranks test เนื่องจากการกระจายข้อมูลไม่เป็นการแจกแจงแบบโค้งปกติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการตรวจรักษาและ/หรือได้รับการขึ้นทะเบียนที่โรงพยาบาลบางระกำ มีจำนวน 79 คน ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า จำนวน 9 คน โดยไม่พบอาสาสมัครสูญหายตลอดระยะเวลาการฝึก

ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร ได้แก่ เพศ แขนข้างที่อ่อนแรง พยาธิสภาพ อายุ และระยะเวลาที่เป็นโรค แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร

คุณลักษณะ	อาสาสมัคร (n=9)
เพศ [จำนวนคน (ร้อยละ)]	
หญิง	5 (55.6)
ชาย	4 (44.4)
แขนข้างที่อ่อนแรง [จำนวน(ร้อยละ)]	
ซ้าย	4 (50)
ขวา	5 (50)
พยาธิสภาพ [จำนวน(ร้อยละ)]	
สมองขาดเลือด (ischemic stroke)	7 (77.8)
เลือดออกในสมอง (hemorrhagic stroke)	2 (22.2)
อายุ (ปี)	
อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	66.44 (6.52)
อายุมากที่สุด/น้อยที่สุด	80/60
ระยะเวลาที่เป็นโรค (เดือน) [ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์)]	24.00 (12.50, 42.00)

เมื่อสิ้นสุดการฝึกพบว่า คะแนนรวม TIS ของอาสาสมัครก่อนและหลังการฝึกโปรแกรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.06) แต่คะแนนรวม Mini-BESTest เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว ประเมินโดย TIS และการทรงตัว ประเมินโดย Mini-BESTest

ตัวแปร	อาสาสมัคร (n=9)		*P*-value*
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 2 สัปดาห์	
คะแนน TIS [ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์)]			
คะแนนรวม (0-23 คะแนน)	13.0 (11.0, 15.5)	15.0 (13.0, 17.0)	0.06
การทรงตัวขณะอยู่นิ่งในท่านั่ง (0-7 คะแนน)	7.0 (5.5, 7.0)	6.0 (5.5, 7.0)	1.00
การทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในท่านั่ง (0-10 คะแนน)	6.0 (3.0, 6.0)	6.0 (4.0, 8.5)	0.12
การประสานสัมพันธ์ (0-6 คะแนน)	2.0 (1.0, 3.0)	2.0 (1.5, 4.0)	0.18
คะแนน Mini-BESTest [ค่ามัธยฐาน (พิสัยควอไทล์)]			
คะแนนรวม (0-28 คะแนน)	14.0 (5.0, 16.5)	17.0 (10.5, 20.5)	0.01*
การควบคุมการทรงตัวแบบคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า (0-6 คะแนน)	3.0 (1.0, 4.0)	4.0 (2.0, 5.0)	0.01*
การควบคุมการทรงตัวแบบคาดไม่ถึง (0-6 คะแนน)	1.0 (0.0, 2.5)	2.0 (0.0, 4.0)	0.13
ระบบประสาทรับความรู้สึก (0-6 คะแนน)	4.0 (1.5, 5.5)	6.0 (4.0, 6.0)	0.02*
การเดิน (0-10 คะแนน)	4.0 (2.0, 5.0)	5.0 (3.0, 6.5)	0.04*

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ เมื่อทดสอบโดยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks test

อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าการฝึกโปรแกรมการฝึกชกมวย ร่วมกับการฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัวที่บ้าน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลำตัวแต่สามารถเพิ่มการทรงตัวของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรังได้

ผลการศึกษาที่พบอาจเกิดจากระยะเวลาและความถี่ของการฝึก ไม่เพียงพอต่อการระดมการทำงานของหน่วยประสาทยนต์ (motor unit) เพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อลำตัวให้เกิดการปรับการทรงท่าของกล้ามเนื้อลำตัว (Van Criekinge, et al., 2019) ซึ่งเห็นได้จากการศึกษาก่อนหน้าของ Doo Ho Lee และคณะ (2017) ที่ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวแขนของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรังเป็นเวลา 30 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ต้องใช้ระยะเวลาการฝึกนานถึง 4 สัปดาห์ จึงพบการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว รวมถึงการฝึกชกมวยในครั้งนี้อาจมีความเร็วและความแรง (Horak, 1987) ของการชกมวยไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว เพื่อพยุงร่างกายให้มั่นคงต้านแรงโน้มถ่วง (antigravity) และในการฝึกนี้ พบว่าอาสาสมัครบางรายยังไม่สามารถเอื้อมแขนชกได้สุดช่วงการเคลื่อนไหวจนครบจำนวนการฝึกทุกครั้ง ดังนั้นช่วงการเคลื่อนไหวแขนของอาสาสมัครดังกล่าว อาจไม่มากพอที่จะเพิ่มการนำเข้าของสัญญาณการรับรู้ข้อต่อ (proprioception input) ของระบบประสาท โดยผู้ป่วยยังขาดการได้รับข้อมูลป้อนสะท้อนกลับของการเคลื่อนไหว ว่าสามารถทำได้ถูกต้อง เพียงพอหรือไม่ จึงอาจทำให้ยังไม่เกิดการปรับแต่งการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว ยังไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ (Jung, et al., 2014)

แม้ว่าการฝึกโปรแกรมการฝึกชกมวย ร่วมกับการฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัว เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว แต่พบว่าโปรแกรมการฝึกนี้ทำให้การทรงตัวเพิ่มขึ้นได้ทันทีหลังสิ้นสุดการฝึก ทั้งนี้อาจเนื่องจากการชกมวยเป็นการเคลื่อนไหวแขนทั้ง 2 ข้างสลับกันด้วยความแรง และเร็วเกิดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (center of mass) ทำให้ร่างกายมีการปรับการทรงท่า เกิดการประสานสัมพันธ์ของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และระบบประสาทร่วมกันเพื่อควบคุมจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายให้มีความมั่นคง (Yoshida, et al., 2008) นอกจากนี้ท่าที่ใช้ในการฝึกชกมวยได้แก่ หมัดแย็บ หมัดฮุค และหมัดอปเปอร์คัต มีการเหวี่ยงแขนไปด้านหลังทำให้กล้ามเนื้อลำตัวทางด้านหน้าทำงานเพิ่มขึ้น (Aruin, & Latash, 1995) และเกิดการเคลื่อนไหวของศีรษะทั้ง 3 ระนาบกระตุ้นการรับความรู้สึกของระบบ vestibular system อาสาสมัครจึงเพิ่มการทรงตัวได้เร็วขึ้น (Gillen, 2016) การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าในการฝึกการชกมวยเป็นเวลากว่า 6 สัปดาห์ จึงเพิ่มการทรงตัวของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองได้ (Park, et al., 2017) อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ได้แสดง

ให้เห็นว่าการฝึกการทรงตัวในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองทั้งระยะเฉียบพลัน หรือเรื้อรัง ที่มีความรุนแรงของโรคระดับปานกลางถึงรุนแรง จำนวน 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาตั้งแต่ 4 สัปดาห์ ขึ้นไปสามารถเพิ่มการทรงตัวของผู้ป่วยได้ (Lubetzky-Vilnai, & Kartin, 2010) ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกเป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลาเพียง 2 สัปดาห์ สามารถเพิ่มการทรงตัวของผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรังได้เช่นกัน โดยการฝึกที่มีความถี่มากกว่าการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเป็นการฝึกที่หนักมากเกินไป จนทำให้เกิดอัตราการออกจากการฝึก (attrition rate) ในระดับสูง (Allison, & Dennett, 2007; English, et al., 2007) ทั้งนี้ไม่พบอัตราการออกจากการฝึกจากการศึกษาครั้งนี้ และยังไม่พบเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายแรงระหว่างการฝึกเช่น การหกล้มหรือหมดสติ (Goodrich, et al., 2007; Ostwald, et al., 2013) จากการสอบถามอาสาสมัคร พบว่าอาสาสมัครมีความสนใจ และรู้สึกสนุกต่อการฝึกชกมวย จึงถือว่าโปรแกรมการฝึกนี้ เป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองได้ ซึ่งการพัฒนาการทรงตัวได้อย่างรวดเร็ว จะส่งผลทำให้ผู้ป่วยสามารถเพิ่มความยากได้การฝึก (progression) ได้เร็ว และอาจส่งผลต่อผลการฟื้นฟูอย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าต่อไป แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของคะแนนการทรงตัวในอาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าคะแนนน้อยกว่า ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นที่น้อยที่สุดที่สามารถแสดงนัยสำคัญทางคลินิก (Minimal clinically important difference; MCID) ของแบบประเมิน Mini-BESTest ที่มีค่าเท่ากับ 4 คะแนน (Godi, et al., 2013) แต่คะแนนที่เพิ่มขึ้นในการศึกษาครั้งนี้สูงถึง 3 คะแนน ซึ่งใกล้เคียงกับ MCID ดังนั้นหากเพิ่มระยะเวลาในการฝึก อาจส่งผลให้อาสาสมัครมีคะแนน Mini-BESTest สูงขึ้นมากกว่า 4 คะแนนได้ จึงควรให้ผู้ป่วยเพิ่มระยะเวลาในการฝึก การศึกษาครั้งนี้ศึกษาในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง ที่เกิดโรคหลอดเลือดสมองมาแล้วมากกว่า 6 เดือน ดังนั้นผลการศึกษาที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากผลของการฟื้นฟู มากกว่าการการฟื้นตัวได้เอง (spontaneous recovery) ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะ 6 เดือนแรกหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (Kwakkel, et al., 2006) อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีกลุ่มควบคุม เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการฝึกที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมการฝึกชกมวยอย่างแท้จริง จึงควรเพิ่มกลุ่มควบคุมในการศึกษา เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองที่สามารถยืนเองได้ และมีทักษะในการใช้แขนข้างอัมพาตระดับปานกลางขึ้นไป ดังนั้นผลการศึกษาอาจไม่สามารถนำไปอนุมานกับประชากรโรคหลอดเลือดสมอง ที่มีสมรรถภาพกายต่ำกว่าในการศึกษาครั้งนี้

สรุปผลการศึกษา

โปรแกรมการฝึกชกมวย ร่วมกับการฝึกการทรงตัวและการควบคุมการทำงานของลำตัวที่บ้านเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพิ่มการทรงตัวแต่ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลำตัว ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกจากโรคหลอดเลือดสมองระยะเรื้อรัง

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมสนับสนุนการวิจัย แผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม: ประเภทนักวิจัยรุ่นใหม่ (ลูกไก่) ประจำปี 2562 และทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา คณะสหเวชศาสตร์ ปีงบประมาณ 2562 นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อาสาสมัครและบุคลากรทางการแพทย์โรงพยาบาลบางระกำที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

พรรณี ปิติสุทธิธรรม และชยันต์ พิเชียรสุนทร. (2554). ตำราการวิจัยทางคลินิก = Textbook of clinical research. กรุงเทพฯ: คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล.

Allison, R., & Dennett, R. (2007). Pilot randomized controlled trial to assess the impact of additional supported standing practice on functional ability post stroke. *Clinical Rehabilitation*, 21(7), 614-619.

Aruin, A. S., & Latash, M. L. (1995). Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. *Experimental Brain Research*, 103(2), 323-332.

Chen, B. L., Guo, J. B., Liu, M. S., Li, X., Zou, J., Chen, X., et al. (2015). Effect of Traditional Chinese Exercise on Gait and Balance for Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*, 10(8), e0135932.

Massie, C. L., & Malcolm, M. P. (2012). Instructions emphasizing speed improves hemiparetic arm kinematics during reaching in stroke. *NeuroRehabilitation*, 30(4), 341-350.

Cerretti, D. P., Mattheakis, L. C., Kearney, K. R., Vu, L., & Nomura, M. (1988). Translational regulation of the spc operon in Escherichia coli. Identification and structural analysis of the target site for S8 repressor protein. *Journal of molecular biology*, 204(2), 309-329.

Combs, S. A., Diehl, M. D., Chrzastowski, C., Didrick, N., McCoin, B., Mox, N., et al. (2013). Community-based group exercise for persons with Parkinson disease: a randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*, 32(1), 117-124.

English, C. K., Hillier, S. L., Stiller, K. R., & Warden-Flood, A. (2007). Circuit class therapy versus individual physiotherapy sessions during inpatient stroke rehabilitation: a controlled trial. *Archives of Physical Medicine and* Rehabilitation, 88(8), 955-963.

Franchignoni, F., Horak, F., Godi, M., Nardone, A., & Giordano, A. (2010). Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(4), 323-331.

Fujino, Y., Amimoto, K., Fukata, K., Ishihara, S., Makita, S., & Takahashi, H. (2016). Does training sitting balance on a platform tilted 10 degrees to the weak side improve trunk control in the acute phase after stroke? A randomized, controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 23(1), 43-49

Gillen, G. (2016). Stroke rehabilitation: a function-based approach: St. Louis, Missouri: Elsevier, c2016. 4th ed.

Godi, M., Franchignoni, F., Caligari, M., Giordano, A., Turcato, A. M., & Nardone, A. (2013). Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Physical Therapy*, 93(2), 158-167.

Goldberg, A., Hernandez, M. E., & Alexander, N. B. (2005). Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. The journals of gerontology. Series A, *Biological sciences and medical sciences*, 60(10), 1310-1314.

Goodrich, D. E., Larkin, A. R., Lowery, J. C., Holleman, R. G., & Richardson, C. R. (2007). Adverse events among high-risk participants in a home-based walking study: a descriptive study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 20-20.

Haruyama, K., Kawakami, M., & Otsuka, T. (2017). Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(3), 240-249.

Horak, F. B., Esselman, P., Anderson, M. E., & Lynch, M. K. (1987). The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 47(9), 1020-1028.

Hsieh, C. L., Sheu, C. F., Hsueh, I. P., & Wang, C. H. (2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, 33(11), 2626-2630.

Hung, J. W., Chou, C. X., Hsieh, Y. W., Wu, W. C., Yu, M. Y., Chen, P. C., et al. (2014). Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight-shift therapy in patients with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(9), 1629-1637.

Jeon, S. H., Lee, S. M., & Kim, J. H. (2015). Therapeutic effects of reaching with forward bending of trunk on postural stability, dynamic balance, and gait in individuals with chronic hemiparetic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(8), 2447-2451.

Jijimol, G., Fayaz, R. K., & Vijesh, P. V. (2013). Correlation of trunk impairment with balance in patients with chronic stroke. *NeuroRehabilitation*, 32(2), 323-325.

Jung, K., Kim, Y., Chung, Y., & Hwang, S. (2014). Weight-shift training improves trunk control, proprioception, and balance in patients with chronic hemiparetic stroke. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 232(3), 195-199.

Kwakkel, G., Kollen, B., & Twisk, J. (2006). impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke*, 37(9), 2348-53.

Lee, D. H., Park, S. H., & Han, J. W. (2017). Effect of bilateral upper extremity exercise on trunk performance in patients with stroke. *Journal of physical therapy science*, 29(4), 625-628.

Lubetzky-Vilnai, A., & Kartin, D. (2010). The effect of balance training on balance performance in individuals poststroke: a systematic review. *Journal of neurologic physical therapy*, 34(3), 127-137.

Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 496-502.

Ostwald, S. K., Godwin, K. M., Ye, F., & Cron, S. G. (2013). Serious adverse events experienced by survivors of stroke in the first year following discharge from inpatient rehabilitation. *Rehabilitation nursing: the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses*, 38(5), 254-263.

Park, J., Gong, J., & Yim, J. (2017). Effects of a sitting boxing program on upper limb function, balance, gait, and quality of life in stroke patients. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 77-86.

Penelope, A. M., Angelica, G., Thomson-Butel, G., Christine, T., & Trinh, T. (2013). Wii-based Movement Therapy benefits stroke patients with low and very low movement ability. *Social Care and Neurodisability*, 4(3/4), 114-123.

Slijper, H., Latash, M. L., Rao, N., & Aruin, A. S. (2002). Task-specific modulation of anticipatory postural adjustments in individuals with hemiparesis. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(5), 642-655.

Thayabaranathan, T., Andrew, N. E., Immink, M. A., Hillier, S., Stevens, P., Stolwyk, R., et al. (2017). Determining the potential benefits of yoga in chronic stroke care: a systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 24(4), 279-287.

Tsaklis, P. V., Grooten, W. J., & Franzen, E. (2012). Effects of weight-shift training on balance control and weight distribution in chronic stroke: a pilot study. *Topics in stroke rehabilitation*, 19(1), 23-31.

Van Criekinge, T., Truijen, S., Verbruggen, C., Van de Venis, L., & Saeys, W. (2019). The effect of trunk training on muscle thickness and muscle activity: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 41(15), 1751-1759.

Van Criekinge, T., Truijen, S., Schroder, J., Maebe, Z., Blanckaert, K., Van der Waal, C., et al. (2019). The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 33(6), 992-1002.

Van Duijnhoven, H. J., Heeren, A., Peters, M. A., Veerbeek, J. M., Kwakkel, G., Geurts, A. C., et al. (2016). Effects of Exercise Therapy on Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*, 47(10), 2603-2610.

Verheyden, G., Nieuwboer, A., Van de Winckel, A., & De Weerdt, W. (2007). Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clinical rehabilitation*, 21(5), 387-394.

Verheyden, G., Vereeck, L., Truijen, S., Troch, M., Herregodts, I., Lafosse, C., et al. (2006). Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clinical rehabilitation*, 20(5), 451-458.

Yoshida, S., Nakazawa, K., Shimizu, E., & Shimoyama, I. (2008). Anticipatory postural adjustments modify the movement-related potentials of upper extremity voluntary movement. *Gait & posture*, 27(1), 97-102.

การพัฒนาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง

กรณ์ษิรสิทธิ์ สุขขี[1*] และพงค์เทพ สุธีรวุฒิ[2]

The Development of Physical Activity Prescription in Patients with Chronic non-communicable diseases At Sikao Hospital, Trang Province

Kornsirasith Sukkhi[1*] and Pongthep Sutherawut[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการระบบสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[2]สถาบันการจัดการระบบสุขภาพภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[1]Department of Health System Management, Facultyof Science and Technology, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90110
[2]Health System Management Institute, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90110
*Corresponding author. E-mail : Pheeraphat2532@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย และศึกษาขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง ผู้วิจัยคัดเลือกผู้ร่วมพัฒนาแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ประกอบด้วย แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด เภสัชกร นักวิชาการสาธารณสุข และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการประชุมกลุ่ม เครื่องมือการวิจัย คือ ผู้วิจัยและผู้ร่วมพัฒนา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปความคิดเห็น ระยะเวลาการศึกษาข้อมูลตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 ผลการศึกษาพบว่า ใบสั่งกิจกรรมทางกายควรประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ระดับกิจกรรมทางกายปัจจุบัน เหตุผลการได้รับใบสั่ง คำสั่งการเพิ่มกิจกรรมทางกาย และเป้าหมายการเพิ่มกิจกรรมทางกาย สำหรับการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายกับผู้ป่วยมีลำดับขั้นตอนดังนี้ 1) การคัดกรองผู้ป่วยโดยพยาบาล 2) ประเมินกิจกรรมทางกายโดยนักวิชาการสาธารณสุข 3) ตรวจและเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยแพทย์ 4) ให้คำแนะนำและคู่มือการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยนักกายภาพบำบัด 5) โทรศัพท์ติดตามโดยนักวิชาการสาธารณสุข 6) ประเมินผลการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยนักวิชาการสาธารณสุข ข้อเสนอแนะ การใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายให้ประสบความสำเร็จ ควรกำหนดการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายให้เป็นนโยบายของโรงพยาบาล ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เรื่องกิจกรรมทางกาย และฝึกฝนตามขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย กับแพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด และนักวิชาการสาธารณสุข นอกจากนี้ต้องให้คำแนะนำคู่มือที่เข้าใจง่าย และมีการติดตามเพื่อให้ผู้ป่วยมีความร่วมมือในการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย

คำสำคัญ: ใบสั่งกิจกรรมทางกาย

Abstract

This is research and development. The objective is study physical activity prescriptions and studies the procedure for using physical activity prescriptions in patients with chronic non-communicable diseases. Sikao Hospital, Trang Province.The researcher selects the participants by purposive sampling include Doctors, Nurses, Pharmacists, Public Health Technical Officer and Computer Technical Officer. Data collection by group meeting method. Research tools are researchers and contributors. Analyze data by summarizing opinions. The duration of the study from March to July 2019.The results are Physical activity orders should include: general information, current physical activity levels, reason for receiving the order, physical activity command and goal of increasing physical activity. And the procedure for using physical activity prescription: 1) screening patient by nurse 2) Assess physical activities by public health technical officer 3) inspect and write physical activity prescription by doctors 4) Give advice and manual to follow the physical activity prescription by physical therapists 5) calling follow up by the public health technical officer and 6) Evaluation compliance of physical activity prescription by public health technical officer

Suggestion: Success of using physical activity prescriptions are should determine using physical activity prescriptions is a hospital policy. Doctors, Nurses, Pharmacists and Public Health Technical should understand knowledge of physical activity and steps for using physical activity prescriptions. In addition, the manual and advice to follow the physical activity prescriptions must be easy to understand and follow up the compliance of the cooperation patients for physical activity prescriptions.

Keywords: Physical, Activity, Prescriptions

บทนำ

กิจกรรมทางกาย หมายถึง การออกแรงเคลื่อนไหวของร่างกาย ในลักษณะของการทำงาน การเดินทาง และกิจกรรมนันทนาการหรือการออกกำลังกาย มีระดับความหนัก เริ่มจากระดับเบา ระดับปานกลาง และระดับหนัก องค์การอนามัยโลกกำหนดให้การมีกิจกรรมทางกาย ความหนักระดับปานกลางหรือเทียบเท่า ระยะเวลา 150 นาทีต่อสัปดาห์ เป็นการมีกิจกรรมที่เพียงพอส่งผลดีต่อสุขภาพ สามารถลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคมะเร็ง โรคอ้วน โรคไขมัน โรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง แต่ปัจจุบันประชากรโลกวัยผู้ใหญ่ร้อยละ 23 และ วัยรุ่นมากกว่า ร้อยละ 80 มีผลการประเมินกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ (World Health Organization [WHO], 2018) ข้อมูลของประเทศไทยในช่วงปี 2555-2559 คนไทยมีกิจกรรมทางกายเพียงพอร้อยละ 66.3 68.16 68.3 71.7 และ 70.9 ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยของภาวะเนือยนิ่ง เช่น การนั่งเล่นโทรศัพท์ ในปี 2555-2558 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก 13.25 เป็น 13.54 ชั่วโมงต่อวัน ถึงแม้ผลการสำรวจการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอมีเพียงร้อยละ 25 ของประชากรทั้งหมด แต่มีผลต่อสุขภาพโดยตรงเนื่องจากเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหัวใจ โรคมะเร็งลำไส้ โรคมะเร็งเต้านม ร้อยละ 27 6 30 25 และ 21 ตามลำดับ ซึ่งโรคเหล่านี้อยู่ในกลุ่มโรคที่เรียกว่ากลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (กรมอนามัย, 2561)

โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases; NCDs) เป็นโรคมีที่สาเหตุเกิดจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตเป็นหลัก เช่น พฤติกรรมการบริโภคอาหาร พฤติกรรมการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ เมื่อเจ็บป่วยจะไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ อาการของโรคจะมีการพัฒนาความรุนแรง และภาวะแทรกซ้อนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเจ็บป่วย ส่งผลให้ประชากรโลกเสียชีวิตไปแล้ว 36 ล้านคน ประชากรของประเทศประเทศไทยมีผู้เสียชีวิต 0.3 ล้านคน ส่วนใหญ่เป็นการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรสูงถึงร้อยละ 75 นอกจากเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต โรคในกลุ่มนี้ยังส่งผลต่อภาระค่าใช้จ่ายทางด้านสุขภาพในปี 2556-2560 เพิ่มสูงขึ้นจาก 331,703 346,389 361,070 381,387.4 และ 393,631.6 ล้านบาทต่อปี ซึ่งเป็นภาระที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศสูงถึง 25.2 พันล้านบาทต่อปี จากการศึกษาสถานการณ์โรคไม่ติดต่อเรื้อรังในประเทศไทย พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยสูงถึง 14 ล้านคน โรคที่มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด คือ ความดันโลหิตสูง รองลงมา คือ โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดสมอง/หัวใจ และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวน 5,598,748 2,657,965 402,513 และ 164,562 มีอัตราป่วย 8,586.41 4,076.33 617.31 และ 252.38 ต่อแสนประชากรตามลำดับ (โปรแกรม HDC กระทรวงสาธารณสุข 12/11/61) โรคที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร ระหว่างปี 2555-2559 คือ โรคหลอดเลือดสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคเบาหวาน ภาวะความดันโลหิตสูง และโรคทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง มีอัตราการตาย 48.7 32.3 22.3 12.2 11.4 ต่อแสนประชากรตามลำดับและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (กรมควบคุมโรค, 2560) เช่นเดียวกับ โรงพยาบาลสิเกา อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มีจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมากที่สุด รองลงมาคือโรคเบาหวาน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และ โรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 3,402 1,521 502 และ 386 คน มีอัตราป่วย 8,783.66 3,927.09 1,296.12 และ 996.62 ต่อแสนประชากรตามลำดับ จากรายงานการใช้ยาของผู้ป่วยโรคดังกล่าวในปี 2560 มีมูลค่าสูงถึง 784,875 ซึ่งมาจากมูลค่ายาโรคความดันโลหิต 2,446,430 บาท โรคเบาหวาน 1,948,357 บาท และโรคไขมันในเลือดสูง 1,343,274 บาท การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยทำให้โรงพยาบาลสิเกามีมูลค่าการใช้ยาเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบ

ต่อภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อสถานการณ์โรคไม่ติดเรื้อรังของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญด้านสาธารณสุขและการพัฒนาประเทศ

การป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสามารถทำได้ด้วยการส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น ซึ่งในปี ค.ศ. 2018 องค์การอนามัยโลกได้จัดทำแผนปฏิบัติการกิจกรรมทางกาย เนื่องจากการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอมีประสิทธิภาพในการป้องกันและบำบัดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่นเดียวกับประเทศไทยได้จัดทำแผนแม่บทการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย พ.ศ. 2561-2573 เพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกายของประชาชนทุกกลุ่มวัย ส่งเสริมสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการมีกิจกรรมทางกาย และพัฒนาระบบสนับสนุนการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย เพื่อให้ประชาชนมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ระบุว่าเด็กปฐมวัยควรมีกิจกรรมทางกายที่หลากหลาย 180 นาทีต่อวัน เด็กและวัยรุ่น มีกิจกรรมทางกายระดับปานกลางถึงหนัก 60 นาทีต่อวัน และผู้ใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง 150 นาทีหรือระดับหนัก 75 นาทีต่อสัปดาห์ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาวิจัยบพว่าการส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น สามารถทำได้โดยการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย(Physical Activity Prescription) ที่กำหนดกิจกรรมทางกายที่มีความเหมาะกับบริบทการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วยเป็นลายลักษณ์อักษร (Sorensen, Kragstrup, Kjær, & Puggaard, 2007) และนอกจากนี้ผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายส่งผลให้การใช้ใบสั่งยาลดลง (Fernandez, Aragones, & Ley, 2018) และยังมีผลการศึกษาการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอ และเหมาะสมกับโรคประจำตัว ช่วยให้ระดับความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด และจำนวนยาที่ได้รับลดลง (Elley, Kerse, Arroll, & Robinson, 2003; Pescatello et al., 2003; Riebe et al., 2015) จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่าการพัฒนาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ให้มีความเหมาะสมกับบริบทพื้นที่และการดำเนินชีวิตของผู้ป่วย สามารถทำให้ผู้ป่วยมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น และเพียงพอตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ซึ่งจะเป็นวิธีการในการช่วยลดมูลค่าการใช้ยา ค่าใช้จ่ายทางด้านสุขภาพ และผลกระทบทางเศรษฐกิจของประเทศได้ (Grandes et al., 2009; Levigne et al., 2011; Petrella, Lattanzio, & Overend, 2007)

จากการทบทวนงานวิจัยและเอกสารการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พบว่าในประเทศไทยยังมีน้อย การศึกษาในต่างประเทศพบว่าลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับบริของพื้นที่ และการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามได้มีการนำหลักเกณฑ์ที่เรียกว่า FITT หรือ Frequency Intersity Time Type หมายถึง ความถี่ ระดับความหนัก ระยะเวลา และ ประเภทกิจกรรมทาง ซึ่งเป็นคำแนะนำพื้นฐานการออกกำลังกายของวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา มาประยุกต์ใช้ในการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย เช่นราชอาณาจักรเดนมาร์กใช้ใบสั่งที่มีชื่อว่า Exercise on Prescription ในการเพิ่มกิจกรรมทางกายให้กับผู้ป่วยที่มีระดับกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอ และแนวโน้มการเป็นโรคร้ายจากการใช้ชีวิต (Sorensen et al., 2007) ราชอาณาจักรสวีเดนใช้ใบสั่งที่มีชื่อว่า The Swedish PAP หรือ Physical activity on prescription ที่เน้นผู้ป่วยเป็นศูนย์กลาง (Kallings, 2016) เช่นเดียวกับประเทศแคนนาดาได้นำใบสั่งกิจกรรมทางกายมาใช้ในการควบคุมและป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Thornton et al., 2016) จากการศึกษาที่ผ่านมามีข้อจำกัดในการนำผลการวิจัยมาใช้ เนื่องจากความแตกต่างของใบสั่งกิจกรรมทางกาย ขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ความแตกต่างด้านบุคคล สังคม สิ่งแวดล้อม ระบบบริการสุขภาพ และนโยบายของประเทศ จึงควรทำการศึกษาลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ก่อนนำไปทดลองผลการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายต่อไป ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้สามารถนำผลการวิจัยไปเป็นข้อเสนอแนะสนับสนุนให้มีนโยบายการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในระบบบริการสุขภาพสำหรับการเพิ่มกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งจะช่วยให้ค่าใช้จ่ายทางด้านสุขภาพ ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจลดลง และคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขอบเขตของการศึกษาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังรัง เฉพาะลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้ป่วยและการให้บริการ ณ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง

กลุ่มตัวอย่าง หรือผู้ร่วมพัฒนา ผู้วิจัยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) คือเจ้าหน้าที่ให้บริการ ณ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (โรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง) โรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง จำนวน 11 คน ประกอบด้วย แพทย์ 3 คน พยาบาล 3 คน นักกายภาพบำบัด 1 คน เภสัชกร 1คน นักวิชาการสาธารณสุข 2 คน และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ 1 คน

เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ร่วมพัฒนา การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1) ขอความร่วมมือจากโรงพยาบาลสิเกาในการเก็บรวมรวมข้อมูลและขอเชิญบุคลากรเข้าร่วมการวิจัย โดยการส่งหนังสือที่ออกให้จากสถาบันการจัดการระบบสุขภาพ 2) กำหนดการประชุมกลุ่มและจัดส่งเอกสารประกอบการประชุม 3) จัดการประชุมกลุ่มเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 4) สรุปการและวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษานี้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการสรุปความคิดเห็น วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้ต่อไปนี้ ระยะที่ 1 ทบทวนเอกสารงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย (R1) ระยะที่ 2 ออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย (D1) และ ระยะที่ 3 ศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำใบสั่งกิจกรรมทางกายไปใช้ตามขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย (R2) มีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ทบทวนเอกสารงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย (R1) โดยผู้วิจัยศึกษาลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย ขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ผู้วิจัย เอกสารงานวิจัย และแบบวิเคราะห์เอกสาร ในขั้นตอนนี้ตัวผู้วิจัยเป็นผู้วิเคราะห์ สรุปผลการทบทวนเอกสารงานวิจัย โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย โดยทีมออก ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ประกอบด้วย ผู้วิจัย แพทย์ และพยาบาล ร่วมกันออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกายและขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย

ระยะที่ 3 ประชุมกลุ่มเพื่อยืนยันลักษณะใบสั่งกิจกรรมทางกายไป และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย (R2) โดยเจ้าหน้าที่บริการ ณ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง ผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 11 คน ประกอบด้วย แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด เภสัชกร นักวิชาการสาธารณสุข และนักวิชาการคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการทบทวนเอกสารงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการใช้ใบสั่งกิจกรรทางกายในระยะที่ 1 และ ผลการออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในระยะที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มพิจารณา แสดงความคิดเห็น ปรับปรุงแก้ไขลักษณะใบสั่งกิจกรรมทางกายและขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายให้เหมาะสมกับบริบทการให้บริการของคลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดหน้ารับผิดชอบการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายตามขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยสรุปผลการประชุม โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุมยืนยันความถูกต้องของการสรุปข้อมูลลักษณะใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ณ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง

ผลการศึกษา

1) การออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย โดยทีมออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย ประกอบด้วย ผู้วิจัย แพทย์ แพทย์ และพยาบาล ร่วมกันออกแบบใบสั่งกิจกรรมทางกาย พบว่าใบสั่งกิจกรรมทางกาย ควรประกอบด้วย

(1) ข้อมูลทั่วไป ที่ควรระบุ ต้องเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการพิจารณาของแพทย์ สำหรับการเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายให้กับผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว และ อาชีพ เนื่องจากจะช่วยให้แพทย์ใช้ระยะเวลาพิจารณาคำสั่งกิจกรรมทางกายน้อยลงและเหมาะสมกับผู้ป่วย

(2) ระดับกิจกรรมทางกายปัจจุบัน เพื่อให้ทราบระดับกิจกรรมทางกายของผู้ป่วยในปัจจุบันอยู่ในระดับเพียงพอตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกหรือไม่ และการเพิ่มกิจกรรมทางกายควรเพิ่มจากระดับความหนักของกิจกรรมปัจจุบันของผู้ป่วย คือ ระดับเบา ระดับปานกลาง ไปจนถึงระดับหนัก

(3) เหตุผลการได้รับใบสั่ง การเขียนเหตุผลการได้รับใบสั่งเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับทราบเหตุผลและลดการปฏิเสธการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายของผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วย มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ ช่วยควบคุมระดับความดันและระดับน้ำตาล

(4) คำสั่งการเพิ่มกิจกรรมทางกาย ควรเป็นคำสั่งที่เข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติได้จริงในชีวิตประจำวัน และผู้ป่วยจะต้องมีส่วนร่วมในการเลือกกิจกรรมทางกาย ซึ่งคำสั่งที่สำคัญต้องประกอบด้วยประเภทกิจกรรม ระยะเวลา ความถี่ และระดับความหนัก

(5) เป้าหมายการเพิ่มกิจกรรมทางกาย เพื่อเป็นเป้าหมายของการเพิ่มกิจกรรมทางกายและเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายของผู้ป่วยให้สอดคล้องกับคำแนะนำของการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก

2) การกำหนดขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พบว่ามีลำดับขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย และผู้ให้บริการ ดังนี้

(1) การคัดกรองผู้ป่วย โดยพยาบาล เพื่อคัดแยกผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนของโรคประจำตัว

(2) ประเมินกิจกรรมทางกายโดยนักวิชาการสาธารณสุข โดยใช้แบบสอบถามกิจกรรมทางกายระดับโลก (GPAQ)

(3) ตรวจและเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยแพทย์ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องให้ความสำคัญกับการออกคำสั่งที่หนักแน่น และเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายให้กับผู้ป่วย

(4) ให้คำแนะนำและคู่มือการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยนักกายภาพบำบัด ซึ่งจะต้องเป็นคำแนะนำที่เข้าใจง่ายและสามารถปฏิบัติได้ในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ป่วย

(5) โทรศัพท์ติดตามโดยนักวิชาการสาธารณสุข ซึ่งการโทรศัพท์ติดตามเป็นระยะเป็นการกระตุ้นให้ผู้ป่วยปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายอย่างสม่ำเ สมอ เนื่องจากระยะเวลาของการนัดหมายในแต่ละครั้งใช้ระยะเวลานาน

(6) ประเมินผลการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกายโดยนักวิชาการสาธารณสุข เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มกิจกรรมทางกายของผู้ป่วย และเป็นข้อมูลในการพิจารณาการเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายในครั้งต่อไป

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย พบว่าข้อมูลที่ควรเขียนบนใบสั่งกิจกรรมทางกาย ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ระดับกิจกรรมทางกายปัจจุบัน เหตุผลการได้รับใบสั่ง คำสั่งการเพิ่มกิจกรรมทางกาย และเป้าหมายการเพิ่มกิจกรรมทางกาย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับใบสั่งกิจกรรมทางกายจากการศึกษาของ ลีนา คอลลิงส์ (Kallings, 2016) ศึกษาลักษณะการเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายพบว่า การเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกายประกอบด้วย ระดับกิจกรรมทางกายปัจจุบัน เหตุผลการได้รับใบสั่ง และคำสั่งการเพิ่มกิจกรรมทางกาย คือ ความถี่ ระดับความหนัก ระยะเวลา และ ประเภทกิจกรรมทาง ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบการออกกำลังกายตามหลักเกณฑ์ที่เรียกว่า FITT หรือ Frequency Intersity Time Type

หมายถึง ความถี่ ระดับความหนัก ระยะเวลา และ ประเภทกิจกรรม ตามคำแนะนำการออกกำลังกายพื้นฐาน ของวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา

ขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย มีการกำหนดให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่การให้บริการ โดยมีขั้นตอนเริ่มจาก การคัดกรองผู้ป่วย ประเมินกิจกรรมทางกาย ตรวจและเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกาย ให้คำแนะนำและคู่มือการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย ติดตามการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย และประเมินผลการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย สอดคล้องกับขั้นตอนการศึกษาผลการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายของ ลาร์ส โรเจอร์ (Rodjer et al.; 2016) โดยมีขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย คือ การคัดกรองผู้ป่วย ประเมินกิจกรรมทางกาย ตรวจและเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกาย ให้คำแนะนำและคู่มือการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย ติดตามการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย และประเมินผลการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย พบว่า ผู้ป่วยให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย ระดับกิจกรรมทางกาย และมีคุณภาพชีวิตดีขึ้น

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ประกอบด้วย 1) การกำหนดเป็นนโยบายของโรงพยาบาล 2) การทำความเข้าใจกับแพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด และนักวิชาการสาธารณสุข 3) ความชำนาญจากการฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย 4) ต้องมีคู่มือและคำแนะนำการปฏิบัติการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ผู้ป่วยมีความร่วมมือในการปฏิบัติตามใบสั่ง 5) ต้องมีระบบการติดตามการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย สอดคล้องการการศึกษาของ คาทารีนา กัสเทส์สันและคณะ (Gustavsson et al.; 2018) พบว่า การใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายขึ้นอยู่กับ ความสอดคล้องกับนโยบายขององค์กร การสนับสนุนองค์ความรู้ ทัศนคติของผู้ให้บริการ และระยะเวลาของการให้บริการ

ข้อจำกัดของวิจัย : เนื่องจากโรงพยาบาลสิเกา ไม่มีผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมทางกายโดยตรง การพัฒนาการใช้สั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังของผู้ร่วมพัฒนา เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกิจกรรมทางกายและคำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายเพียงพอ มาพัฒนาการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายให้เหมาะสมกับบริบทของผู้ป่วยและการให้บริการ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาลักษณะของใบสั่งกิจกรรมทางกาย และขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกายในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ของเจ้าหน้าที่บริการ ณ คลินิกโรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลสิเกา จังหวัดตรัง ประกอบด้วย แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด เภสัชกร นักวิชาการสาธารณสุข และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ พบว่า ใบสั่งกิจกรรมทางกาย ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ระดับกิจกรรมทางกายปัจจุบัน เหตุผลการได้รับใบสั่ง คำสั่งการเพิ่มกิจกรรมทางกายและเป้าหมายการเพิ่มกิจกรรมทางกาย โดยมีลำดับขั้นตอนการใช้ใบสั่งกิจกรรมทางกาย คือ การคัดกรองผู้ป่วย ประเมินกิจกรรมทางกาย ตรวจและเขียนใบสั่งกิจกรรมทางกาย ให้คำแนะนำและคู่มือการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย ติดตามการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย และประเมินผลการปฏิบัติตามใบสั่งกิจกรรมทางกาย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการวิจัย ทุนอุดหนุนเพื่อ วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สถาบันการจัดการระบบสุขภาพภาคใต้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสิเกาที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ ผศ.ดร พงค์เทพ สุธีรวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการแนะนำะแนวทาง และให้คำปรึกษาการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค, (2560) รายงานประจำปี 2560. [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก http://www.thaincd.com

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย. (2561) แผนส่งเสริมกิจกรรมทางกาย พ.ศ. 2561-2573. [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก http://resource.thaihealth.or.th/library/hot/17077

Elley, C. R., Kerse, N., Arroll, B., & Robinson, E. (2003). Effectiveness of counselling patients on physical activity in general practice: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, *326*(7393), 793.

Fernandez-Navarro, P., Aragones, M. T., & Ley, V. (2018). Leisure-time physical activity and prevalence of non-communicable pathologies and prescription medication in Spain. *PloS one*, *13*(1), e0191542.

Grandes, G., Sanchez, A., Sanchez-Pinilla, R. O., Torcal, J., Montoya, I., Lizarraga, K., & Serra, J. (2009). Effectiveness of physical activity advice and prescription by physicians in routine primary care: a cluster randomized trial. *Archives of internal medicine*, *169*(7), 694-701.

Gustavsson, C., Nordqvist, M., Bröms, K., Jerdén, L., Kallings, L. V., & Wallin, L. (2018). What is required to facilitate implementation of Swedish physical activity on prescription?-interview study with primary healthcare staff and management. *BMC health services research*, *18*(1), 196.

Kallings, L. V. (2016). The Swedish approach on physical activity on prescription. *Clinical Health Promotion.*, *6*.

Lévigne, C., Garret, J., Boileau, P., Alami, G., Favard, L., & Walch, G. (2011). Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty: is it important to avoid it and how? *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, *469*(9), 2512-2520.

Pescatello, L. S., Bairos, L., VanHeest, J. L., Maresh, C., Rodriguez, N., Moyna, N. M., . . . Krueger, L. (2003). Postexercise hypotension differs between white and black women. *American heart journal*, *145*(2), 364-370.

Petrella, R. J., Lattanzio, C. N., & Overend, T. J. (2007). Physical activity counseling and prescription among Canadian primary care physicians. *Archives of internal medicine*, *167*(16), 1774-1781

Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., Garber, C. E., Whitfield, G. P., Magal, M., & Pescatello, L. S. (2015). Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*(11), 2473-2479.

Rodjer, L., H. Jonsdottir, I., & Börjesson, M. (2016). Physical activity on prescription (PAP): self-reported physical activity and quality of life in a Swedish primary care population, 2-year follow-up. *Scandinavian journal of primary health care*, *34*(4), 443-452.

Sorensen, J. B., Kragstrup, J., Kjær, K., & Puggaard, L. (2007). Exercise on prescription: trial protocol and evaluation of outcomes. *BMC health services research*, *7*(1), 36.

World Health Organization. (2018). Physical activity (Online Resources) (updated 23 February 2018); Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity

การพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ศิริกุล เกตุดิษ [1] สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์ [1,2*] สรวิศ สอนสารี[3] จักรกฤษณ์ จันทร[1,2]
ศุภนิดา กันทะวงศ์[1,2] และณัฐวงศ์ โพธิ์ศุภานันท์[1,2]

Production development of charcoal from agricultural waste

Sirikul Katedit[1], Somchai Jaijitsawat[1,2*], Sorawit Sonsaree[3], Jakkrit Janthoun[1,2],
Supanida Kanthawong[1,2] and Nattawong Phosuphanan[1,2]

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
[2]ศูนย์วิจัยและส่งเสริมพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
[3]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง พิษณุโลก 65000
[1]Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok, 65000
[2]Energy Reseach and Promotion Center, Faculty of Science, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok, 65000
Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: somchaij@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพสำหรับการหุงต้มจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรของชุมชน ผลการทดสอบถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้พบว่า ส่วนผสมที่ 1 (ซังข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) ในอัตราส่วน 7:3:10 (w/w/v) ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ดีสุด เนื่องจากเมื่อผ่านการอัดแท่งแล้วมีสีดำ ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่นและสะเก็ดไฟ มีค่าความชื้น 5.4% wb และมีค่าความร้อน 5,125.17 cal/g เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งชุมชน (มผช.238/2547) จึงนำมาใช้เป็นอัตราส่วนตั้งต้นของส่วนผสมที่ 2 (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลัง น้ำ) ซึ่งอัตราที่ดีที่สุดของ 2 คือ 6.3:0.7:3:10 (w/w/w/v) เนื่องจากไม่เปราะ โดยมีค่าความชื้น 4.4% wb และค่าความร้อน 5,459.85 cal/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานฯ อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดของส่วนผสมที่ 3 (ซังข้าวโพด ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง น้ำ) คือ 4.2:2.8:3:10 (w/w/w/v) เนื่องจากไม่เปราะ มีค่าความชื้น 6.6% wb และมีค่าความร้อน 5,654.02 cal/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานฯ และอัตราส่วนที่ดีที่สุดของส่วนผสมที่ 4 (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) คือ 6.3:0.35:0.35:3:10 (w/w/w/w/v) เนื่องจากไม่เปราะ ได้ค่าความชื้น 5.0%wb และค่าความร้อน 5,581.25 cal/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานฯ เมื่อเปรียบเทียบส่วนผสมทั้ง 4 แล้วพบว่า เมื่อทำการผสมถ่านไม้ไผ่จะทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 4 ซึ่งมีค่าสมรรถนะเชิงความร้อน 8.84 % เหมาะสำหรับนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากชุมชน

คำสำคัญ: ถ่านอัดแท่ง วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

Abstract

In this research, the objective is to develop quality of charcoal for cooking from agricultural wastes of community. The testing results of produced charcoal were found that 1st ingredient (corn cob, cassava starch, water) in the ratio of 10 :3 :7)w/w/v (is the best because it is not breakable with having moisture content of 5.4% wb and heat value of 5, 125.17 cal/g following the community charcoal production standard (238/2547). Thus, this corn cob was used as the initial ratio of the mixture for 2nd (corn cob, cassava rhizome, cassava starch, water) and 3rd (corn cob, bamboo, cassava starch, water) ingredient by using constant ratio of binder. The best ratio of 2nd is 3 :0.7 :6.3: 10) w/w/w/v (because it is not breakable that following the community charcoal production standard and 3rd is 3 :2.8 :4.2: 10) w/w/w/v (because It is not breakable that following the community charcoal production standard and there are the moisture contents of 4.4%wb and 6.6%wb and heat values of 5, 459.85 cal/ and 5, 654.02cal/g, respectively. Moreover, the 4th ingredient (corn cob, cassava rhizomes , bamboo, cassava starch, water) with the ratio of 3 :0.35 :0.35 :6.3: 10) w/w/w/w/v (is the best, having moisture content of 5.0% wb and heat value of 5, 581.25cal/g by following the community charcoal production standard. When comparing the 4 ingredients, we were found that

mixing bamboo charcoal, induce the heat value more and heat efficiency amount 8.84 %. Therefore, the 4th ingredient is the best mixture to produce charcoal from agriculture community waste.

Keywords: charcoal, agricultural waste

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย มีการผลิตข้าวโพดจำนวนมาก ก่อให้เกิดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรจำนวนมาก โดยทั่วไปแล้วชาวไร่ข้าวโพดหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะทำการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ในที่โล่งแจ้ง ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์และฝุ่น ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดหมอกควันปกคลุมโดยเฉพาะในเขตภาคเหนือที่เป็นภาคการเกษตรทางด้านกลุ่มอุตสาหกรรมข้าวโพด

ผู้วิจัยได้ทราบข้อมูลจาก กลุ่มซุ้มนกแขวก หมู่ 20 ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก มีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากโดยเฉพาะซังข้าวโพด และเหง้ามันสำปะหลัง หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเศษวัสดุที่เหลือจะถูกกำจัดโดยการเผา ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญของการเกิดหมอกควันในแถบภาคเหนือและ ยังทราบว่าชาวบ้านมีการใช้ถ่านในการทำอาหารเกือบทุกครัวเรือน โดยถ่านที่ใช้ได้มาจากการซื้อจากตลาดในเมือง ทางกลุ่มชาวบ้านมีความต้องการที่จะนำวัสดุทางการเกษตรที่เหลือใช้ เช่น ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง รวมถึง ไม้ไผ่ ที่ปลูกรอบ ๆ บริเวณหมู่บ้านมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มเพื่อลดรายจ่ายภายในครัวเรือน ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ เนื่องจากประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ซึ่งเป็นสารที่ติดไฟได้ งานวิจัยของ ชมธิดา ชื่นนิยม ได้ทำการวิจัยศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษซังข้าวโพดซึ่งได้มาจากโรงงานผลิตเมล็ดพันธุ์พืชมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยในขั้นต้นของการวิจัยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเศษซังข้าวโพด พบว่ามีปริมาณความชื้น 8.12%, ปริมาณสารระเหยได้ 71.03% ปริมาณเถ้า 3.19% ปริมาณคาร์บอนคงตัว 17.66% และค่าความร้อน 4054.56 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงได้ และรายงานของ รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล ได้ทำการวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ โดยศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยทำการทดสอบสมรรถนะทางความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชุน มผช. 238/2547 ทำการทดลองโดยนำวัสดุ 2 ชนิดมาผสมกัน 5 อัตราส่วน ลักษณะถ่านอัดเป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 cm มีครีบโดยรอบ 5 ครีบ และมีรูกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ความยาว 10 cm แรงอัด 33 kg/cm^2 และมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 8% ของน้ำหนัก

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) ที่มีคุณภาพโดยมีลักษณะทั่วไปดังนี้ ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำ ไม่เปราะ ติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก ค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของชุมชนที่ต้องการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มภายในครัวเรือนและเพื่อส่งเสริมให้ชาวบ้านลดการเผาเศษวัสดุในที่โล่งแจ้งโดยนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่ง จึงเป็นที่มาของงานวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากชุมชน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นการใช้ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่เป็นส่วนผสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและอัดแท่งถ่านชีวมวล
2. เพื่อผลิตและวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งชุมชน (มผช.238/2547)
3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างวัสดุ (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่) สำหรับถ่านอัดแท่ง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ/อุปกรณ์ ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ในบริเวณพื้นที่ กลุ่มซุ้มนกแขวก หมู่ 20 ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร (แบบตั้ง) ครกบดเครื่องอัดแท่งแบบเกลียว (ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า) จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนเอาถ่านบ้านเขาปรัง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก Bomb Calorimeter รุ่น AC-500 Automatic Calorimeter วัดค่าความร้อน Cal/g วัดค่าความชื้นด้วยตู้อบความชื้น ถ้วยฟรอยด์ เครื่องชั่งดิจิตอล เตาอั้งโล่ หม้อต้มน้ำ เทอร์โมมิเตอร์ และน้ำ

กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ นำซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่ ไปตากแดดเพื่อลดความชื้น ระยะเวลาที่ใช้ในการตากแดดคือ 10.00 - 16.00 น. เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ จากนั้นนำไปอบในตู้อบความชื้น และนำมาคำนวณด้วยการหาค่าความชื้นมาตรฐานเปียก โดยวัสดุมีความชื้นประมาณ 15-20% wb

กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง นำวัตถุดิบที่ตากแห้งแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อเตรียมใส่ลงในเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร ทำการเผาจนกระทั่งเป็นถ่านสังเกตจากควันของเตาเผาจะค่อยหมดไปและไฟจากเชื้อเพลิงดับลงจากนั้นรอจนถ่านเย็นลง ใช้เวลาทั้งหมด ชั่วโมง 24แล้วนำถ่านที่ได้มาชั่งน้ำหนัก แล้วนำถ่านที่ได้มาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาร้อยละของผลผลิตดังสมการที่ 1

$$\text{ค่าร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านที่เผาได้}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100 \qquad (1)$$

จากนั้นนำถ่านที่ได้จากวัตถุดิบต่าง ๆ มาบดให้ละเอียดด้วยครกบดให้ขนาด 0.05-0.5 mm และนำมาผสมกับตัวประสานคือแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากหาง่ายและมีราคาถูก โดยศึกษาการผสมผงถ่านที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วนผสม ดังนี้

1) ส่วนผสมระหว่างผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังและน้ำ ใน 5 อัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำแต่ละอัตราส่วนมาขึ้นรูปและทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งตามมาตราฐาน มผช. 238/2547

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำ

อัตราส่วนผสม	ผงถ่านซังข้าวโพด (g)	น้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง(g)	น้ำ (ml)
9:1:10	900	100	1000
8:2:10	800	200	1000
7:3:10	700	300	1000
6:4:10	600	400	1000
5:5:10	500	500	1000

2) ส่วนผสมระหว่างผงถ่านซังข้าวโพดต่อเหง้ามันสำปะหลังต่อแป้งมันสำปะหลังและน้ำ โดยนำอัตราส่วนผสมของส่วนผสมที่ 1 (ใช้คุณสมบัติตามมาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน มผช.238/2547 ที่ดีที่สุดมาเป็นตัวตั้งต้น) อ้างอิงจากผลการทดลองส่วนผสมที่1 จึงได้อัตราส่วนผสมที่ 2 ดังนี้ 6.3:0.7:3:10, 5.6:1.4:3:10, 4.9:2.1:3:10, 4.2:2.8:3:10 และ 3.5:3.5:3:10 (w/w/w/v)

3) ส่วนผสมระหว่างผงถ่านซังข้าวโพดต่อไม้ไผ่ต่อแป้งมันสำปะหลัง และน้ำโดยนำอัตราส่วนผสมของส่วนผสมที่ 1 (ใช้คุณสมบัติตามมาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน มผช.238/2547 ที่ดีที่สุดมาเป็นตัวตั้งต้น) อ้างอิงจากผลการทดลองส่วนผสมที่1 จึงได้อัตราส่วนที่3 ดังนี้ 6.3:0.7:3:10, 5.6:1.4:3:10, 4.9:2.1:3:10, 4.2:2.8:3:10 และ 3.5:3.5:3:10 ที่ตัวประสานคงที่ (w/w/w/v)

4) ส่วนผสมระหว่างผงถ่านซังข้าวโพดต่อเหง้ามันสำปะหลังต่อไม้ไผ่ต่อแป้งมันสำปะหลังและน้ำ โดยนำอัตราส่วนผสมของส่วนผสมที่ 2 (ใช้คุณสมบัติตามมาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน มผช.238/2547 ที่ดีที่สุดมาเป็นตัวตั้งต้น) อ้างอิงจากผลการทดลองของส่วนผสมที่2 จากนั้นทำการลดปริมาณผงถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง และแทนที่ด้วยผงถ่านไม้ไผ่ จะได้อัตราส่วนผสมที่ 4 ดังนี้ 6.3:0.63:0.07:3:10, 6.3:0.56:0.14:3:10, 6.3:0.49:0.21:3:10, 6.3:0.42:0.28:3:10 และ 6.3:0.35:0.35:3:10 (w/w/w/w/v)

นำส่วนผสมที่จะศึกษาทั้งหมดมาขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแท่งแบบเกลียวทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า โดยถ่านอัดแท่งที่ได้มีลักษณะเป็นแท่งรูปทรงหกเหลี่ยมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร รูกลวงตรงกลางมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จากนั้นตัดให้มีความยาวของแท่งถ่านประมาณ 10 เซนติเมตร อัดแล้วนำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปตากกลางแจ้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 8 มาตรฐานเปียก

วิเคราะห์สมบัติถ่านอัดแท่ง การหาค่าความร้อนของถ่านโดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter

การหาค่าความชื้น ดังสมการที่ 2

$$M_w = \frac{w-d}{w} \times 100 \qquad (2)$$

โดย M_w = ค่าความชื้นมาตรฐานเปียก (%), w = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างก่อนอบ หน่วยเป็น (g), d = น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ หน่วยเป็น (g)

การทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อน ด้วยสมการที่ 3

$$\text{ค่าสมรรถนะเชิงความร้อน} = \frac{m_1 c_p (T_2 - T_1) + m_2 L}{m_3 LHV} \times 100 \qquad (3)$$

เมื่อ (m_1 = ปริมาณน้ำเริ่มต้น) kg, (m_2 = ปริมาณน้ำที่ระเหย) kg, (c_p = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ 4.18 kJ/kgC^o), (L = ค่าความร้อนแฝงในการระเหยของน้าเท่ากับ 2,260 kJ/kg), (LHV= ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง)kJ/Kg= m_3 (มวลของเชื้อเพลิง) kg

และการสังเกตลักษณะทางกายภาพในระหว่างการใช้งาน การศึกษานี้จะทำการสังเกตสีของถ่านที่ได้ความเปราะในขั้นตอนการเก็บรักษา การจุกติดไฟ กลิ่นและควันในระหว่างการใช้งาน

ผลการทดสอบ

ถ่านอัดแท่งที่ได้จากส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลังและ ไม้ไผ่ โดยมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบนั้นมีผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งของแต่ละส่วนผสมสรุปได้ดังนี้

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด (ส่วนผสมที่ 1)

ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดเป็นหลัก ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ถ่านอัดแท่งที่ทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ หรือ มีค่าไม่เกิน 8 % และพบว่าอัตราส่วนผสม 7:3:10 มีลักษณะไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ค่าความร้อน 5,125.17 cal/g และสมรรถนะเชิงความร้อน 6.49% และค่าความชื้นอยู่ที่ 5.4%wb จึงเป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดที่สามารถนำไปผลิตถ่านอัดแท่งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชน มผช.238/2547 ได้

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นของส่วนผสมที่ 1

มาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน	อัตราส่วนผสมของถ่าน (ซังข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ)				
	9:1:10	8:2:10	7:3:10	6:4:10	5:5:10
สีดำสม่ำเสมอ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ
ไม่เปราะ	เปราะเล็กน้อย	เปราะเล็กน้อย	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ
ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีควันเล็กน้อย	มีควันเล็กน้อย
ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย

มาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน	อัตราส่วนผสมของถ่าน (ซังข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ)				
	9:1:10	8:2:10	7:3:10	6:4:10	5:5:10
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ด	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ
ค่าความร้อน > 5,000 (cal/g)	6,551.72	6,424.93	5,125.17	4,991.4	4,874.10
ค่าความชื้น < 8 (%wb)	5.00	5.80	5.40	5.60	6.20
สมรรถนะเชิงความร้อน (%)	7.61	6.87	6.49	3.76	2.14

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลัง (ส่วนผสมที่ 2)

ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลัง ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ถ่านอัดแท่งที่ทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ หรือ มีค่าไม่เกิน 8 % และพบว่าเมื่อนำเหง้ามันสำปะหลังมาทดแทนผงถ่านซังข้าวโพด จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านลดลง โดยสรุปอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 6.3:0.7:3:10 w/w/w/v (ข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลังและน้ำ) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตถ่านอัดแท่งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เนื่องจาก ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ดไฟ มีค่าความร้อน 5,459.85 cal/g และมีสมรรถนะเชิงความร้อน 5.66% และมีค่าความชื้น 4.40%wb

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นของส่วนผสมที่ 2

มาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน	อัตราส่วนผสมของถ่าน (ซังข้าวโพด:เหง้ามันสำปะหลัง:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ)				
	6.3:0.7:3:10	5.6:1.4:3:10	4.9:2.8:3:10	4.2:2.8:3:10	3.5:3.5:3:10
สีดำสม่ำเสมอ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ
ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ
ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีควันเล็กน้อย	มีควันเล็กน้อย	มีควันเล็กน้อย
ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ด	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ
ค่าความร้อน > 5,000 (cal/g)	5,459.85	5,425.91	5,264.93	5,192.04	5,019.44
ค่าความชื้น < 8 (%wb)	4.40	5.10	5.00	5.60	6.20
สมรรถนะเชิงความร้อน (%)	5.66	5.29	4.66	2.47	1.48

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดและไม้ไผ่ (ส่วนผสมที่ 3)

ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดและไม้ไผ่ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ถ่านอัดแท่งที่ทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ หรือ มีค่าไม่เกิน 8 % และพบว่าเมื่อนำไม้ไผ่มาทดแทนผงถ่านซังข้าวโพด จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านสูงขึ้น โดยสรุปอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 4.2:2.8:3:10 w/w/w/v (ซังข้าวโพด ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตถ่านอัดแท่งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เนื่องจาก ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ดไฟ ค่าความร้อน 5,654.02 cal/g สมรรถนะเชิงความร้อน 8.87% และมีค่าความชื้น 6.60 %wb

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นของส่วนผสมที่ 3

มาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน	อัตราส่วนผสมของถ่าน (ซังข้าวโพด:ไม้ไผ่:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ)				
	6.3:0.7:3:10	5.6:1.4:3:10	4.9:2.8:3:10	4.2:2.8:3:10	3.5:3.5:3:10
สีดำสม่ำเสมอ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ
ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ
ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีควันเล็กน้อย
ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่นเล็กน้อย
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ด	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ
ค่าความร้อน > 5,000 (cal/g)	5,487.46	5,546.22	5,575.82	5,654.02	5,797.14

ค่าความชื้น < 8 (%wb)	4.20	5.70	5.80	6.60	7.10
สมรรถนะเชิงความร้อน (%)	6.27	6.63	7.33	8.87	9.36

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่ (ส่วนผสมที่ 4)

ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลังและไม้ไผ่ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า ถ่านอัดแท่งที่ทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ หรือ มีค่าไม่เกิน 8 % และพบว่าเมื่อนำไม้ไผ่มาทดแทนผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านสูงขึ้น โดยสรุปอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 6.3:0.35:0.35:3:10 w/w/w/w/v (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตถ่านอัดแท่งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เนื่องจาก มีสีดำ ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ดไฟ มีค่าความร้อน 5,581.25 cal/g สมรรถนะเชิงความร้อน 8.84 % และมีค่าความชื้น 5.00 %wb

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นของส่วนผสมที่ 4

มาตรฐานถ่านอัดแท่งชุมชน	อัตราส่วนผสมของถ่าน (ซังข้าวโพด:เหง้ามันสำปะหลัง:ไม้ไผ่:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ)				
	6.3:0.63:0.07 :3:10	6.3:0.56:0.14 :3:10	6.3:0.49:0.21 :3:10	6.3:0.42:0.28: 3:10	6.3:0.35:0.35 :3:10
สีดำสม่ำเสมอ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ	สีดำ
ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ	ไม่เปราะ
ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน
ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ด	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ	ไม่มีสะเก็ดไฟ
ค่าความร้อน > 5,000 (cal/g)	5,479.05	5,498.91	5,508.02	5,522.77	5,581.25
ค่าความชื้น < 8 (%wb)	6.20	5.00	5.00	5.10	5.00
สมรรถนะเชิงความร้อน (%)	6.85	6.97	7.45	7.94	8.84

อภิปรายผลการศึกษา

การพัฒนาถ่านอัดแท่งนี้ได้ศึกษาการผลิตถ่านจากซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และไม้ไผ่ โดยแบ่งส่วนผสมออกเป็น 4 ส่วนผสม 1) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดเป็นหลักที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่งพบว่า ถ่านอัดแท่งทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ หรือ มีค่าไม่เกิน 8 % และพบว่าอัตราส่วนผสม (ซังข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) 7:3:10 w/w/v เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจาก ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ด มีค่าความร้อน 5,125.17 cal/g สมรรถนะเชิงความร้อน 6.49 % ซึ่งเป็นไปเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งชุมชน มผช.238/2547 2) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลังที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน พบว่าถ่านอัดแท่งทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ และพบว่าเมื่อนำเหง้ามันสำปะหลังมาทดแทนผงถ่านซังข้าวโพด จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านลดลง โดยสรุปอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 6.3:0.7:3:10 w/w/w/v (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) เนื่องจาก ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ด มีค่าความร้อน 5,459.85 cal/g และมีสมรรถนะเชิงความร้อน 5.66% 3) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดและไม้ไผ่พบว่า เมื่อนำไม้ไผ่มาทดแทนผงถ่านซังข้าวโพด จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านสูงขึ้น โดยสรุปอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 4.2:2.8:3:10 w/w/w/v (ซังข้าวโพด ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) มีค่าความร้อน 5,654.02 cal/g สมรรถนะเชิงความร้อน 8.87% และ 4) ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลังและไม้ไผ่ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ผลการทดสอบทางกายภาพของถ่านอัดแท่งพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ทุกอัตราส่วนมีค่าความชื้นผ่านมาตรฐานฯ และพบว่าเมื่อนำไม้ไผ่มาทดแทนผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง จะทำให้ค่าความร้อนของถ่านสูงขึ้น โดยสรุปว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดของส่วนผสมที่ 4 คือ 6.3:0.35:0.35:3:10 w/w/w/w/v (ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ไม้ไผ่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตถ่านอัดแท่งที่ผ่านเกณฑ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เนื่องจาก มีสีดำ ไม่เปราะ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีสะเก็ดไฟ มีค่าความร้อน 5,581.25 cal/g สมรรถนะเชิงความร้อน 8.84 % และมีค่าความชื้น 5.00%wb

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

เพื่อเกษตรไทย.(2559).ข้าวโพดหวานและการปลูกข้าวโพดหวาน. สืบค้นวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559, จาก ,http://www. http://www.baanjomyut.com/library_2/extension-2/cereals/02_4.html

ระบบข้อมูลทางวิชาการ. (2557). มันสำปะหลัง สรรพคุณและประโยชน์มันสำปะหลัง. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2559, จาก https://medthai.com

บ้านจอมยุทธ. (2543).ไผ่และคุณสมบัติไม้ไผ่. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559, จาก http://www.baanjomyut.com/library_/2extension-/2bamboo/.02html

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล (2557). การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน.วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ

ถ่านอัดแท่ง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง,มผช.238/2547.

ณิฐิมา เฉลิมแสน (2556). การวิเคราะห์หาพลังงานในอาหารสัตว์ โดย Bomb Calorimeter.พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา,

วานิช โสภาสพ และคณะ (2550),การผลิตถ่านอัดแท่งด้วยเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อเป็นพลังงานทดแทน, การศึกษาด้วยตนเอง วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร,

ชมธิดา ชื่นนิยม (2553).การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษซังข้าวโพดโดยการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง.วิทยานิพนธ์, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์และชนะ เยี่ยงกลมสิงห์. การปรับปรุงคุณภาพถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด. สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (2553).การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง. ปริญญานิพนธ์ (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สมิต อินทร์ศิริพงษ์และบุญรัก ลาดสูงเนิน. การผลิตและการทดสอบสมบัติกายภาพของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว. สำนักวิทยาบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้าน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (2554).โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน,ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์วิจัยการเผากากของเสีย และศูนย์วิจัยนโยบายอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วาสนา ปิ่นทอง* และชำนาญ ปาณาวงษ์

The Development of Learning Activity Set by STAR strategy of Mathematics, on Sequences in order to enhance ability in problem solving of students in Matthayom 6

Wassana Pinthong* and Chamnan Panawong

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
Department of Educational, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok Province, 65000
*Corresponding author. E-mail: pinthongwassana@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STARวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest – Posttest Design) และทดสอบหลังเรียนเทียบเกณฑ์ (One Shot Cast Study Design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) t – test Dependent และ t – test one sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลวิธี STAR ความสามารถในการแก้ปัญหา

Abstract

This research aims to 1) Create and find an effectiveness in The set of Learning Activity by using STAR strategy of Mathematics, on Sequences lesson in order to enhance ability in problem solving of students in Matthayom 6 level according to the performance criteria 75/75 2) compare abilities in problem solving between pre-use and post-use of the STAR strategy of Mathematics, on Sequences Lesson in order to enhance ability in problem solving of students in Matthayom 6 level 3) compare abilities in problem solving between pre-use and post-use of the STAR strategy of Mathematics, on Sequences lesson in order to enhance ability in problem solving of students in Matthayom 6 level with criteria at 75% 4) study the students' satisfaction to the STAR strategy of Mathematics, on Sequences lesson for the development of ability in problem solving of students in Matthayom 6 . The samples are students in Matthayom 6 level from Klonglanpattanajindasak School, Secondary Educational Service Area Office 41,

1st semester of Academic Year 2019. 1 class room, 31 students selected from simple random method by using classroom as the random unit then, use the One Group Pretest – Posttest Design to test the samples before and after the study, later apply One Shot Cast Study Design to test them after the study. Equipments which were used in the research are The set of STAR strategy of Mathematics, on Sequences lesson in order to enhance ability in problem solving of students in Matthayom 6 level, ability test for problem solving in Mathematics, on Sequences for Matthayom 6 students and Questionaire of students' satisfaction in set of Learning Activity of STAR strategy of Mathematics, on Sequences for the enhancement of problem figure-out of Matthayom 6 students. The statistic used for analyzing the data is median of ( ), standard deviation (S), T – test Dependent and T – test one sample The finding reveals: 1) The developed set of Learning Activity is effective 76.39/75.28 which is higher than criteria 75/75. The Appropriateness level is in a "high" level and the Learning plan appropriateness is in a "highest" level. 2) The ability in problem solving after taking the set of Learning Activity is higher than pre-use with significance level of 0.05. 3) The ability in problem solving after taking the set of Learning Activity is higher than criteria 75% with significance level of 0.05 4) The satisfaction level of sample students who have studied with the set of Learning Activity is in a highest level.

Keywords: Learning Activity set, STAR strategy, ability in problem solving

บทนำ

การจัดกระบวนการเรียนรู้ของสถานศึกษาดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553, หน้า 8-9) อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นยังมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550, หน้า 6) รวมถึงคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 1) ซึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้ที่เพียงพอ เข้าใจขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา มีเทคนิค ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อน เราก็สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ นั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 6)

ปัญหาดังกล่าวนี้สอดคล้องกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 เนื่องจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ที่ประเมินนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในภาพรวมระดับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 21.21 คะแนน ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 31.04 คะแนน ซึ่งยังต่ำกว่าเป้าหมายที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 กำหนดไว้คือต้องมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์, 2561, หน้า 20) โดยสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ทำให้ครูต้องคิดหาวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในการวิเคราะห์หาคำตอบ สรุปเหตุผล และนำไปประยุกต์ใช้ได้

การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR (strategy steps) เป็นกลวิธีการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการนำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First letter Mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหา Maccini (Maccini and Gagnon, 2006) ได้พัฒนาการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ขึ้นเพื่อชี้แนะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนให้สามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาและลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการใน

การแสดงความหมายและหาคำตอบของปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสู่การเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้ ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ โดยอาจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ (Maccini and Hughes, 2000) และจากการทดลองใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพบว่า การจำขั้นตอนแก้ปัญหาโดยใช้อักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย และช่วยให้สามารถแก้ไจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็มได้ (Maccini and Ruhl, 2000)

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ในรูปของกิจกรรมการเรียนรู้ และแนวคิดด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จัดเป็นสื่อประสมที่ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่ใช้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด เป็นสื่อที่จัดทำขึ้นสำหรับให้ครูใช้ประกอบการสอนและให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียน (รัตนะ, 2552, หน้า 34) องค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 4 ส่วน คือ คู่มือครู (หรือนักเรียน) บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ เนื้อหาสาระและสื่อ และแบบวัดผลการเรียน (บุญเกื้อ, 2542, หน้า 94-95) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้นั้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนเป็นรายบุคคล การเรียนเป็นคู่การเรียนเป็นกลุ่ม การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถศึกษานอกเวลาเรียนได้ ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู (สุคนธ์, 2561, หน้า 31-32)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR เพราะว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ รู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

แหล่งข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีการสอน จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 ท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร ที่ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย นักเรียน จำนวน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) และนักเรียน จำนวน 12 คน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:4) รวมนักเรียนทั้งหมด 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และสาระการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ลำดับและการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด ชุดที่ ลำดับเลขคณิต และชุดที่ 3 ลำดับเรขาคณิ ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู และส่วนที่ 2 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

2. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไข และเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสม พบว่า ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.31, S.D. = 0.54) และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งอยู่ในส่วนที่ 1 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.51)

3. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองกับนักเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ จำนวน 3 คน และหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก(1:4) โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ จำนวน 12 คน ซึ่งได้ค่า E_1/E_2 = 76.39/75.28 จากนั้นพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด จากนั้นสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยแบบทดสอบวัดความสามารถเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR เพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบรายข้อ พบว่ามีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.50 – 1.00 จึงคัดเลือกไว้ทั้ง 60 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปทดสอบ (Try out กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ จำนวน 12 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้วิธีของ Brennan พบว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง -0.38 – 0.88

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ครอบคลุมแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ คัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.25 – 0.88

5. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ จำนวน 12คน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของโลเวท พบว่าข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ0.93 จากนั้นจัดพิมพ์ข้อสอบฉบับจริงเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest – Posttest Design)

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียนเทียบเกณฑ์ (One Shot Cast Study Design)

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 3คนได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเครื่องมือนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนที่ 1 เรียบร้อยแล้ว

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้รับทราบ

2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ให้นักเรียนทำการทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR (Pretest) จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

3. ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR จำนวน 3 ชุด ในเดือนมิถุนายน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้ทำการสอนสัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ใช้เวลาจำนวน 15 ชั่วโมง

4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ชุดแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยกลวิธี STAR (Posttest) ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR (Pretest) ใช้เวลาทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

5. จากนั้นนำผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนใช้ หลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาตรวจให้คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยการทดสอบค่า t-test Dependent (ปกรณ์, 2552, หน้า 239)

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการทดสอบค่า t-test one sample (ปกรณ์, 2552, หน้า 238)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยจำแนกความพึงพอใจของนักเรียนออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต จากนั้นสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้อง ปรับปรุงแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะ

2. นำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความตรงเชิงเนื้อหารายข้อทุกข้อเท่ากับ 1.00 ปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นำแบบสอบถามของนักเรียนมาตรวจนับคะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถาม ตรวจให้คะแนน นำผลการตรวจให้คะแนนของแบบสอบถามมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ แปลความหมายของคะแนน

ผลการศึกษา

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

1.1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ชุดกิจกรรมทั้งหม 3 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 ลำดับและการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด ชุดที่ 2 ลำดับเลขคณิต ชุดที่ 3 ลำดับเรขาคณิต ผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.31, S.D. = 0.54) และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.52, S.D. =0.51)

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	$S.D._{\bar{D}}$	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	31	30	12.10	3.927	11.968	3.411	19.537*	0.00
หลังเรียน	31	30	24.06	2.235				

*p < .05

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตาราง)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตาราง)

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	Sig. (1-tailed)
หลังเรียน	31	30	22.5	24.06	2.235	80.20	3.897*	0.0005

*p < .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, S.D = 0.15)

อภิปรายผลการศึกษา

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านกระบวนการ ขั้นตอนในการจัดทำอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้นำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ และ

ได้ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้สอนจริง ซึ่งในขั้นตอนของการออกแบบการจัดการเรียนรู้นั้นได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ของกลวิธี STAR คือ ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Maccini (1998) ที่ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ การสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR เพื่อชี้แนะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนให้สามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาและลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการในการแสดงความหมายและหาคำตอบของปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสู่การเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี นอกจากนี้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังได้ผ่านการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการหาประสิทธิภาพกับนักเรียนส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับสุรภัทร สาแสง (2553) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR มีค่าเท่ากับ 67.88/72.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 60/60 ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากที่ผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่ผ่านการทดลองใช้ตามแบบแผนการวิจัย และผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของกลวิธี STAR ซึ่งมีลำดับขั้นตอนเป็นระบบ มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้และบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ รวมถึงได้มีการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STARเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 สอดคล้องกับประจบ แสงสีบับ (2556) ที่พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผันสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสุภักษร ทองสัตย์ (2558 ที่พบว่า การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นั้น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากที่ผู้วิจัยได้นำวิธีการสอนที่ออกแบบการจัดการเรียนรู้ไว้มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนใช้อักษรตัวแรกของแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็นเครื่องช่วยจำขั้นตอนของการแก้ปัญหา ส่งผลทำให้ผู้เรียนจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการเรียนได้ จำแนกรายละเอียดได้และจดจำรายละเอียดแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับอังคณา อุทัยรัตน์ (2555) ที่พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 17.37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.85 อีกทั้งยังสอดคล้องกับประจบ แสงสีบับ (2556) ที่พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STARเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น

ตัวแปรเดียวและการแปรผันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.35

4. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เกิดความสนใจในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังสร้างความสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนในชั้นเรียนได้ ผู้เรียนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการคิด มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รู้จักตั้งคำถามเชิงวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก โดยเห็นได้จากการตอบคำถามในระหว่างการเรียนที่สามารถโต้ตอบกันได้ในเชิงเหตุผล และมีความคิดเห็นที่ดีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์ (2556) ที่พบว่า การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยานั้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเกรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ละสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผล ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.39/75.28 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ การใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ ช่วยให้นักเรียนแสดงออกในเรื่องของการสื่อสารเชิงเหตุผลได้มากขึ้น ซึ่งครูผู้สอนควรใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ให้บ่อยครั้ง เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีมากขึ้นเมื่อนักเรียนมีเพื่อนช่วยคิด ดังนั้น ครูผู้สอนอาจใช้วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่ม หรือเน้นความร่วมมือในชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาวิธีการสอนในรูปแบบอื่น ๆ ที่ดำเนินการร่วมกันกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เช่น กระบวนการกลุ่ม เพื่อนช่วยเพื่อน การเรียนแบบร่วมมือ และควรมีการศึกษาผลที่เกิดจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ เช่นความคงทนในการเรียนรู้ ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณายิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง จนการศึกษาวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นางสาวสุภาพร ธรรมสอน ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกำแพงเพชร นางดาวัลย์วิภา ภูวดล ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนคลองลานวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 นางสาวสุดสายใจ อินกรัด ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 นางสาวกีรติ ฉิมพุฒ ครูชำนาญการ โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 ที่ได้กรุณาแนะนำแก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ นวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมอบแด่บิดามารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ซึ่งเป็นกำลังสำคัญที่ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553.* กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.

ณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์. (2556). *การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.* วทิยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Research Methodology in Social Science).* พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการพิมพ์.

ประจบ แสงสีบับ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา.* กรุงเทพฯ : คำสมัย.

โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์ กลุ่มบริหารวิชาการ. (2561). *รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.* กำแพงเพชร: โรงเรียนคลองลานพัฒนาจินดาศักดิ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส เจริญการพิมพ์.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2561). *นวัตกรรมการเรียนการสอนของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ : เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุภักษร ทองสัตย์. (2558). *การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

สุรภัทร สาแสง. (2553). *ผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อ*

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

อังคณา อุทัยรัตน์. (2555). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

Maccini, P. (1998). *Effects of an instructional strategy incorating concrete problem representation on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, University Park.

Maccini, P. and Gagnon, J. (2006). *Mathematics strategy instruction (SI) for middle school students with learning disabilities*. Retrieved July 2, 2018, https://www.researchgate.net/publication/237452177

Maccini, P. and Hughes, C. A. (2000). *Effects of a Problem-Solving Strategy on the Introductory Algebra Performance of Secondary Students With Learning Disabilities*. Retrieved July 15, 2018, https://www.researchgate.net/publication/233169329

Maccini, P. and K. L. Ruhl. (2000). *Effects of graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities*. Retrieved July 15, 2018, https://www.researchgate.net/publication/285743400

การพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ณัฐกานต์ อิงชัยภูมิ และ ชำนาญ ปาณาวงศ์*

The delveloping of english listening and speaking skills Using task based learning activities for grade 4

Nattakran Ingchaiyaphum, and Chamnan Panawong*

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Education, Facultyof Education, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : p_nattakran@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน ระเบียบวิธีวิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเชิงทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานเพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (2) แบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ (3) แบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ (4) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ มีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน ทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ความพึงพอใจ

ABSTRACT

The objectives of this study were (1) to compare students' English listening skills before and after using Task Based Learning activities (2) to compare students' English speaking skills before and after using Task Based Learning activities (3) to study students' satisfaction towards Task Based Learning activity to promote the English listening and speaking skills. The experimental research methodology was used in this study. This study utilized a single group pre-test post-test design. The research instruments included: (1) Task Based Learning Activities, (2) English listening skill test, (3) English speaking skill test, and (4) students' satisfaction survey/questionnaire towards Task Based Learning activities to promote the English listening and speaking skills. A sample group consisted of 20 fourth-grade students in the first semester, for the 2019 academic Year, Wathlampho School, Phitsanulok. The research findings were as follows: (1) Students' English listening and speaking skills after learning with Task Based Learning activities were significantly higher than before at .05 level. (2) Students' satisfaction towards Task Based Learning activities to promote English listening and speaking skills was at the highest level ($\bar{X}$= 4.73, S.D. = 0.49).

Keywords: Task Based Learning activity, English listening skill, English speaking skill, satisfaction

บทนำ

ภาษาอังกฤษมีความสำคัญในฐานะเป็นภาษาสำคัญของโลก เป็นภาษากลางที่ทำให้มนุษย์ทั่วโลกสามารถสื่อสารกันได้เข้าใจมากขึ้น เมื่อต้องติดต่อกับคนอื่นที่ต่างภาษาต่างวัฒนธรรมกันทุกคนจำเป็นต้องใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลักอยู่แล้ว ด้วยเหตุนี้ทุกคนทุกชาติทุกภาษาจึงบรรจุวิชาภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองรองลงมาจากภาษาประจำชาติ เป็นแกนหลักของหลักสูตรการศึกษาทุกระดับ ตั้งแต่ปฐมวัยไปจนถึงการศึกษาตลอดชีวิต โดยเฉพาะในอนาคตข้างหน้า อาเซียนได้กำหนดให้ภาษาอังกฤษเป็น "working language" จึงต้องเข้าใจให้ถ่องแท้ตามความหมายของถ้อยคำว่าเป็น "ภาษาทำงาน" ของทุกคนในอาเซียน

ทักษะการสื่อสารที่สำคัญคือทักษะการฟังและการพูด กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้มีการจัดการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาษาอังกฤษโดยให้ผู้เรียนเรียนภาษาอังกฤษอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อภาษาอังกฤษ สามารถใช้ภาษาอังกฤษสื่อสารในสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้แสวงหาความรู้ ประกอบอาชีพ และศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นส่งผลให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและวัฒนธรรมอันหลากหลายของประชาคมโลก (กรมวิชาการ, 2551) แต่จากการจัดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ที่ผ่านมายังคงมีปัญหาและอุปสรรคหลายอย่างทั้งจากตัวครูผู้สอนและผู้เรียน เช่น ปัญหาเกี่ยวกับผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อภาษาอังกฤษขลาดกลัว ไม่กล้าแสดงออก และไม่มีความมั่นใจในตนเอง คิดว่าภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่ยากเกินไป (สิรี, 2545) ซึ่งผลการวิจัยของวรพงษ์ (2542) ได้รายงานว่า แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในประเทศไทยเริ่มต้นมานานแล้ว แต่กลับปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ สอดคล้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักทดสอบทางการศึกษาพบว่า คะแนน NT และ O - NET ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) อยู่ในระดับต่ำทั้งระดับประเทศและระดับโรงเรียน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต1, 2558) สอดคล้องกับการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O - NET ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 พบว่า ผลการสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้ (วิชาภาษาอังกฤษ) ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2560 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (วิชาภาษาอังกฤษ) มีคะแนนเฉลี่ย 27.71 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และสาระที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด ได้แก่ สาระที่ 1 ภาษาเพื่อการสื่อสาร และเมื่อพิจารณาการจัดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะการฟัง พูดและอ่านออกเสียงภาษาอังกฤษด้วยเช่นกัน ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นนี้มีความสำคัญไม่น้อยกว่าชั้นอื่น ๆ เนื่องจากการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับประถม ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานของภาษาอังกฤษในระดับขั้นที่สูงขึ้นต่อไป จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารมากยิ่งขึ้นและสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานหลักสูตร

การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารนั้นต้องอาศัยเทคนิค วิธีการที่หลากหลาย ที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อยากเรียนรู้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน (Task Based Learning : TBL) เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงานทางภาษาที่ครูผู้สอนกำหนดให้แก่ผู้เรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ภาษาโดยการได้ฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งงานปฏิบัตินั้นมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียน ผู้เรียนสนุกกับการเรียน เพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้มาสร้างสรรค์ผลงาน ส่งเสริมสนับสนุนการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีเวลาที่จะเรียนรู้จากกันและกัน คนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า ผู้เรียนเห็นความก้าวหน้าหรือปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งฝึกความรับผิดชอบ ทั้งนี้ เอลลิส (Ellis, 2003, p. 243-262) และ วิลลิส (Willis Jane, 1996, p. 53-58) ได้อธิบายขั้นตอน สำหรับการสอนภาษาแบบเน้นภาระงานไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นก่อนปฏิบัติงาน (Pre-task) เป็นขั้นตอนในการเตรียมพร้อมเกี่ยวกับการแนะนำหัวข้อและงานปฏิบัติแก่ผู้เรียนก่อนจะลงมือปฏิบัติจริง อีกทั้งเป็นการกระตุ้นและเสริมแรงจูงใจแก่ผู้เรียนก่อนที่จะทำงานปฏิบัติ 2) ขั้นระหว่างปฏิบัติงาน (During-task) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงาน ผู้เรียนได้ใช้ภาษาเป็น

เครื่องมือในการปฏิบัติงาน เพื่อบรรลุผลสำเร็จตามที่กำหนดไว้โดยเน้นสื่อความหมายมากกว่าแบบทางภาษา ได้ลงมือทำงานปฏิบัติจากงานปฏิบัติที่ครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบให้แก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความเหมาะสม ความท้าทายและความน่าสนใจต่อผู้เรียน 3) ขั้นหลังปฏิบัติงาน (Post-task) ในขั้นนี้เป็นขั้นสุดท้าย เป็นการนำงานปฏิบัติของผู้เรียนมาประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองหรือกลุ่มพร้อมทั้งร่วมกันวิเคราะห์ภาษาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เรียนรู้รูปแบบของภาษาและโครงสร้างทางไวยากรณ์ที่ถูกต้อง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง มีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน

สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะการฟังภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสูงกว่าก่อนเรียน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 1 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน 12 ชั่วโมง

2.2 แบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ

2.3 แบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน โดยศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการฟังและพูด

ภาษาอังกฤษ และการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.87, S.D. = 0.35) และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.90, S.D. = 0.14)

3.2 การสร้างแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดรายวิชาภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 สร้างแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ จำนวน 40 ข้อ (ใช้จริง 20 ข้อ) โดยครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จากนั้นนำแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (B-index) จากนั้นคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป นำมาจัดทำแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษมีความเชื่อมั่น 0.945 จากนั้นจัดทำแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษฉบับสมบูรณ์จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดรายวิชาภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 สร้างแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นแบบวัดและประเมินภาคปฏิบัติทักษะการพูดในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยใช้เกณฑ์การวัดทักษะการพูดเป็นแบบมาตราส่วนต่างระดับ (Rubric Score) จากนั้นนำแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปหาความเชื่อมั่นด้วยเทคนิค Inter-rater โดยให้ครูผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษจำนวน 2 คน ตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยสูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของคอนบราค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น 0.97 จากนั้นจัดทำแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบสอบถามประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างแบบประเมินความพึงพอใจโดยประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล จากนั้นนำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา นำแบบประเมินความพึงพอใจมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ปฐมนิเทศผู้เรียน โดยครูผู้สอนแนะนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน

4.2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ และแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน จำนวน 3 แผน ได้แก่ 1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง My family 2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง Career 3. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง Happy Activity ระยะเวลาในการสอนทั้งสิ้น รวม 12 ชั่วโมง

4.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ และแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

4.5 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การเปรียบเทียบทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการฟังภาษาอังกฤษ และรวมคะแนนจากแบบวัดทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ จำนวน 20 คน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้แล้ว มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษก่อนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทีแบบไม่อิสระ (Dependent t-test)

5.2 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดค่าเฉลี่ยเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

ผลการศึกษา

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน

การเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ จำนวน 20 คน

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	$S.D._D$	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	20	8.40	1.79	5.40	1.54	15.73*	0.0000
หลังเรียน	20	13.80	2.86				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการฟังภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ เท่ากับ 8.40 และ 13.80 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างทักษะการฟังภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ทักษะการฟังภาษาอังกฤษหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน

การเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ จำนวน 20 คน

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	$S.D._D$	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	20	21.30	3.53	15.15	2.25	30.06*	0.0000
หลังเรียน	20	36.45	3.52				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการพูดภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแหลมโพธิ์ เท่ากับ 21.30 และ 36.45 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างทักษะการพูดภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ทักษะการพูดภาษาอังกฤษหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ ในด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ประเมินโดยการหาค่าเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังตาราง 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	N= 20		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. สอนตามเนื้อหา	4.75	0.44	มากที่สุด
2. เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.80	0.41	มากที่สุด
3. นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาในระหว่างเรียน	4.85	0.37	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.80	0.40	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
4. กิจกรรมสนุก น่าสนใจ	4.60	0.60	มากที่สุด
5. เข้าสอนและเลิกสอนตรงตามเวลา	4.75	0.44	มากที่สุด
6. กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฟังและพูด	4.60	0.60	มากที่สุด
7. ภาระงานที่ให้มีความเหมาะสม	4.80	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.69	0.51	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
8. การวัดและประเมินผลเป็นไปตามที่ตกลงก่อนเรียน	4.75	0.44	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลตรงตามเนื้อหา	4.70	0.57	มากที่สุด
10. มีการวัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย	4.65	0.59	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.70	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.73	0.49	มากที่สุด

จากตาราง 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษ ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านเนื้อหา ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.80, S.D. = 0.40) โดยรายการด้านเนื้อหาที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน ($\bar{X}$= 4.85, S.D. = 0.37) ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.69, S.D. = 0.51) โดยรายการด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ภาระงานที่ให้มีความเหมาะสม ($\bar{X}$= 4.80, S.D. = 0.41) และผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านการวัดและประเมินผลในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.70, S.D. = 0.53) โดยรายการด้านการวัดและประเมินผลที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ การวัดและประเมินผลเป็นไปตามที่ตกลงก่อนเรียน ($\bar{X}$= 4.75, S.D. = 0.44) โดยรวมทั้ง 3 ด้าน มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.73, S.D. = 0.49)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 My family ซึ่งภาระงานในกิจกรรมนี้ คือ การให้นักเรียนออกแบบวาดภาพระบายสี แต่งประโยค เล่าเรื่องเกี่ยวกับตนเอง และบุคคลในครอบครัว พร้อมให้นักเรียนนำเสนองาน พบว่า ในขั้นที่ 1 ขั้นก่อนปฏิบัติงาน (Pre-task) นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ใหม่ที่ต้องใช้ในการทำภาระงาน โดยการศึกษาค้นคว้าความหมายของคำศัพท์ การแต่งประโยค การฝึกออกเสียงคำศัพท์และประโยค ครูต้องคอยดูแนะนำในเรื่องของการค้นหาความหมายของคำศัพท์ การแต่งประโยค ต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนออกเสียงคำศัพท์อยู่ตลอดเวลา และนักเรียนมีความสับสน ไม่เข้าใจในขั้นตอนกระบวนการ ครูจึงต้องอธิบายและชี้แจง ขั้นที่ 2 ขั้นระหว่างปฏิบัติงาน (During-task) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานที่ภาระงานที่ครูมอบหมายให้ออกแบบวาดภาพระบายสี แต่งประโยค เล่าเรื่องเกี่ยวกับตนเอง และบุคคลในครอบครัว นักเรียนนำคำศัพท์

มาแต่งเป็นประโยค พร้อมทั้งสื่อความหมายออกมาเป็นภาพวาด นักเรียนฝึกพูดกับเพื่อน ๆ เพื่อออกมานำเสนอผลงานของตนเอง ในขั้นนี้นักเรียนส่วนใหญ่จะเขินอายฝึกพูดคนเดียว พูดเบา จนครูต้องคอยแนะนำให้นักเรียนฝึกพูดออกเสียงให้ดังขึ้น และชัดเจนขึ้น ขั้นที่ 3 ขั้นหลังปฏิบัติงาน (Post-task) นักเรียนแต่ละคนออกมานำเสนอผลงานของตนเอง ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเขินอาย เนื่องจากกลัวการนำเสนอ ครูจึงจำเป็นต้องเสริมแรงทางบวกด้วยการให้รางวัลหลังการนำเสนอ

การเรียนการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 Career ซึ่งภาระงานในกิจกรรมนี้ คือ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและเลือกอาชีพที่สนใจ นำคำศัพท์ที่เกี่ยวกับอาชีพนั้นมาแต่งประโยค จากนั้นให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงบทบาทสมมติ พบว่า ในขั้นที่ 1 ขั้นก่อนปฏิบัติงาน (Pre-task) นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ใหม่ที่ต้องใช้ในการทำภาระงาน โดยการศึกษาค้นคว้าความหมายของคำศัพท์ การแต่งประโยค การฝึกออกเสียงคำศัพท์และประโยค นักเรียนสามารถค้นหาความหมายของคำศัพท์ได้คล่องแคล่วขึ้น รวมถึงการแต่งประโยค และการฝึกพูดออกเสียงคำศัพท์ ขั้นที่ 2 ขั้นระหว่างปฏิบัติงาน (During-task) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานที่ภาระงานที่ครูมอบหมายให้ ในกิจกรรมนี้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น เนื่องจากต้องทำงานเป็นกลุ่ม มีการฝึกพูด ซ้อมบทบาทสมมติ คนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า โดยที่ครูคอยแนะนำบ้างเล็กน้อย ขั้นที่ 3 ขั้นหลังปฏิบัติงาน (Post-task) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงบทบาทสมมติได้ นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น และปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้นเช่นกัน เนื่องจากในการแสดงบทบาทสมมติไม่เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้สอนสามารถยืดหยุ่นได้

การเรียนการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 Happy activities ซึ่งภาระงานในกิจกรรมนี้ คือ ให้นักเรียนในกลุ่ม จัดทำสมุดบันทึกเล่มเล็ก เกี่ยวกับกิจกรรมที่บุคคลต่าง ๆ ในครอบครัว ชื่นชอบ วาดภาพพร้อมบรรยายภาพในแต่ละภาพ พร้อมให้นักเรียนนำเสนองาน พบว่า ในขั้นที่ 1 ขั้นก่อนปฏิบัติงาน (Pre-task) นักเรียนสามารถค้นหาความหมายของคำศัพท์ได้คล่องแคล่วมาก โดยที่ครูไม่ต้องแนะนำ รวมถึงการแต่งประโยค และการฝึกพูดออกเสียงคำศัพท์ ขั้นที่ 2 ขั้นระหว่างปฏิบัติงาน (During-task) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานที่ภาระงานที่ครูมอบหมายให้ ในกิจกรรมนี้นักเรียนมีการแบ่งงาน แบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม มีการฝึกพูด ออกเสียงคำศัพท์ ช่วยกันแต่งประโยค โดยครูสังเกตว่านักเรียนทุกคนในกลุ่มต่างมีบทบาทในการแสดงความคิดเห็น คนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า ขั้นที่ 3 ขั้นหลังปฏิบัติงาน (Post-task) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน โดยมีการแบ่งหน้าที่กันนำเสนอในส่วนที่ตนเองได้ลงมือทำ ในขั้นนี้นักเรียนกล้าพูดและกล้าแสดงออกมากขึ้น รวมทั้งมีความภูมิใจในผลงานของตนเอง

อภิปรายผลการศึกษา

การพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำประเด็นสำคัญที่ค้นพบมาอภิปรายผล ดังนี้

1. การเปรียบเทียบทักษะการฟังภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน ส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ภาษาโดยการได้ฝึกปฏิบัติจริงจากการทำงานปฏิบัติ ซึ่งงานปฏิบัตินั้นมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงและมุ่งเน้นความหมายในด้านการสื่อสารมากกว่ารูปแบบภาษา ซึ่งสอดคล้องกับความจำเป็นและความต้องการของสังคม เอื้อที่จะให้ผู้เรียนมีความชำนาญเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นความจำเป็นของสังคมที่จะต้องพัฒนาเยาวชนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ เรียนรู้ตลอดชีวิต ชิ้นงานที่กำหนดมีความสอดคล้องสามารถนำไปใช้จริงในชีวิต ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ผู้เรียนสนุกกับการเรียน เพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้มาสร้างสรรค์ผลงาน ส่งเสริมสนับสนุนการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีเวลาที่จะเรียนรู้จากกันและกัน คนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า ผู้เรียนเห็นความก้าวหน้าหรือปัญหาด้วยตนเอง ควบคุมการทำงานของตนเองได้ ฝึกความรับผิดชอบ หรือกล่าวอีกในหนึ่งคือ การใช้ภาระงานเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะภาษาเป้าหมายของผู้เรียน ในประเภทของภาระงานที่แตกต่างกันออกไปช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความสามารถ

ในการใช้ภาษาเป้าหมายสื่อสารได้อย่างมีความหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เรณู รื่นยุทธ (2554) ที่ศึกษาผลการใช้กิจกรรมมุ่งงานปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะการฟัง-พูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร พบว่า ความสามารถด้านการฟัง-พูดภาษาอังกฤษของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมมุ่งงานปฏิบัติสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. การเปรียบเทียบทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกพูด ฝึกออกเสียง มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปฏิบัติงาน ส่งผลให้ผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนไปใช้สื่อสารเพื่อปฏิบัติงาน โดยการฝึกออกเสียงนั้นไม่จำเป็นต้องออกเสียงชัดเจนเหมือนเจ้าของภาษา การที่นักเรียนได้ฝึกพูด ฝึกออกเสียงนั้นทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการพูดภาษาอังกฤษเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปานตา ใช้เทียมวงศ์ (2541) ที่กล่าวใน เทคนิคและวิธีการสอนในระดับประถมศึกษาว่า การสอนทักษะฟังและพูดจากหนังสือ Keep Talking, Book Two ระบุว่าการสอนทักษะฟังและการพูด ควรเน้นการพูดภาษาอังกฤษเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาภาษาอังกฤษที่เรียนมาแล้วมาใช้ในการสื่อสารได้ และฝึกความเข้าใจในการฟังภาษาอังกฤษของชาวต่างประเทศ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องออกเสียงชัดเจนเหมือนชาวต่างประเทศ และงานวิจัยของ หริศักดิ์ พลตรี (2559) ที่ศึกษาผลการใช้บทเรียนภาษาอังกฤษที่เน้นภาระงานและสาระท้องถิ่นต่อความสามารถการฟัง-พูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนน้ำเกลี้ยงวิทยา พบว่า ความสามารถการฟัง-พูดของนักเรียนหลังจากการใช้บทเรียนภาษาอังกฤษที่เน้นภาระงานและสาระท้องถิ่นต่อความสามารถการฟัง-พูดภาษาอังกฤษสูงกว่าก่อนการใช้บทเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ภาษาโดยการได้ฝึกปฏิบัติจริงจากการทำงานปฏิบัติ ซึ่งงานปฏิบัตินั้นมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชิ้นงานที่กำหนดมีความเหมาะสม และสอดคล้องสามารถนำไปใช้จริงในชีวิต ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อยากเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างแท้จริง ผู้เรียนสนุกกับการเรียน เพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้มาสร้างสรรค์ผลงาน สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจและภูมิใจในชิ้นงานของตนเองเป็นอย่างมาก สอดคล้องกับ หริศักดิ์ พลตรี (2559) ที่ศึกษาผลการใช้บทเรียนภาษาอังกฤษที่เน้นภาระงานและสาระท้องถิ่นต่อความสามารถการฟัง-พูด ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนน้ำเกลี้ยงวิทยา พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนภาษาอังกฤษที่เน้นภาระงานและสาระท้องถิ่น เพื่อพัฒนาความสามารถการฟัง-พูดภาษาอังกฤษ อยู่ในระดับดี เนื่องจากการสร้างชิ้นงาน ส่งเสริมสนับสนุนการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีเวลาที่จะเรียนรู้จากกันและกัน คนเก่งช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าผู้เรียนเห็นความก้าวหน้าหรือปัญหาด้วยตนเอง ฝึกความรับผิดชอบ และควบคุมการทำงานของตนเองได้

สรุปผลการศึกษา

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน พบว่า ทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นภาระงาน เพื่อพัฒนาทักษะการฟังและพูดภาษาอังกฤษ พบวามีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551. กระทรวงศึกษาธิการ.

ปานตา ใช้เทียมวงศ์. (2541). เทคนิคและวิธีการสอนในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เรณู รื่นยุทธ. (2554). การศึกษาผลการใช้กิจกรรมมุ่งงานปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะการฟัง-พูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางขุนเทียนศึกษา สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานครวารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) ปีที่ : 3 ฉบับที่ : 5 เลขหน้า : 91-101 ปี พ.ศ. : 2554

วรพงษ์ สุภูตะโยธิน. (2542). การศึกษาพฤติกรรมการสอนวิชาภาษาอังกฤษของครูผู้สอนภาษาอังกฤษในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สิรี แหวนทอง. (2545). ภาษาอังกฤษกับนักเรียนไทย. สารพัฒนาหลักสูตร, 15(1), 51-54.

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2560). ผลการสอบกลุ่มสารการเรียนรู้ (วิชาภาษาอังกฤษ) ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2560.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต1. (2558). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

หริศักดิ์ พลตรี. (2559). ผลการใช้บทเรียนภาษาอังกฤษที่เน้นภาระงานและสาระท้องถิ่นต่อความสามารถการฟัง-พูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนน้ำเกลี้ยงวิทยา. Veridian E-Journal, Silpakorn University. ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม 2559. หน้า 1108-1123

Ellis, R. (2003). Task-based Language Learning and Teaching. Oxford: Oxford University Press. p. 243-262

Willis, J. (1996). A Framework for Task-Based Learning. Essex: Longman. P.53-58

การพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวร

บุษบง จันทมล ณัฏวรันธร เชื้อฉลาด เจนจิรา กาแฮ และกันตพัฒน์ อนุศักดิ์เสถียร*

Evaluation of the Depression Assessment Test for Naresuan University Students

Butsabong Jantamol, Natwaranthorn Chuachalard, Janjira Kahae and Kantabhat Anusaksathien*

ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
Department of Psychology, Faculty of Social Sciences, Naresuan University, 65000
*Corresponding author. E-mail: kantabhata@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี่มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเกณฑ์ในการประเมินระดับความรุนแรงของอาการซึมเศร้าและเพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของประสิทธิภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 32 คน ที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคซึมเศร้าจากจิตแพทย์ แล้วได้รับการทดสอบด้วยแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาเกณฑ์มาตรฐาน และเปรียบเทียบคุณภาพกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) เพื่อวิเคราะห์ค่า Receiver operating characteristic curve (ROC) และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า เกณฑ์มาตรฐานของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย มี 4 ระดับ คือ คือ <13 คือ ไม่มีอาการของภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก ช่วงคะแนนระหว่าง 13 – 21 คะแนน คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย ช่วงคะแนนระหว่าง 22 – 35 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง ช่วงคะแนนระหว่าง 36 – 54 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง สำหรับค่าพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under Curve; AUC) ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้า เท่ากับ 1.000 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร และ แบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม เท่ากับ .889 สรุป เครื่องมือแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิยาลัยนเรศวร มีคุณภาพใกล้เคียงกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) ดังนั้นจึงสามารถนำเครื่องมือมาใช้ในการคัดกรองภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

คำสำคัญ: แบบประเมินภาวะซึมเศร้า ภาวะซึมเศร้า นิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

Abstract

The purposes of this study were to determine the severity of depression for Naresuan University students and to investigate the quality of the Depression Assessment Test for Naresuan University students. A sample of 32 Naresuan University students who had been diagnosed with depressive disorder were given the test and also the 9Q. Data were analyzed to find similarities in test results of the two tests for each student. Comparisons were made by using receiver operating characteristic curve (ROC) and the Pearson product moment correlation coefficient. The area under curves (AUC) of the depression assessment was 1.000 and the Pearson product moment correlation coefficient between depression assessment and 9Q was .889. The standard criteria of the depression assessment for university students had 4 levels; no-low depression level as < 13 score, mild depression level as 13-21 score, moderate depression level as 22-35 score, and severe depression level as 36-54 score. Conclusion: The Naresuan University Depression Assessment can be a useful tool to determine depression and can be used to screen for depression of Naresuan University students.

Keywords: Depression Assessment, depression, Naresuan University students

บทนำ

ปัญหาในด้านสุขภาพจิตที่สำคัญและพบได้มากในปัจจุบัน คือ ภาวะซึมเศร้า ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นโดยจากการสำรวจทางระบาดวิทยาสุขภาพจิตคนไทย ปีพ.ศ. 2560 ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีคนไทยประมาณ 1.5 ล้านคน ที่ป่วยเป็นโรคซึมเศร้าเป็นสถิติที่สูงขึ้นสี่แสนรายจากสถิติปีพ.ศ. 2557 และในช่วงวัยรุ่นถึงช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนต้นถือว่ามีความเสี่ยงเป็นโรคซึมเศร้ากว่า 3 ล้านคน เนื่องจากในช่วงวัยรุ่นตอนปลายที่กำลังเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ตอนต้นเป็นช่วงที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยถือว่าเป็นระดับการศึกษาที่สำคัญในช่วงชีวิตหนึ่ง ซึ่งในช่วงวัยดังกล่าวตรงกับช่วงอายุในทฤษฎีของ Erikson (ศรีเรือน แก้วกังวาล, 2545) กล่าวว่า ช่วงอายุ 18-25 ปี เป็นระยะวัยรุ่นตอนปลายค่อนไปทางผู้ใหญ่ถือว่าเป็นจุดเปลี่ยนของชีวิตทั้งทางอารมณ์ ความคิด จิตใจ ความเชื่อและสังคม อีกทั้งยังเป็นช่วงกำลังเรียนหนังสือ มีการเรียนรู้ทางด้านวิชาการ และการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น รวมถึงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และเป็นช่วงที่ต้องมีความรับผิดชอบกับสิ่งต่าง ๆ มากขึ้นทำให้ในช่วงวัยนี้มีอารมณ์แปรปรวน เครียดง่าย โกรธง่าย จนอาจเกิดเป็นอารมณ์ซึมเศร้าได้ และจากการศึกษาภาวะซึมเศร้าพบว่ามีจำนวนร้อยละของนักศึกษาที่ค่อนข้างสูง เช่น ในนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงรายพบว่ามีภาวะซึมเศร้าร้อยละ 31.9 (พัชราวรรณ และสมพร, 2558) และความชุกของภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรพบว่ามีร้อยละ 24 (สุกัญญา, 2558)

การประเมินภาวะซึมเศร้าที่มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง จากการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยเรื่องการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง (ธิดารัตน์, ณัฏวรันธร, ปัญฑนีย์, อรพิน, สุพัฐธิชา, ณัฐฎา และกันตพัฒน์, 2560). ได้ทำการศึกษาเพียงขั้นตอนของการสร้างเครื่องมือและได้หาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และหาจุดตัดที่ใช้แยกระหว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะซึมเศร้ากับกลุ่มที่มีภาวะซึมเศร้า พบว่าข้อคำถามของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรสามารถนำมาใช้งานได้ ข้อคำถามสามารถเข้าถึงบริบทกลุ่มนิสิตในมหาวิทยาลัยและมีจำนวนข้อที่เหมาะสม แต่ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ปกติที่ใช้แบ่งระดับความรุนแรงของอาการภาวะซึมเศร้า

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตในมหาวิทยาลัยเพื่อให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าหากสามารถประเมินภาวะซึมเศร้าได้ว่ามีความเสี่ยงต่อภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการภาวะซึมเศร้าอยู่ในระดับความรุนแรงใด จะทำให้หาแนวทางในการป้องกันและการบำบัดรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยที่จะนำแบบประเมินไปใช้เพื่อประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิต เพราะถ้าหากทราบว่ามีนิสิตคนใดมีภาวะซึมเศร้าหรือมีความเสี่ยงต่อภาวะซึมเศร้าจะได้สามารถหาวิธีการช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที ถือเป็นความพร้อมในด้านการดูแลนิสิตของมหาวิทยาลัย โดยทำการแก้ไขและหาทางป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก และดูแลจนกระทั่งสามารถจัดการกับสภาวะทางอารมณ์ของตนเองและกลับมาใช้ชีวิตได้อย่างมีความสุข

การทบทวนวรรณกรรม

โดยทั่วไป ไปคำว่าภาวะซึมเศร้า (Depression) และคำว่าความเศร้า (Sad) มีความหมาย เหมือนกัน แต่ในทางคลินิกภาวะซึมเศร้าจะประกอบด้วยความรู้สึกมากกว่า 1 อย่างอาทิ ความ โกรธ ความกลัว ความกังวล ความสิ้นหวัง ความรู้สึกผิด ความไร้อารมณ์ และ/หรือความเศร้า ซึ่งเหล่านี้จัดเป็นภาวะที่อันตรายต่อร่างกาย และมีผลกระทบต่อการทำงานของสมองหรือการดำเนินชีวิตประจำวัน สมภพ เรืองตระกลู (สุมณฑา, 2556) ได้ให้ความหมายของ ภาวะซึมเศร้าว่า หมายถึง ภาวะจิตใจที่หม่นหมอง หดหู่เศร้า รู้สึกท้อแท้หมดหวงั มองโลกในแง่ร้าย รู้สึกถึงคุณค่าในตนเองต่ำ ตำหนิตนเองความรู้สึกเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการสูญเสียและคงอยู่เป็นเวลานาน และมีอาการแสดงออกในหลาย ๆ อย่าง เช่น ใจคอหดหู่ ไม่มีชีวิตชีวา ไม่แจ่มใส รู้สึกไร้คุณค่า คิดกับตนเองในแง่ลบ นอนไม่หลับอ่อนเพลีย ความคิดเชื่องช้า มีความคดิอยากตาย

สมาคมจิตเวชศาสตร์สหรัฐอเมริกา กล่าวว่าอารมณ์เศร้า มักมีรายงานของความรู้สึกซึมเศร้า ความเศร้าโศก หมดหนทางและหมดหวัง (ปริยศ กิตติธีระศักดิ์, ม.ป.ป.) มาโนช หล่อตระกูล ได้กล่าวว่า "โรค" บ่งว่าเป็นความผิดปกติทาง

การแพทย์ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาเพื่อให้อาการทุเลา ต่างจากภาวะอารมณ์เศร้า ตามปกติธรรมดา ซึ่งถ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัวคลี่คลายลง หรือมีคนเข้าใจเห็นใจ อารมณ์เศร้านี้ก็ อาจหายได้ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคซึมเศร้านอกจากมีอารมณ์ซึมเศร้าร่วมกับอาการต่าง ๆ แล้ว การทำงานหรือการประกอบกิจวัตรประจำวันก็แย่ลงด้วย คนที่ทำงานต้องรับผิดชอบ จะเกิดความบกพร่อง จนถูกเพ่งเล็ง เรียกว่าตัวโรคทำให้การประกอบกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ บกพร่องลง ดังนั้นการเป็นโรคซึมเศร้าไม่ได้หมายความว่า ผู้ป่วยจะเป็นที่คนอ่อนแอ คิดมาก หรือเป็นคนไม่สู้ปัญหา เอาแต่ท้อแท้ ซึมเซา แต่เป็นเพราะตัวโรค กล่าวได้ว่าถ้าได้รับการรักษาที่ถูกต้อง เหมาะสม โรคจะทุเลาลง กลับมาเป็นผู้ที่มีจิตใจแจ่มใส พร้อมจะทำกิจวัตรต่าง ๆ ดังเดิม ผู้ที่ป่วยเป็น โรคซึมเศร้าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก การเปลี่ยนแปลงหลัก ๆ จะเป็นในด้านของ อารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรม ร่วมกับอาการทางร่างกาย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าตามแนวคิดของเบค (Beck, 1967 อ้างถึงใน วสุมณฑา น้อยบุญเติม, 2556) จึงพิจารณาอาการและการแสดงของภาวะซึมเศร้าตามแนวคิดของเบค สามารถสรุปอาการและการแสดงภาวะซึมเศร้า ได้ดังนี้

1. อาการแสดงออกทางด้านอารมณ์ซึ่งเป็นอาการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของความรู้สึกของบุคคลหรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยมีเหตุผลจากความรู้สึกโดยตรง มีการแสดงออกในลักษณะต่าง ๆ โดยมีอารมณ์เศร้าเป็นอาการสำคัญ เช่น หดหู่ ซึมเศร้า ไม่มีชีวิตชีวา ไม่สดชื่นแจ่มใส ชีวิตไม่มีความสุข รู้สึกโดดเดี่ยว หมดกำลังใจ อารมณ์หงุดหงิด ฉุนเฉียวง่าย รู้สึกต่อตนเองในทางลบ เช่น รู้สึกว่าตนเองผิดบาป ไร้ค่า

2. อาการแสดงออกทางด้านความคิด เป็นความคิดทางด้านลบต่อตนเอง ต่อโลก และต่ออนาคต ตามแนวคิดของเบคในด้านความคิดต่อตนเองมีความรู้สึกว่าตนเองไร้ประสิทธิภาพ ตำหนิติเตียนตนเอง โทษตนเอง มองตนเองว่าบกพร่อง มีความลำบากในการเลือกการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ มีความคิดช้า ต้องพึ่งพาผู้อื่น มีความรู้สึกในคุณค่าตนเองต่ำ คิดว่าตนเองล้มเหลว ทำอะไรไม่สำเร็จ ไม่ดี ทำให้รู้สึกท้อแท้สิ้นหวัง คิดว่าตนเองมีอุปสรรคมากมายที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ทำให้ไม่พอใจในตนเอง ถ้ามีอาการรุนแรงทำให้เกิดความคิดฆ่าตัวตายได้ ความคิดทางด้านลบต่อโลก คือ มีความคิดว่าชีวิตตนเองมีอุปสรรคมากมาย ทำให้แปลความหมายของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ตนเองได้รับความเจ็บปวด รู้สึกว่าตนเองถูกใส่ร้ายจากบุคคลรอบข้างเป็นประจำความคิดทางด้านลบต่ออนาคต คือ คิดว่าเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความลำบากในปัจจุบันจะดำเนินต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด มองอนาคตว่า จะมีความยุ่งยากอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทำให้เกิดความท้อแท้สิ้นหวังต่ออนาคต

3. อาการแสดงเกี่ยวกับแรงจูงใจ เป็นอาการแสดงออกถึงความสูญเสียแรงจูงใจ ขาดสิ่งกระตุ้น ขาดแรงจูงใจที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ท้อแท้สิ้นหวัง ขาดความคิดริเริ่ม ขาดพลังใจที่จะทำงานต่าง ๆ ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

4. อาการแสดงด้านร่างกายและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ มีความอยากรับประทานอาหารลดลง ซึ่งเป็นอาการแสดงที่พบได้บ่อยเป็นอันดับแรกของผู้ที่มีภาวะซึมเศร้า มีความผิดปกติเกี่ยวกับการนอนหลับ เช่น นอนไม่หลับ หรือหลับยาก มีอาการอ่อนเพลีย ไม่มีเรี่ยวแรง เบื่อหน่าย

5. สัมพันธภาพกับบุคคลอื่นลดลง ความสนใจต่อบุคคลอื่นลดลง ไม่ต้องการอยู่ร่วมกับผู้อื่น แยกตัว หลบหนีจากสังคม การแสดงอาการทางภาวะซึมเศร้าที่แสดงออกมานั้น จะมีมาจากหลายเหตุปัจจัยซึ่งจะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลที่ต้องเจอกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และการแสดงอาการภาวะซึมเศร้าออกมาในแต่ละคนก็จะมีระดับที่แตกต่างกันออกไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้ที่มีการอาการภาวะซึมเศร้าจะมีการแสดงออกทางด้านอารมณ์ในลักษณะอารมณ์เศร้า หดหู่ ว้าเหว่ สิ้นหวัง รู้สึกว่าตนเองไร้ค่า มีความคิดในทางลบ มีการตำหนิตนเอง มองว่าตนเองด้อยค่า ไม่มีประโยชน์ โลกนี้โหดร้าย ไม่น่าอยู่ ถ้ามีอาการรุนแรงอาจมีความคิดอยากฆ่าตัวตาย เนื่องจากไม่มีแรงจูงใจในการดำเนินชีวิต หรือทำสิ่งต่าง ๆ เมื่อมีอาการเหล่านี้จะส่งผลให้ร่างกายไม่มีเรี่ยวแรง นอนไม่หลับ ไม่อยากทำกิจกรรมต่าง ๆ และเกิดการแยกตัวออกจากสังคม ไม่พบปะหรือสร้างสัมพันธภาพกับผู้อื่น เป็นต้น

เครื่องมือการประเมินภาวะซึมเศร้า

การประเมินภาวะซึมเศร้าที่ผู้วิจัยได้นำมาสร้างและพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวรในวิจัยฉบับนี้ ได้ถูกพัฒนามาจากแนวคิดของ 4 แบบวัดและแบบคัดกรองดังต่อไปนี้

1. แบบวัดภาวะซึมเศร้าของเบค (Beck Depressive Inventory [BDI])เบคสร้างขึ้นครั้งแรกในปี 1961 เพื่อประเมินอาการซึมเศร้าในวัยรุ่นและผู้ใหญ่ แบบวัดประกอบด้วยคำถาม 21 ข้อ เป็นคำถามเกี่ยวกับอาการทางจิตใจ 15 ข้อ และอาการทางด้านร่างกาย 6 ข้อ ใช้ครั้งแรกโดยการสัมภาษณ์ผู้ป่วยและผู้สัมภาษณ์เป็นคนกรอกคำตอบลงในแบบวัด ทั้งนี้เพื่อลดความผิดพลาดในการรายงาน ต่อมาเป็นแบบสอบถามให้ผู้ป่วยตอบเอง เป็นเครื่องมือที่มีความคงที่ในแต่ละหัวข้อและมีความน่าเชื่อถือสูงและมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาหารซึมเศร้า สามารถคัดกรองภาวะซึมเศร้าและประเมินภาวะเสี่ยงต่อการฆ่าตัวตาย ใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามประมาณ 5-10 นาที ผู้ตอบอาจเป็นประชาชนทั่วไป ผู้ป่วยจิตเวช ผู้ป่วยอายุรกรรม และมีประโยชน์มากในผู้สูงอายุ ข้อดีของแบบสอบถามคือ จำนวนข้อไม่มาก ถ้าผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีความเข้าใจจะง่ายต่อการทำ การทำให้เวลามาก ใช้ง่าย และประเมินซ้ำได้ ทำให้มีผู้นิยมนำมาใช้ในการพัฒนางานบริการและงานวิจัยมาก

2. แบบคัดกรองโรคซึมเศร้าด้วย 2 คำถาม (2Q) มีความไว อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม 97 % และมีค่าความจำเพาะ 44 % การใช้แบบคัดกรองนี้จะทำให้ค้นพบผู้ป่วยโรคซึมเศร้าและผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง อย่างไรก็ตามแบบคัดกรองจะมีผลบวกลวงอยู่จำนวนหนึ่ง จึงจำเป็นต้องประเมินอีกครั้งด้วยแบบวัดที่มีความจำเพาะสูงได้แก่ แบบวัดโรคซึมเศร้าด้วย 9 คำถาม (9Q) ซึ่งมีความจำเพาะ 93 % และการทำนายโรคมีผลเป็นบวก 11.4 และแม้ว่าเครื่องมือคัดกรองโรคซึมเศร้าที่สามารถใช้ในเวชปฏิบัติทั่วไปหรือสถานบริการปฐมภูมิ การหารด้วย 2 คำถาม พบว่ามีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากแบบวัดที่มีจำนวนข้อมากกว่า

3. แบบวัดโรคซึมเศร้าด้วย 9 คำถาม (9Q) ได้ประเมินระดับความรุนแรงของอาการโรคซึมเศร้าที่ตรงกับบริบทของผู้ที่มีภาวะซึมเศร้า จากการหาจุดตัดคะแนนที่เหมาะสม คือ จุดตัดที่ 7 คะแนนขึ้นไป มีค่าความไวสูงร้อยละ 75.68 ความจำเพาะสูงถึงร้อยละ 93.37 เมื่อเทียบกับการวินิจฉัยโรคซึมเศร้า (MDD) ค่าความน่าจะเป็นโรคซึมเศร้า 11.41 เท่า มีความแม่นตรงในการวัดการเปลี่ยนแปลงของโรคซึมเศร้าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง ใช้เวลาน้อย มีจำนวนข้อไม่มาก เหมาะสำหรับในการประเมินอาการของโรคซึมเศร้า แบบวัดโรคซึมเศร้า 9 คำถาม เมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานระดับสากล พบว่ามีความเที่ยงในระดับดีมาก และมีความจำเพาะค่อนข้างสูง จึงน่าจะสามารถนำมาประเมินอาการและติดตามอาการของโรคซึมเศร้าในคนไทยได้ (กรมสุขภาพจิต, 2555)

4. ธิดารัตน์, ณัฏวรันธร, ปัญฑนีย์, อรพิน, สุพัฐธิชา, ณัฐฎา และ กันตพัฒน์ (2560).ได้ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มโดยการบังเอิญ (Accidental sampling) และการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling : SRS) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามในแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยอยู่ระหว่าง 0.5 – 1.0 ได้จำนวน 23 ข้อ ค่าอำอาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง .319 - .725 มีค่าความเชื่อมั่นรายข้ออยู่ระหว่าง .903 - .912 ได้ตัดข้อคำถามเหลือ 18 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .900 และค่า receiver operating characteristic curve (ROC) ซึ่งมีค่าความไว (sensitivity) ร้อยละ 93.8 ค่าความจำเพาะ (specificity) ร้อยละ 7.1 พื้นที่ใต้กราฟ (AUC) 0.971 และแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) มีความสัมพันธ์กันทิศทางบวกในระดับสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ .859

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำงานวิจัยของ ธิดารัตน์, ณัฏวรันธร, ปัญฑนีย์, อรพิน, สุพัฐธิชา, ณัฐฎา และ กันตพัฒน์ (2560).มาพัฒนาต่อ เป็นการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการหาระดับของภาวะซึมเศร้า ของผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าตามความรุนแรงของอาการภาวะซึมเศร้า โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ไม่มีอาการซึมเศร้า ระดับเล็กน้อย ระดับปานกลาง ระดับรุนแรง

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการศึกษาในการทดลองเครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตมหาวิยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยจากจิตแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้าจำนวนทั้งหมด 32 คน จากการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling) ระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 (Isaac and Michael, 1995)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ระดับของภาวะซึมเศร้า หมายถึง อาการที่แสดงออกของผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าตามความรุนแรงของอาการภาวะซึมเศร้า

1.1 ไม่มีอาการซึมเศร้า หมายถึง ไม่มีอารมณ์ซึมเศร้าหรือมีอารมณ์ซึมเศร้าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก โดยไม่มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต

1.2 ระดับเล็กน้อย หมายถึง มีอารมณ์ซึมเศร้าอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอาจเกิดเป็นครั้งคราว แต่สามารถหายได้แล้วสามารถดำชีวิตได้อย่างปกติ และสามารถเรียนหนังสือได้ตามปกติ ไม่มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต

1.3 ระดับปานกลาง หมายถึง การมีภาวะทางอารมณ์ที่รุนแรงขึ้นกว่าระดับต่ำ อารมณ์เศร้าไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ ซึ่งมีผลกระทบต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน แต่ก็ยังสามารถดำเนินชีวิตได้ อาจจะต้องหยุดเรียนหรือหยุดงานเป็นระยะ

1.4 ระดับรุนแรง หมายถึง ภาวะทางอารมณ์ที่มีความเศร้าอย่างมาก มีความเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมอย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก อาจจะต้องหยุดเรียนหรือหยุดทำงาน

2. นิสิตหรือนักศึกษา หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย

3. แบบประเมินภาวะซึมเศร้า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวม วิเคราะห์ และการรับรู้สภาวะทางอารมณ์ที่เกี่ยวกับภาวะซึมเศร้าของตนเองในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา

4. เกณฑ์มาตรฐาน (Norms) หมายถึง การแจกแจงของคะแนนจากประชากร และเป็นคะแนนที่จะบอกระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าให้มีคุณภาพ ดังนี้

1. เพื่อสร้างเกณฑ์ในการประเมินระดับความรุนแรงของอาการซึมเศร้า

2. เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย

วิธีการดำเนินงาน

กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยโดยจิตแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้า รวมทั้งสิ้น 32 คน

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria)

- นิสิตที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีอายุ 20-26 ปี สามารถอ่านออกและเขียนได้
- ได้รับการวินิจฉัยโดยจิตแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้าตามเกณฑ์การวินิจฉัย DSM-V
- ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria)

- ได้รับการวินิจฉัยโดยจิตแพทย์ว่ามีอาการทางจิตด้วยโรคอื่น ๆ
- ผู้ป่วยไม่สามารถให้ความร่วมมือได้ เช่น การได้ยินบกพร่องจนไม่สามารถสื่อสารให้เข้าใจได้

เครื่องมือที่ใช้

แบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร พัฒนาโดย ธิดารัตน์, ณัฏวรันธร, ปัญฑนีย์, อรพิน, สุพัฐธิชา, ณัฐฎา และ กันตพัฒน์ (2560). เป็นแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย มีจำนวน 18 ข้อ การ

ให้คะแนนและการแปลผลคะแนน จะมีข้อคำถาม ที่จะถามถึงความถี่ เช่น ไม่มีเลย เป็นบางวัน 1-7 วัน เป็นบ่อย มากกว่า 7 วัน หรือ เป็นทุกวัน โดยคะแนนจะคิดเป็น 0 1 2 3 ตามลำดับ

การแปลผลคะแนน รวมทั้งหมด 54 คะแนน โดยแบ่งระดับคะแนนที่ได้ดังนี้

ระดับที่ 1 คะแนนรวมน้อยกว่า < 13 ไม่มีอาการของภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก

ระดับที่ 2 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 13 – 21 มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย

ระดับที่ 3 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 22 – 36 มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง

ระดับที่ 4 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 37 – 54 มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง

วิธีการดำเนินการพัฒนาเครื่องมือ

วิธีการดำเนินการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

รูปที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขั้นตอนการวิจัย

การพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาแบบประเมิน เพื่อสร้างเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2. ศึกษานิยาม เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับของภาวะซึมเศร้าและแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

2.1 ศึกษานิยาม เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับอาการของภาวะซึมเศร้า

2.2 รวบรวมความหมายของระดับอาการของภาวะซึมเศร้า

2.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ประเมินภาวะซึมเศร้า

3. กำหนดระดับการประเมินภาวะซึมเศร้า สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ระดับของอาการภาวะซึมเศร้าในการประเมินภาวะซึมเศร้ามีทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ ไม่มีอาการภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก, มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย, มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง และมีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง

4. การเก็บรวบรวม กับกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตมหาวิยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยจากจิตแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้าจำนวนทั้งหมด 32 คน ที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จากการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling) ระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

5. สร้างเกณฑ์มาตรฐานการประเมินของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคซึมเศร้าจากจิตแพทย์ จำนวนทั้งหมด 32 คน โดยใช้สูตรคะแนนมาตรฐานที (Transformed T-score)

6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคซึมเศร้าจากจิตแพทย์ จำนวนทั้งหมด 32 คน โดยการหา Receiver operating characteristic curve (ROC)

7. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคซึมเศร้าจากจิตแพทย์ จำนวนทั้งหมด 32 คน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปสร้างเกณฑ์มาตรฐานและตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. การสร้างเกณฑ์มาตรฐาน (Norm) ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยวิเคราะห์จากสูตรคะแนนมาตรฐานที (Transformed T-score)

2. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) โดยการหา Receiver operating characteristic curve (ROC)

3. วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 32 คน ได้รับการวินิจฉัยโดยจิตแพทย์ว่าเป็นโรคซึมเศร้า 32 คน มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 14 ถึง 51 คะแนน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมาตรฐานที (T-score)

คะแนนดิบ	Z-score	T-score
14	-1.4828	35.17
15	-1.38206	36.18
16	-1.28132	37.19
16	-1.28132	37.19
16	-1.28132	37.19
17	-1.18058	38.19
18	-1.07983	39.2
22	-0.67686	43.23
23	-0.57612	44.24

คะแนนดิบ	Z-score	T-score
24	-0.47538	45.25
24	-0.47538	45.25
24	-0.47538	45.25
24	-0.47538	45.25
25	-0.37464	46.25
26	-0.27389	47.26
27	-0.17315	48.27
28	-0.07241	49.28
28	-0.07241	49.28
29	0.02833	50.28
31	0.22982	52.3
31	0.22982	52.3
32	0.33056	53.31
33	0.4313	54.31
37	0.83427	58.34
38	0.93502	59.35
38	0.93502	59.35
40	1.1365	61.37
41	1.23724	62.37
41	1.23724	62.37
41	1.23724	62.37
48	1.94244	69.42
51	2.24467	72.45

ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์คะแนนมาตรฐานซี (Z-score) ได้เท่ากับ -1.4828 ถึง 2.24467 และทำการแปลงค่าคะแนนมาตรฐานซี (Z-score) เป็นคะแนนมาตรฐานที (T-score) ได้เท่ากับ 35.17 ถึง 72.45 โดยมีค่าพิสัยของคะแนนมาตรฐานที (T-score) คือ 12.43 เมื่อเทียบกับโค้งปกติจะได้เกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้ในการจำแนกภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย คือ กลุ่มที่มีคะแนน T-score น้อยกว่า 43

กลุ่มที่มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง คือ กลุ่มที่มีคะแนน T-score อยู่ระหว่าง 43 ถึง 57

กลุ่มที่มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง คือ กลุ่มที่มีคะแนน T-score มากกว่า 57

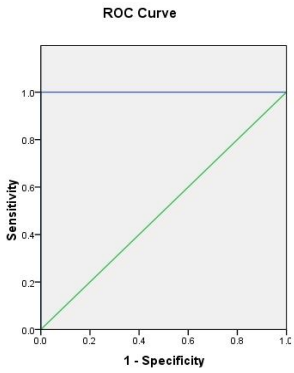
ดังตารางที่ 1 ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แก่ ช่วงคะแนนระหว่าง 13 – 13 คะแนน คือ ไม่มีอาการของภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก

ช่วงคะแนนระหว่าง 13 – 21 คะแนน คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย

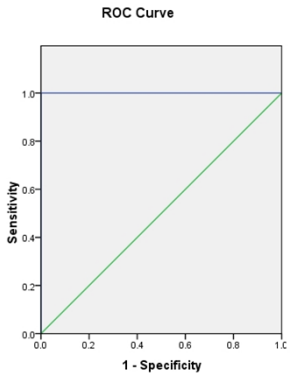
ช่วงคะแนนระหว่าง 22 – 35 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง

ช่วงคะแนนระหว่าง 36 – 54 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง

เมื่อนำข้อมูลจากการประเมินด้วยเครื่องมือแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรและแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) มาวิเคราะห์โดย Receiver operating characteristic curve (ROC) พบว่า พื้นที่ใต้กราฟ (area under curve; AUC) ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร เท่ากับ 1.000 และพื้นที่ใต้กราฟ (area under curve; AUC) ของแบบประเมินโรคซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) เท่ากับ 1.000



รูปที่ 1 แบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยแบบ
Area Under the Curve (AUC) = 1.000



รูปที่ 2 ประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q)
Area Under the Curve (AUC) = 1.000

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) ได้ค่าอยู่ที่ .889 ซึ่งปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันสูงและมีทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนดิบ และค่า T-score ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรระหว่างกลุ่มระดับน้อย กลุ่มระดับปานกลาง และกลุ่มระดับรุนแรง

แบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร	จำนวน (ร้อยละ)	ค่าคะแนนเฉลี่ย	T-score
กลุ่มระดับน้อย คะแนน = 13 – 21	7 (21.9)	16	<43
กลุ่มระดับปานกลาง คะแนน = 22 – 35	16 (50)	26.94	= 43-57
กลุ่มระดับรุนแรง คะแนน = 36 – 54	9 (28.1)	41.66	>57

จากตารางที่ 2 แสดงว่าผู้ตอบแบบประเมินภาวะซึมเศร้าอยู่ในระดับน้อยจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.9 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16 มีค่า T-score คือน้อยกว่า 43 ระดับปานกลางจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.94 มีค่า T-score คืออยู่ระหว่าง 43-57 และระดับรุนแรงจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.66 มีค่า T-score คือมากกว่า 57

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q)

แบบประเมิน	แบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q)
แบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร	.889**

***p<0.01*

จากตารางที่ 3 พบว่าแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรกับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ .889 ซึ่งปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันสูงและมีทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลการวิเคราะห์เกณฑ์มาตรฐานของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แบ่งระดับอาการของภาวะซึมเศร้าเป็น 4 ระดับ ได้แก่ <13 คือ ไม่มีอาการของภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก ช่วงคะแนนระหว่าง 13 – 21 คะแนน คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย ช่วงคะแนนระหว่าง 22 – 35 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง ช่วงคะแนนระหว่าง 36 – 54 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง เนื่องจากเกณฑ์มาตรฐานนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตในการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานจึงนำไปประเมินได้เฉพาะในบริบทของกลุ่มนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

2. พื้นที่ใต้กราฟ (Area Under Curve; AUC) ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร เท่ากับ 1.000 ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุคนธ์ทิพย์ บุญยัง, ปริทรรศ ศิลปะกิจ และอนุชาติ มาธนะสารวุฒิ (วารสารวิชาการสาธารณสุข, 2558) ได้ศึกษาเครื่องมือประเมินภาวะซึมเศร้าด้วยรูปภาพ มีพื้นที่ใต้โค้ง (area under receiver operating characteristic curve, AUC) เท่ากับ 0.83 และสฤษดิ์พงศ์ แซ่หลี และปิยะภัทร เดชพระธรรม (2560) ศึกษาความตรงเชิงเกณฑ์ของแบบสอบถาม Patient Health Questionnaire 9 และ 2 ข้อ (PHQ-9 และ PHQ-2) ฉบับภาษาไทยในการคัดกรองโรคซึมเศร้าในผู้สูงอายุชาวไทยได้ค่ากราฟ ROC เท่ากับ 0.96 ดังนั้นแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

3. แบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรมีความสัมพันธ์กับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) ทิศทางบวกในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการศึกษาค่า Spearman Rank Correlation (ธรรมศาสตร์เวชสาร, 2554) จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 โดยหากค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงถึงความแม่นตรงที่สูง และหากนำเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานที่ดี (ในงานวิจัยนี้คือ 9Q) ถูกนำมาใช้ในการวัด ค่าที่ได้ควรอย่างน้อย 0.8 ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของระหว่างสองแบบประเมิน เท่ากับ .889 ดังนั้นแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตได้ แต่อย่างไรก็ตามในการหาความสัมพันธ์รายข้อนั้นก็ยังพบว่าในด้านการพูดช้า ทำอะไรช้าจนคนอื่นสังเกตเห็นได้ หรือกระสับกระส่ายไม่สามารถอยู่นิ่งได้เหมือนที่เคยเป็นมีข้อคำถามจำนวน 2 ข้อของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่อาจทำให้การประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรไม่สามารถบ่งชี้ได้ในด้านการพูดช้า ทำอะไรช้าจนคนอื่นสังเกตเห็นได้ หรือกระสับกระส่ายไม่สามารถอยู่นิ่งได้เหมือนที่เคย จึงทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อย

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวนทั้งหมด 18 ข้อ ในการสร้างเกณฑ์ประเมินระดับความรุนแรงของอาการภาวะซึมเศร้าและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 32 คน ได้คะแนนดิบอยู่ระหว่าง 14 ถึง 51 คะแนน ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์เป็นคะแนนมาตรฐานซี (Z-score) ได้ค่าอยู่ระหว่าง -1.4828 ถึง 2.24467 และแปลงค่าคะแนนมาตรฐานซี (Z-score) เป็นคะแนนมาตรฐานที (T-score) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 35.17 ถึง 72.45 เมื่อเทียบกับโค้งปกติจะได้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับประเมินคะแนนของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ดังนี้ <13 คือ ไม่มีอาการของภาวะซึมเศร้าหรือมีอาการของภาวะซึมเศร้าน้อยมาก ช่วงคะแนนระหว่าง 13 – 21 คะแนน คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับน้อย ช่วงคะแนนระหว่าง 22 – 35 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง ช่วงคะแนนระหว่าง 36 – 54 คือ มีอาการของภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง

2. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องมือระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรและแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) พบว่าพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ในแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัย เท่ากับ 1.000 และแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) เท่ากับ 1.000 ซึ่งแสดง

ให้เห็นว่าแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรมีคุณภาพเทียบเท่ากับแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) และสามารถนำแบบประเมินไปใช้สำหรับนิสิตในมหาวิทยาลัยได้

3. ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรและแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) พบว่ามีความสัมพันธ์กันสูงมากและมีทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นถ้าผลของการตอบแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรเพิ่มขึ้นจะสัมพันธ์กับผลของการตอบแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) ที่เพิ่มขึ้นด้วย

4. ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อระหว่างแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรและแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม (9Q) พบว่ามีข้อคำถามจำนวน 2 ข้อของแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร คือ ท่านรู้สึกว่าอยู่นิ่งไม่ได้ขณะที่เรียนหรือทำกิจกรรม (r=0.234), ท่านทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ช้าลงกว่าปกติ (r=0.358) ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อคำถามของแบบประเมินภาวะซึมเศร้า 9 คำถาม คือ พูดช้า ทำอะไรช้าจนคนอื่นสังเกตเห็นได้ หรือกระสับกระส่ายไม่สามารถอยู่นิ่งได้เหมือนที่เคยเป็น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำเครื่องมือแบบประเมินภาวะซึมเศร้าสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร มาใช้ในการคัดกรองภาวะซึมเศร้าสาหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรต้องใช้อย่างระมัดระวัง

1.1 แบบประเมินภาวะซึมเศร้าเหมาะสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร หากต้องการนำแบบประเมินนี้ไปใช้ในประชากรอื่น ควรทำการศึกษาหาคุณภาพและสร้างเกณฑ์ปกติในการแปลความหมายของคะแนนใหม่เพื่อให้ได้ความเที่ยงตรง

1.2 สามารถนำไปใช้ในการประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร แล้วนำผลไปวางแผนพัฒนาการดูแลและป้องกันผู้ที่มีความเสี่ยงมีภาวะซึมเศร้า เพื่อลดความเสี่ยงและลดปัญหาทางสุขภาพจิต

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

กลุ่มตัวอย่างควรเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และอาจทำการปรับปรุงข้อคำถามในบางข้อ จะช่วยให้แบบประเมินมีคุณภาพที่บอกถึงความตรงและความเที่ยงของแบบประเมินและสามารถสร้างเกณฑ์ปกติได้อย่างครอบคลุม มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.กันตพัฒน์ อนุศักดิ์เสถียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างดำเนินการงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.พิษนุ อภิสมาจารโยธิน และ ดร.นิรันดร์ เงินแย้ม สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือเกี่ยวกับการทำวิจัย ขอขอบคุณ พญ.อารีย์ หินเพชร และบุคลากรประจำภาคจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรสำหรับความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำวิจัย ขอขอบคุณผู้ตอบแบบประเมินทุกท่านที่เสียสละเวลาและยินยอมให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาจิตวิทยาทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้จนสำเร็จการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.). องค์ความรู้เรื่องโรคซึมเศร้าการอบรมการใช้แนวทางการจัดการโรคซึมเศร้าสำหรับแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไปในสถานบริการระดับปฐมภูมิและทุติยภูมิ. สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2559, จาก www.thaidepression.com/www/54/km-cpg.ppt

จรัณพร โสตถิพันธุ์, ภัทรา วัฒนพันธุ์ และสุวรรณา อรุณพงค์ไพศาล. (2556). การศึกษาความถูกต้องของแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า KKU-DI ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีรอยโรคไขสันหลังในโรงพยาบาลศรีนครินทร์.เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร, 2556; 23(1):7-13.

ธิดารัตน์ พุทธวงษ์, ณัฏวรันธร เชื้อฉลาด, ปัญฑนีย์ รัศมี, อรพิน ทองรอง, สุพัฐธิชา เต็มสวัสดิ์, ณัฐฎา ดาวเรือง และกันตพัฒน์ อนุศักดิ์เสถียร. (2560). ประเมินภาวะซึมเศร้าในนิสิตมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. งานประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 14. 16 พฤศจิกายน 22561 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

ธรณินทร์ กองสุข, สุวรรณา อรุณไพศาล, ณรงค์ มณีทอน และคณะ. (2550). การพัฒนาและความเที่ยงตรงของแบบประเมินโรคซึมเศร้า 9 คำถาม ภาษาอีสาน. การประชุมวิชาการสุขภาพจิตนานาชาติ ครั้งที่ 6, 1-3 สิงหาคม 2550 ณ. โรงแรมปรินซ์พาเลซ กรุงเทพมหานคร. หน้า 128-129.

ธรรมนาถ เจริญบุญ. (2554). แบบประเมินและแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในประเทศไทย : ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้. ธรรมศาสตร์เวชสาร, 2554; 11(4):667-676.

นันทวัช สิทธิรักษ์. (2559). จิตเวชศิริราช DSM 5. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ประยูรสาส์นไทย การพิมพ์.

พรแก้ว หนูคำ. (2558). การสร้างเกณฑ์ปกติสมรรถภาพทางกายของนักเรียน อายุระหว่าง 7-9 ปี ที่นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบรูพา)

พิชัย อิฏฐสกุล. (2557). จิตแพทย์แนะ 9 วิธีต้านซึมเศร้า. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2559, จาก http://www.manarom.com/article-detail.php?id=666672

พิษณุ ฟองศรี. (2553). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

มาโนช หล่อตระกูล, ปราโมทย์ สุคนิชย์ และจักรกฤษณ์ สุขยิ่ง. (2538). การพัฒนาแบบวัด Hamilton Rating Scale for Depression ฉบับภาษาไทย. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 2539; 41(4): 235-246.

พัชราวรรณ แก้วกันทะ และ สมพร รุ่งเรืองกลกิจ. (2558). ความชุกของภาวะซึมเศร้าในนักศึกษาระดับอุดมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย. วารสารพยาบาลศาสตร์.Vol 42 No 4 (2015): ตุลาคม - ธันวาคม 2558

วนิดา พุ่มไพศาลชัย. (2559). ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบประเมินการขาดงานและความสามารถในการเพิ่มผลงานของแลม ฉบับภาษาไทย (LEAPS-T) ในผู้ป่วยโรคซึมเศร้าชนิดรุนแรงที่ทำงานมีรายได้. วารสารราชานุกูล, 2559; 31(2): 14-24.

วชิรพันธ์ เชื้อหมอ. (ม.ป.ป.). เครื่องมือในการวิจัย. ค้นเมื่อ 22 เมษายน 2561, จาก http://researchtoolstechedrmutt.blogspot.com/p/blog-page_07.html

รณชัย คงสกนธ์, สมบัติ ศาสตร์รุ่งภัค, อวยชัย โรจนนิรันกิจ, อุไร บูรณเชฐ. (2546). การพัฒนาแบบประเมิน Montgomery Asberg Depression Rating Scale (MADRS) ฉบับภาษาไทย. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 2546; 48(4): 211-219.

ศรีเรือน แก้วกังวาล. (2545). จิตวิทยาเด็กที่มีลักษณะพิเศษ พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขปรับปรุง. กรุงเทพฯ

สุกัญญา รักษ์ขจีกุล. (2556). ภาวะซึมเศร้าและพฤติกรรมการฆ่าตัวตายในนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย ปีที่ : 58 ฉบับที่ : 4 เลขหน้า : 359-370 ปีพ.ศ. : 2556

สุคนธ์ทิพย์ บุญยัง, ปริทรรศ ศิลปะกิจ และอนุชาติ มาธนะสารวุฒิ. (2558). เครื่องมือประเมินภาวะซึมเศร้าด้วยรูปภาพ. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 2558; 24(5): 844-853.

สุชีรา ภัทรายุตวรรตน์. (2551). คู่มือการวัดทางจิตวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: เมดิคัล มีเดีย.

สฤษดิ์พงศ์ แซ่หลี และปิยะภัทร เดชพระธรรม. (2560). การศึกษาความตรงเชิงเกณฑ์ของแบบสอบถาม PHQ-9 และ PHQ-2 ฉบับภาษาไทย ในการคัดกรองโรคซึมเศร้าในผู้สูงอายุชาวไทย. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร, 2560; 27(1): 30-37.

สุทธานันท์ ชุ่นแจ่ม, โสภิณ แสงอ่อน และทัศนา ทวีคูณ. (2554). การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวกับภาวะซึมเศร้าในประเทศไทย. รามาธิบดีพยาบาลสาร, 2554; 17(3): 412-429

สันต์ ใจยอดศิลป์. (2553). โรคซึมเศร้า (Major depression). สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2561, จาก http://visitdrsant.blogspot.com/2010/07/major-depression.html

สมนึก ภัททิยธนี. (2541). เกณฑ์ปกติ(Norms). วารสารการวัดผลการศึกษา, 2541; 4(1): 31-40. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2561, จาก https://edu.msu.ac.th/jem/home/

หวาน ศรีเรือนทอง, ธรณินทร์ กองสุข, สุพัตรา สุขาวห, ทรงพล โลดทนงค์ และจินตนา ลี้จงเพิ่มพูน. (2559). การพัฒนาแบบประเมินระดับความรุนแรงของพฤติกรรมก่อความรุนแรงในผู้ป่วยจิตเวชที่มีอาการรุนแรง. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 2559; 61(3): 253-266.

อรรัตน์ เชาวน์กุลจรัสศิริ และคณะ. (2558). การพัฒนาเครื่องมือคัดกรองภาวะซึมเศร้าในเด็ก ฉบับภาษาไทยโดยระบบคอมพิวเตอร์ The Development of Computerized Screening Tool for Depressed Mood in Thai Children and Adolescents. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 2558; 60(4): 265-274.

Andreas Hinz et al. (2016). Assessment of depression severity with the PHQ-9 in cancer patients and in the general population. BMC Psychiatry, 2016; 16: 22.

Isaac, S. and W.B. Michael. (1995). Handbook in Research and Evaluation. 3rd ed. San Diego, CA: EdITS.

Screening Scale: A Preliminary Reprot. J. psychical, 1983; 17: 37-49.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ

บุษยมาศ นาคเกิด ปริญดา เพ็ญโรจน์* และสุเชษฐ์ สมุหเสนีโต

The development of meal replacement drink for the elderly

Budsayamas Nakkerd, Parinda Penroj* and Suched Samuhasaneetoo

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม 73000
Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Muang, Nakorn Pathom, 73000
*Corresponding author. E-mail: ppenroj@yahoo.com

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุมักมีปัญหาด้านการเคี้ยวและการกลืน และยังพบว่ามักเป็นโรคกระดูกและท้องผูกได้ง่าย ควรบริโภคอาหารที่มีแคลเซียมและใยอาหารในปริมาณที่เพียงพอ จึงพัฒนาเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ 2 สูตร ได้แก่ สูตรเสริมแคลเซียมเพื่อบำรุงกระดูกและสูตรเสริมใยอาหารเพื่อช่วยระบบขับถ่าย โดยสูตรเสริมแคลเซียมได้ศึกษาปริมาณงาดำต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.17%, 0.26% และ 0.34% และสูตรเสริมใยอาหารได้ศึกษาปริมาณข้าวกล้องหอมมะลิแดง:ถั่วแดงต่างกัน 3 อัตราส่วน ได้แก่ 50:50, 60:40, และ 70:30 พบว่าปริมาณงาดำและอัตราส่วนข้าว:ถั่วแดงมีผลต่อ pH, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้, ค่าสี และความหนืดของเครื่องดื่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic แบบ 9 คะแนน ร่วมกับการทดสอบความพอดี (JAR) พบว่าปริมาณงาดำในสูตรเสริมแคลเซียมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคะแนนความชอบในทุกด้าน ($p > 0.05$) แต่สูตรปริมาณงาดำ 0.26% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ส่วนสูตรเสริมใยอาหารพบว่าอัตราส่วนข้าว:ถั่วแดง มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี ความข้นหนืดและกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านความหวานและความมัน โดยสูตรที่มีอัตราส่วนข้าว:ถั่วแดง 50:50 มีคะแนนความชอบด้านสี ความข้นหนืด กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงสุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติที่เป็นแหล่งแคลเซียมหรือใยอาหารเพื่อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มทางการค้า

คำสำคัญ: เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ แคลเซียม ใยอาหาร งาดำ ข้าวกล้องหอมมะลิแดง

Abstract

The elderly often has problems with chewing and swallowing. They tend to have problem of bone disease and constipation easily, so they should consume a sufficient amount of calcium and fiber. Therefore, 2 meal replacement drinks for the elderly, calcium supplementation formulas for bone maintenance and dietary fiber supplements to help the digestive system were developed. For the calcium supplementation formula, levels of black sesame were varied at 0.17%, 0.26%, and 0.34%. For dietary fiber supplement formula, ratio of red jasmine brown rice to red beans were varied at 50:50, 60:40 and 70:30. It was found that levels of black sesame and ratio of red jasmine brown rice to red beans significantly affectted pH, total soluble solid, color and viscosity of the products ($p \leq 0.05$). Sensory tests were performed using the 9 point Hedonic and JAR method. It was found that the amount of black sesame in the calcium supplement formula had no significant effect on the liking scores of all attributes ($p > 0.05$) but the formula with 0.26% black sesame received the highest overall liking score. For dietary supplement formulas, the ratio of rice to red beans significantly affected the liking scores of color, viscosity and flavor but did not affect liking score of sweetness and oiliness ($p \leq 0.05$). The formula with ratio of rice to red beans at 50:50 received the highest liking scores for color, viscosity, flavor and overall liking. The developed products use natural raw materials, resulting in calcium or dietary fiber are similar to the commercial.

Keywords: Meal replacement drink for the elderly, Calcium, Dietary fiber, Black sesame, Red jasmine brown rice

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพบว่าจำนวนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวนเพิ่มขึ้น ผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคมและระบบประสาทสัมผัส ซึ่งมักพบปัญหาทางด้านสุขภาพช่องปาก เช่น การบดเคี้ยวอาหารและการกลืนอาหาร ทำให้มีปัญหาในการรับประทานอาหารและอาจทำให้สามารถรับประทานอาหารได้น้อยลง ซึ่งอาจส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการที่จะได้รับในแต่ละมื้อไม่เพียงพอต่อความต้องการ (ชวิศา, 2561) จากปัญหาในการเคี้ยวและกลืนอาหาร อาจส่งผลต่อระบบขับถ่ายในผู้สูงอายุได้ทำให้เกิดอาการท้องผูก ผู้สูงอายุจึงควรรับประทานอาหารที่มีใยอาหารมาก ๆ เช่น ผักผลไม้ เพราะจะทำให้เกิดการขับถ่ายที่สะดวกขึ้นและยังพบปัญหาด้านกระดูกและฟันได้บ่อยในวัยผู้สูงอายุ (วันทนีย์, 2559) เนื่องจากความหนาแน่นของมวลกระดูกจะลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น จึงควรรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมสูง เช่น งาดำ บล็อคโคลี่ เป็นต้น จากการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารในผู้สูงอายุก่อนหน้านี้พบว่าผู้บริโภคต้องการสรรพคุณในด้านการช่วยบำรุงกระดูก 28.87% และช่วยในการขับถ่าย 20.92% และจากการสำรวจเครื่องดื่มทางการค้า 3 ยี่ห้อ (เอนชัวร์, โปรชัวร์และมิวเทร่า) พบว่าเครื่องดื่มยี่ห้อเอนชัวร์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด แต่ยังอาจจะต้องปรับให้มีความหนืด ความหวานและความมันเพิ่มขึ้น จากข้อมูลเหล่านี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุในรูปแบบพร้อมดื่ม โดยเสริมแคลเซียมและเสริมใยอาหารเพื่อการบำรุงกระดูกและช่วยระบบขับถ่ายและพิจารณาเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค 2 สูตร คือ สูตรเสริมแคลเซียม และสูตรเสริมใยอาหาร โดยมีสมมติฐานว่าจะพัฒนาสูตรเครื่องดื่มให้มีปริมาณแคลเซียมและใยอาหารสูงได้จากการเลือกวัตถุดิบธรรมชาติที่เป็นแหล่งของสารอาหารดังกล่าว

ขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การคัดเลือกวัตถุดิบ

การคัดเลือกวัตถุดิบของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารเสริมแคลเซียม พบว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งแคลเซียม ได้แก่ งาดำ บล็อคโคลี่ ข้าวโอ๊ต เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของใยอาหาร ได้แก่ ถั่วและธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อพิจารณาจากคุณค่าทางโภชนาการของงาดำคั่วและถั่วแดงหลวงสุก พบว่ามีปริมาณแคลเซียมสูงถึง 1,469 มิลลิกรัม/100 กรัม และปริมาณใยอาหารสูงถึง 9.3 กรัม/100 กรัม (ตารางที่ 1) จึงเลือกมาเป็นวัตถุดิบในสูตร

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของงาดำคั่วและถั่วแดงหลวงสุก

ปริมาณสารอาหารต่อ 100 กรัม	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	ใยอาหาร (กรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)
งาดำคั่ว	625	20 .6	51.9	18.9	15.7	1,469
ถั่วแดงหลวงสุก	123	9.2	1.0	22.4	9.3	66.1

ที่มา : กองโภชนาการ (2544)

2.2 การคัดเลือกสูตรต้นแบบ

นำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทางการค้ามาศึกษาส่วนประกอบและปริมาณที่ใช้ จากนั้นนำมาทดลองเป็นสูตรต้นแบบ โดยสูตรเสริมแคลเซียมประกอบด้วย ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ตราธรรม) 14%, งาดำคั่ว (ตราเพียวเกรน) 0.34%, มันม่วง (สายพันธุ์โอกินาวา) 10%, เกลือ (ตราปรุงทิพย์) 0.1%, ซูคราโลส (บริษัทเคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด) 0.01%, นมสด (ตราเมจิ) 75% และสูตรเสริมใยอาหารประกอบด้วย ข้าวกล้องหอมมะลิแดง (ตราหงษ์ทอง) 22%, น้ำเปล่า (น้ำดื่มตราศิลปากร) 16%, นมเม็ดบัว (เมล็ดบัวตราเทสโก้) 31%, ถั่วแดง (ตราไร่ทิพย์) 9%, แครอท (นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย) 6%, มะละกอสุก (สายพันธุ์ฮอลแลนด์) 6%, น้ำเชื่อม (ตรามิตรผล) 6%, น้ำมันรำข้าว (ตราคิง) 3% ซึ่งทั้ง 2 สูตรมีปริมาณแคลเซียมและใยอาหารที่คำนวณตามเอกสารอ้างอิงจากกองโภชนาการ (2544) ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์ดังแสดงในตารางที่ 2 แต่จากการทดลองเบื้องต้นพบว่ามีปัญหาด้านความหนืด ซึ่งอาจมาจากปริมาณงาดำและอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อถั่วแดงสูงไป จึงปรับปริมาณงาดำและอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิแดงต่อถั่วแดงออกเป็น 3 ระดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณสารอาหารของสูตรต้นแบบทั้ง 2 สูตรเทียบเครื่องดื่มทางการค้าต่อปริมาณ 300 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณสารอาหาร		
	สูตรเสริมแคลเซียม (ปริมาณงาดำ 0.34%)	สูตรเสริมใยอาหาร (อัตราส่วน 70:30)	เครื่องดื่มทางการค้า ยี่ห้อเอนชัวร์
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	315.34	290.03	300.00
โปรตีน (กรัม)	9.30	6.30	11.15
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	27.41	45.42	40.26
ไขมัน (กรัม)	9.13	9.40	9.83
ใยอาหาร (กรัม)	1.04	4.61	3.01
แคลเซียม (มก.)	328.70	87.18	315.65
ฟอสฟอรัส (มก.)	208.72	297.46	315.65
เหล็ก (มก.)	0.90	3.57	2.87
โซเดียม (มก.)	126.91	19.75	253.05

2.3 การพัฒนาสูตร

นำสูตรต้นแบบของเครื่องดื่มสูตรเสริมแคลเซียมมาศึกษาปริมาณงาดำ 3 ระดับ ได้แก่ 0.17%, 0.26% และ 0.34% และสูตรเสริมใยอาหารจะศึกษาปริมาณอัตราส่วนข้าวหอมมะลิแดงต่อถั่วแดงต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 50:50, 60:40 และ 70:30 ซึ่งมีส่วนผสมของสูตรเสริมแคลเซียมดังตารางที่ 3 และส่วนผสมของสูตรเสริมใยอาหารแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ส่วนผสมของสูตรเสริมแคลเซียม

ส่วนประกอบ	ปริมาณส่วนผสม (%)		
	งาดำระดับ 0.17%	งาดำระดับ 0.26%	งาดำระดับ 0.34%
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	13.75	13.74	13.73
งาดำคั่วบด	0.17	0.26	0.34
มันม่วง	10.32	10.31	10.3
เกลือ	0.1	0.1	0.1
ซูคราโลส	0.01	0.01	0.01
นมสด	75.65	75.58	75.52
รวม	100	100	100

ตารางที่ 4 ส่วนผสมของสูตรเสริมใยอาหาร

ส่วนประกอบ	อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดง		
	50:50	60:40	70:30
ข้าวกล้องหอมมะลิแดง	15.7	18.8	21.9
น้ำเปล่า	15.7	15.7	15.7
นมเม็ดบัว	31.3	31.3	31.3
ถั่วแดง	15.7	12.5	9.4
แครอท	6.3	6.3	6.3
มะละกอสุก	6.3	6.3	6.3
น้ำมันรำข้าว	2.8	2.8	2.8
น้ำเชื่อม	6.3	6.3	6.3
รวม	100	100	100

2.4 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 เครื่องดื่มทางการค้า ละลายเครื่องดื่มยี่ห้อเอนชัวร์ 1 ซอง (53.8 กรัม) ต่อน้ำเปล่าที่อุณหภูมิห้อง 195 มิลลิลิตร

2.4.2 เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมแคลเซียมและสูตรเสริมใยอาหาร

ปั่นส่วนผสมของแต่ละสูตรตามตาราง 3 และ 4 รวมกันด้วยเครื่องปั่นผสม 600 W (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2115) เป็นเวลา 2 นาที บรรจุขวด และฆ่าเชื้อด้วยวิธีสเตอริไรส์

2.5 วิธีการวัดคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (บริษัท Mettler Toledo จำกัด) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แบบ Pocket refractometer วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสีด้วยเครื่อง Colorimeter (Color-View 9000) โดยรายงานเป็นค่า L* (ความสว่าง), a* (สีเขียว-สีแดง) และ b* (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) และด้านความข้นหนืดด้วยเครื่อง Rheometers (Physica MCR 300) ด้วยหัววัด DG 26.7 ที่อุณหภูมิ 25 °C ที่ Shear rate 1-300 s^{-1}

2.6 วิธีการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้สูงอายุจำนวน 30 คน โดยเสิร์ฟตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ในถ้วยพลาสติกขนาด 30 มิลลิลิตร และใช้โปรแกรมทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส SUsense Version 2013 (3.660) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบวิธี 9-points hedonic scale (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ สี ความข้นหนืด กลิ่นรส ความหวาน ความมันและความชอบโดยรวม และวิธี Just about right (JAR) 5 สเกล ได้แก่ น้อยเกินไปมาก น้อยเกินไป พอดี มากเกินไป มากเกินไปมาก

2.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางประสาทสัมผัสด้วยโปรแกรมทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส SUsense Version 2013 (3.660) วิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีกายภาพโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Anova) และเปรียบเทียบความแตกต่าง (Least-Significant Different; LSD) ด้วยโปรแกรม SPSS Version 16.0

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านเคมี ได้แก่ pH และ TSS ของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมแคลเซียม พบว่ามี pH ในช่วง 6.13-6.20 จัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ที่ระดับงาดำ 0.34% มีค่า pH และค่า TSS ต่ำที่สุด และพบว่าเครื่องดื่มที่มีการเติมงาดำต่างกัน มีค่า L*, a* และ b* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สูตรที่มีงาดำระดับ 0.17% มีค่า L* ต่ำสุด ซึ่งจะมีความสว่างน้อยที่สุด แต่มีค่า a*และ b* ต่ำที่สุดด้วย แสดงว่ามีสีแดงและสีเหลืองต่ำสุด ดังตารางที่ 5 จึงอาจทำให้มีสีโดยรวมอ่อนกว่าการเติมที่ระดับอื่นดังรูปที่ 1

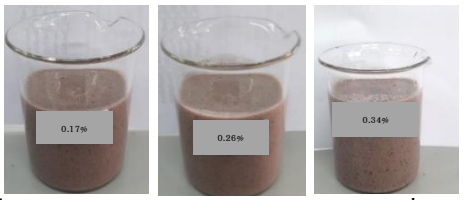
ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมแคลเซียมที่มีปริมาณงาดำต่างกัน

ระดับของงาดำ	สมบัติทางเคมี		สมบัติทางกายภาพ (ค่าสี)		
	ค่า pH	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
0.17%	6.18±0.04[ab]	12.60±0.44[a]	57.73±0.01[c]	16.96±0.03[c]	9.44±0.01[c]
0.26%	6.20±0.02[a]	12.40±0.20[a]	60.01±0.01[b]	19.88±0.01[a]	10.90±0.01[b]
0.34%	6.13±0.03[b]	11.60±0.12[b]	60.10±0.01[a]	18.27±0.01[b]	11.01±0.01[a]

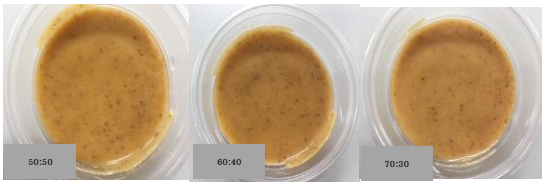
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±S.D., ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านเคมี ได้แก่ pH และ TSS ของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมใยอาหาร ที่มีการเติมข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดงที่อัตราส่วนต่างกัน พบว่ามี pH ในช่วง 5.79-6.11 จัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำเช่นกัน ที่อัตราส่วน 50:50 มีค่า pH และค่า TSS ต่ำที่สุด ค่า L*, a* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยอัตราส่วน 50:50 มีค่า L* ต่ำสุดซึ่งจะมีความสว่างน้อยที่สุด แต่มีค่า a* และ b* สูงที่สุด คือมีสีแดงและสีเหลืองมากกว่าที่อัตราส่วนอื่น ดังตารางที่ 6 และมีลักษณะปรากฏดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สูตรเสริมแคลเซียมที่งาดำระดับต่างกัน



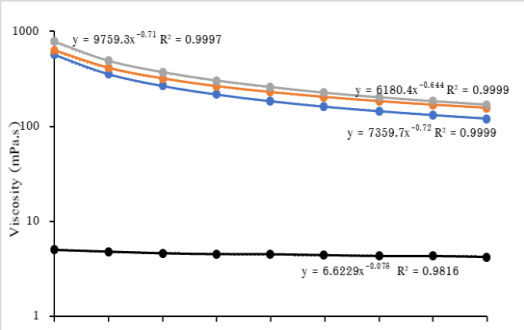
รูปที่ 2 ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สูตรเสริมใยอาหารที่มีอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิแดงต่อถั่วแดงต่างกัน

ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมใยอาหารที่มีอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดงต่างกัน

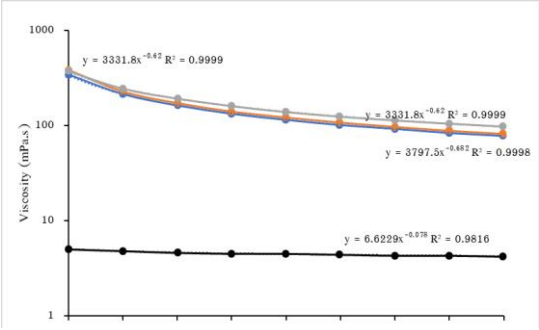
ข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดง	สมบัติทางเคมี		สมบัติทางกายภาพ (ค่าสี)		
	ค่า pH	TSS (°Brix)	L*	a*	b*
50:50	5.79±0.05[b]	14.53±0.25[b]	55.83±0.05[c]	25.89±0.12[a]	31.17a±0.07[a]
60:40	6.11±0.02[a]	14.77±0.15[b]	56.34±0.12[b]	23.09±0.07[b]	30.12±0.04[b]
70:30	6.11±0.07[a]	15.17±0.15[a]	57.15a±0.06[a]	22.25±0.07[c]	29.52±0.06[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±S.D., ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพด้านความหนืดของสูตรเสริมแคลเซียมที่มีงาดำที่ระดับ 0.17%, 0.26% และ 0.34% ที่ Shear rate ช่วง 1-300 s^{-1} พบว่ามีความหนืดเพิ่มขึ้นตามปริมาณงาดำ คือ ที่ Shear rate 34.2 s^{-1} ค่าความหนืดปรากฏเท่ากับ 573, 631 และ 786 mPa.s ตามลำดับ และสูตรเสริมใยอาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนข้าวกล้อง:ถั่วแดงเช่นกัน โดยเครื่องดื่มที่มีอัตราส่วนข้าวกล้อง:ถั่วแดง เป็น 50:50, 60:40 และ 70:30 มีค่าความหนืดปรากฏที่ Shear rate 34.2 s^{-1} เท่ากับ 343, 384 และ 374 mPa.s ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีความหนืดสูงกว่าเครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์ที่มีค่าความหนืดปรากฏที่ Shear rate 34.2 s^{-1} เท่ากับ 5 mPa.s ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีความหนืดลดลงเมื่อเพิ่ม Shear rate (รูปที่ 3 และ รูปที่4)



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมแคลเซียมและเครื่องดื่มทางการค้า



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมใยอาหารและเครื่องดื่มทางการค้า

จากสมการเส้นแนวโน้มในรูปที่ 3 และ 4 สามารถบ่งบอกลักษณะทางกายภาพด้านการไหลของเครื่องดื่มทดแทนอาหารนี้ได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าดัชนีความข้นเหลว (consistency index) และ ค่าดัชนีการไหล (flow behavior index) ซึ่งสามารถหาได้สมการ power law จากสมการที่ (1) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แสดงดังตารางที่ 7

$$y = kx^n \quad \text{.....} \quad (1)$$

เมื่อ k = ค่าดัชนีความข้นเหลว (consistency index)

n = ค่าดัชนีการไหล (flow behavior index); n < 1 เป็นของไหล Psudoplastic, n > 1 เป็นของไหล Dilatantพบว่าที่ shear rate ช่วง 34.2-300 s^{-1} เครื่องดื่มที่พัฒนามีลักษณะเป็นของไหลแบบ non-Newtonian ชนิด Psudoplastic

ตารางที่ 7 ค่าคงที่จากการอธิบายพฤติกรรมการไหลของผลิตภัณฑ์ด้วยสมการ power law

สูตร		ค่าพารามิเตอร์	
		Consistency index (k)	Flow behavior index (n)
เครื่องดื่มยี่ห้อเอนชัวร์		6.62	-0.078
สูตรเสริมแคลเซียม	0.17%	7359.7	-0.720
	0.26%	6180.4	-0.644
	0.34%	9759.3	-0.71
สูตรเสริมใยอาหาร	50:50	3797.5	-0.682
	60:40	4488.2	-0.704
	70:30	3331.8	-0.62

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-points hedonic scales พบว่าสูตรเสริมแคลเซียมแต่ละระดับมีคะแนนความชอบแต่ละด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่สูตรที่มีปริมาณงาดำ 0.26% ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด (ตารางที่ 8) จากผลการทดสอบโดยวิธี JAR ซึ่งจะพิจารณาค่า Total penalty เนื่องจากเป็นค่าที่คำนวณจากความถี่ที่ผู้ทดสอบรู้สึกว่าน้อยไปหรือมากไปมาถ่วงน้ำหนักกับคะแนนความชอบโดยรวม หากค่า Total penalty มากกว่า |0.50| แสดงว่าควรปรับปรุงโดยการเพิ่มหรือลดความเข้มในลักษณะนั้น ๆ และหากมีค่ามากกว่า |0.25| แสดงว่าอาจพิจารณาปรับปรุง พบว่าสูตรเสริมแคลเซียมที่มีการเติมงาดำต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีค่า Total penalty < |0.5| ทุกลักษณะคุณภาพ แสดงว่าไม่ต้องมีการปรับปรุงแล้ว (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบของเครื่องดื่มทดแทนอาหารสูตรเสริมแคลเซียมที่มีปริมาณงาดำต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณงาดำ (%)		
	0.17	0.26	0.34
สี^{ns}	7.13±1.38	7.23±1.48	6.87±1.36
ความข้นหนืด^{ns}	6.37±1.33	6.80±1.37	6.57±1.33
กลิ่นรส^{ns}	7.13±1.43	7.27±1.28	6.93±1.34
ความหวาน^{ns}	6.93±1.46	7.10±1.54	6.93±1.31
ความมัน^{ns}	7.03±1.4	7.17±1.29	7.07±1.26
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.20±1.42	7.43±1.28	7.17±1.44

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±S.D., ^{ns}แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 ค่า Total penalty ของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมแคลเซียมที่มีปริมาณงาดำต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	งาดำ 0.17%		งาดำ 0.26%		งาดำ0.34%	
	Low	High	Low	High	Low	High
สี	0.16	0.1	0.14	0.09	0.1	-0.02
ความข้นหนืด	0.22	0.09	0.23	0.1	0.26	0.16
กลิ่นรส	-0.03	0.01	0	0.07	0.08	0.21

ลักษณะคุณภาพ	งาดำ 0.17%		งาดำ 0.26%		งาดำ0.34%	
	Low	High	Low	High	Low	High
ความหวาน	0.06	0.19	0.03	0.15	0.05	0.14
ความมัน	0.18	0.12	0.07	0.2	0.05	0.2

ส่วนสูตรเสริมใยอาหารพบว่ามีคะแนนความชอบด้านความหวานและความมันที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีคะแนนความชอบด้านสี ความข้นหนืด กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสูตรอัตราส่วน 50:50 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ความข้นหนืด กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (ตารางที่ 10) และเมื่อพิจารณาค่า Total penalty พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของอัตราส่วน 70:30 มีค่ามากกว่า 0.5 ในด้าน High จึงควรปรับให้มีกลิ่นรสอ่อนลง แต่ลักษณะอื่น ๆ อยู่ในระดับที่ไม่ต้องมีการปรับปรุงแล้ว (Total penalty < |0.5|) (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 คะแนนความชอบเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมใยอาหารที่มีอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดงต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดง		
	50:50	60:40	70:30
สี	6.4 ±1.5[b]	6.2 ±1.4[ab]	6.0 ±1.5[a]
ความข้นหนืด	6.6 ±1.5[b]	6.2 ±1.3 [a]	6.4 ±1.2[ab]
กลิ่นรส	6.7 ±1.2[b]	6.7 ±1.2 [b]	6.3 ±1.4[a]
ความหวาน	6.2 ±1.2[a]	6.2 ±1.3[a]	6.2 ±1.4[a]
ความมัน	6.8 ±1.0[a]	6.5 ±1.3[a]	6.5 ±1.0[a]
ความชอบโดยรวม	7.4 ±1.1[b]	6.6 ±1.1[a]	6.8 ±1.2[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±S.D., ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 11 ค่า Total penalty ของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสูตรเสริมใยอาหารที่มีอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดงต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดง					
	50:50		60:40		70:30	
	Low	High	Low	High	Low	High
สี	-0.03	0.05	0.37	0.03	0.05	-0.04
ความข้นหนืด	-0.06	-0.16	0.05	-0.38	0.05	0.27
กลิ่นรส	0.05	0.15	0	-0.04	0.01	0.62
ความหวาน	0	0.46	0	-0.35	0	0.4
ความมัน	0	-0.14	0	0.02	-0.02	-0.11

เมื่อพิจารณาปริมาณสารอาหารของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารทั้ง 2 สูตรที่ได้จากการคำนวณตามเอกสารอ้างอิงจากกองโภชนาการ (2544) พบว่าสูตรเสริมแคลเซียมมีปริมาณแคลเซียมที่สูงกว่าปริมาณแคลเซียมที่ผู้สูงอายุต้องการต่อ 1 มื้อและสูงกว่าปริมาณแคลเซียมของเครื่องดื่มทางการค้าเล็กน้อย ส่วนสูตรเสริมใยอาหารมีปริมาณใยอาหารสูงกว่าเครื่องดื่มทางการค้าแต่น้อยกว่าปริมาณที่ผู้สูงอายุต้องการต่อ 1 มื้อเล็กน้อย (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณสารอาหารของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรเทียบกับสารอาหารที่ต้องการและเครื่องดื่มทางการค้าในปริมาณ 300 กรัม

สารอาหาร	ความต้องการสารอาหารสำหรับผู้สูงอายุต่อ 1 มื้อ	สูตรเสริมแคลเซียม (ปริมาณงาดำ0.26%)	สูตรเสริมใยอาหาร (อัตราส่วน50:50)	เครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	533.33	314.01	278.56	300.00

สารอาหาร	ความต้องการสารอาหารสำหรับผู้สูงอายุต่อ 1 มื้อ	สูตรเสริมแคลเซียม (ปริมาณงาดำ0.26%)	สูตรเสริมใยอาหาร (อัตราส่วน50:50)	เครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์
โปรตีน (กรัม)	15.67	9.26	7.52	11.15
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	100.00	27.39	30.75	40.26
ไขมัน (กรัม)	21.67	9.01	9.22	9.83
ใยอาหาร (กรัม)	8.33	1.01	6.11	3.01
แคลเซียม (มก.)	133.33	325.20	84.64	315.65
ฟอสฟอรัส (มก.)	266.67	207.13	304.89	315.65
เหล็ก (มก.)	2.00	0.88	3.76	2.88
วิตามินบี1 (มก.)	0.20	0.18	0.20	0.56
วิตามินบี2 (มก.)	0.27	0.59	0.25	0.56
วิตามินบี3 (มก.NE)	6.67	1.15	1.41	3.51
โซเดียม (มก.)	800.00	127.02	24.26	253.05

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

อภิปรายผลการศึกษา

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารส่วนใหญ่จะให้พลังงาน 200-300 กิโลแคลอรี (Bell, 2017) ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารเสริมแคลเซียมและเสริมใยอาหารสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนานี้ให้พลังงาน 314.01 และ 278.56 กิโลแคลอรีต่อ 1 มื้อ ตามลำดับ ซึ่งมีพลังงานที่ต่ำกว่าสารอาหารที่ต้องการต่อ 1 มื้อตามที่สำนักงานอาหารได้กล่าวไว้เล็กน้อย (วันทนีย์, 2559) แต่มีพลังงานใกล้เคียงกับเครื่องดื่มทางการค้า ซึ่งสูตรเสริมแคลเซียมมีปริมาณแคลเซียม 325.20 มิลลิกรัม ซึ่งสูงกว่าปริมาณแคลเซียมที่ต้องการต่อ 1 มื้อตามที่กองโภชนาการได้กล่าวไว้ (กองโภชนาการ, 2544) จากการศึกษาเครื่องดื่มที่มีแคลเซียมของ Vatanparast และคณะ (2006) พบว่าคนส่วนใหญ่มีการบริโภคนมที่ลดลงซึ่งอาจส่งผลต่อปัญหาด้านกระดูกในอนาคต ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาอาจจะทำให้คนบริโภคเครื่องดื่มได้รับแคลเซียมเพิ่มมากขึ้น และสูตรเสริมใยอาหารมีปริมาณใยอาหาร 6.11 มิลลิกรัม ซึ่งต่ำกว่าปริมาณใยอาหารที่ต้องการต่อ 1 มื้อแต่สูงกว่าเครื่องดื่มทางการค้า จากงานวิจัยของ Piccoli de Mello และคณะ, 2018 กล่าวว่าการได้รับใยอาหารต่ำเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการพัฒนาของอาการท้องผูกดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกสำหรับคนที่มีปัญหาด้านการขับถ่าย เมื่อวัดความหนืดทั้ง 2 สูตร พบว่ามีพฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian ชนิด Psudoplastic และมีความหนืดที่ shear rate 34.2 s^{-1} เป็น 631 mPa.s และ 343 mPa.s ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเครื่องดื่มทางการค้ายี่ห้อเอนชัวร์ที่มีความหนืดที่ shear rate 34.2 s^{-1} เป็น 5 mPa.s และสอดคล้องกับค่า Total penalty ของเครื่องดื่มทางการค้าจากงานวิจัยก่อนหน้าที่ควรพิจารณาปรับให้มีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากความหนืดต่ำเกินไปอาจทำให้สำลักได้ง่าย (Mioche และคณะ, 2004) จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนานี้มีปริมาณแคลเซียมและใยอาหารเพื่อการบำรุงกระดูกและระบบขับถ่ายโดยเป็นแคลเซียมและใยอาหารที่ได้จากวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติ และผู้บริโภคกลุ่มที่ทดสอบให้คะแนนความชอบสูตรเสริมแคลเซียมที่เติมงาดำที่ระดับต่าง ๆ และสูตรเสริมใยอาหารที่มีอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิแดง: ถั่วแดง ที่ระดับ 50:50 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

สรุปผลการศึกษา

จากการพัฒนาเครื่องดื่มทดแทนอาหารเสริมแคลเซียมและเสริมใยอาหารสำหรับผู้สูงอายุในรูปแบบพร้อมดื่มโดยใช้งาดำเป็นแหล่งแคลเซียมและใช้ถั่วแดงเป็นแหล่งใยอาหาร เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารเสริมแคลเซียมและเสริมใยอาหารมีความหนืดปรากฏที่ shear rate 34.2 s^{-1} เท่ากับ 631 mPa.s และ 343 mPa.s ตามลำดับ ปริมาณงาดำในสูตรเสริมแคลเซียมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคะแนนความชอบในทุกด้าน ($p>0.05$) ส่วนสูตรเสริมใยอาหารพบว่าอัตราส่วนข้าว:ถั่วแดงที่ศึกษามีผลต่อคะแนนความชอบในด้านสี ความข้นหนืดและกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนน

ความชอบด้านความหวานและความมัน โดยสูตรที่มีอัตราส่วน 50:50 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ความข้นหนืด กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ปริมาณงาดำและอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิแดงต่อถั่วแดงมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีอาหารที่สนับสนุนทุนวิจัย และผู้สูงอายุทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ (2544). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรุงเทพฯ : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ชวิศา แก้วอนันต์. (2561). โภชนาการสำหรับผู้สูงอายุ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* 12(2). 112-119.

วันทนีย์ เกรียงสินยศ และคณะ. (2559). องค์ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการสำหรับทุกช่วงวัย. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

Bell, B. (2017). Can Meal Replacement Shakes Help You Lose Weight? Retrieved from https://www.healthline.com/nutrition/meal-replacement-shakes

Mioche, L., Bourdiol, P., & Peyron, M.-A. (2004). Influence of age on mastication: effects on eating behaviour. Nutrition Research Reviews, 17(1), 43-54. doi:10.1079/NRR200375

Piccoli de Mello, P., Eifer, D. A., & Daniel de Mello, E. (2018). Use of fibers in childhood constipation treatment: systematic review with meta-analysis. Jornal de Pediatria, 94(5), 460-470. doi: https://doi.org/10.1016/j.jped.2017.10.014

Vatanparast, H., Lo, E., Henry, C. J., & Whiting, S. J. (2006). A negative trend in calcium intake was accompanied by a substitution of milk by noncarbonated soft drinks in Canadian female students. Nutrition Research, 26(7), 325-329

การพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

กิ่งแก้ว ถ้ำแก้ว สุวัฒน์ อยู่ดี* อรญา บุญทรง และปรัชญา นวนแก้ว

The Development of The Academic Achievement Model in Bachelor of Business Administration (Business Computer) at University of Phayao

Kingkaew Tumkaew, Suwat Yoodee*, Oraya Boonsong and Pratya Nuankaew

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
Business Computer, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000
*Corresponding author. E-mail: 59020444@up.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาการพ้นสภาพนิสิตเป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สาเหตุของการพ้นสภาพนิสิตมีปัจจัยหลายประการ และสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ความล้มเหลวของผลการเรียนของนิสิต งานวิจัยจึงมีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษารายวิชา ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อหาประสิทธิภาพโมเดล การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ดังนั้นงานวิจัย จึงนำเสนอวิธีการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา รวบรวมข้อมูลนิสิตจำนวน 1,888 คน รวบรวมจาก สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยพะเยา ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2559 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การใช้กระบวนการพัฒนาต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) การทดสอบประสิทธิภาพแบบแบ่งส่วน (Cross-Validation Methods) และการหาประสิทธิภาพโมเดลแบบ Confusion Matrix (Confusion Matrix Performance) ผลการวิจัย พบว่า อัตราการพ้นสภาพนิสิตของนิสิต ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการพ้นสภาพนิสิต ประกอบด้วย รายวิชา 231110 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางธุรกิจ รายวิชา 231230 โครงสร้างข้อมูลและลำดับขั้นตอน รายวิชา 213201 การจัดการธุรกิจ และ รายวิชา 221110 เทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐาน โดยโมเดลที่พัฒนามีค่าความถูกต้องในระดับสูงเท่ากับ 87.36% 92.35% 94.74% และ 92.5% ตามลำดับ จากข้อค้นพบดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถนำผลการวิจัยพัฒนาต่อยอด เพื่อวางแผนบริหารจัดการและป้องกันปัญหาการพ้นสภาพของนิสิต ในหลักสูตร 2560 ในอนาคตได้

คำสำคัญ: การทำเหมืองข้อมูล การพยากรณ์การพ้นสภาพนิสิตหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต โมเดลการศึกษา โมเดลการพยากรณ์

Abstract

Dropout issue is a major obstacle in promoting lifelong learning. Where the cause of dropout comes from many factors, one of the important causes is the failure of a student's academic results. The research aims to study courses that Affect learning achievement and to develop a model for forecasting achievement and to find model efficiency Forecasting of achievement of students in the Business Computer Program Faculty of Information and Communication Technology. University of Phayao Thus, this research presents a method for predicting academic achievement that is consistent with the learning styles of students in the business computer program. Data collection is 1,888 students from the Department of Business Computer at Phayao University from the academic year 2001-2016. The tools used in research are decision tree, cross-validation methods, and confusion matrix performance. The results showed that the dropout ratio of learners in business computer program tended to decrease. Also, factors affecting dropout include 231110 Software Packages in Business, 231230 Data Structure and Algorithm, 213201 Business Management, and 221110 Fundamental Information Technology. The model obtained from machine learning has a high level of accuracy prediction with an

accuracy of 87.36%, 92.35%, 94.74% and 92.5%. Based on the research results, the researcher found that the academic results had a significant influence on dropout, which is presented in a detailed discussion section in 2017 the course for the future.

Keywords: educational data mining, student dropoutout prediction Bachelor of Business Administration, education model, Prediction model

บทนำ

ปัจจุบันโลกได้ก้าวสู่ยุคที่เรียกว่า "Big data" เนื่องจากในแต่ละวันมีข้อมูลเกิดขึ้นมากมาย เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เราสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ (Analyze) และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างสูง คือ การสืบค้นความรู้ที่เป็นประโยชน์และน่าสนใจบนฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า เหมืองข้อมูล (Data Mining) เมื่อใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล มาใช้ในการสืบค้นข้อมูลขนาดใหญ่ ข้อมูลจะถูกวิเคราะห์และสืบค้นความรู้และนำสิ่งที่สำคัญออกมา จากนั้นรวบรวมความรู้ที่ได้ให้อยู่ในรูปฐานความรู้ (Knowledge Base) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยเทคนิคเหมืองข้อมูลได้มีการประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ มากขึ้นทั้งในด้านการส่งเสริมการขายสินค้าในห้างสรรพสินค้า เช่น เริ่มมีการซื้อวิตามินบำรุงมากขึ้น เปลี่ยนไปกินอาหารที่มีประโยชน์หรือแม้กระทั่งซื้อตู้เสื้อผ้าเพิ่ม จากรูปแบบพฤติกรรมลักษณะนี้ทำให้ทางห้างสามารถส่งโปรโมชั่นที่เกี่ยวกับการตั้งครรภ์หรือสินค้าสำหรับเด็กให้กับลูกค้ากลุ่มนี้ได้นอกจากนี้ห้างทาร์เก็ทยังมีความมั่นใจว่าถ้าลูกค้าเชื่อใจที่จะซื้อสินค้าให้กับบุตรที่เกิดขึ้นใหม่แล้วลูกค้าเหล่านี้ก็จะเชื่อใจซื้อสินค้าชนิดอื่น ๆ ของทางห้างไปอีกเรื่อย ๆ (Foster Provost, & Tom Fawcett, 2013) และด้านการวิเคราะห์เครดิตลูกค้าในธนาคาร และในด้านอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่มีการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาอย่างจริงจังมากนัก

ปัจจุบันความคาดหวังทางการศึกษาถูกกำหนดให้ผลิตกำลังคนที่มีคุณภาพ เพื่อสนับสนุนทิศทางการพัฒนาประเทศ ดังนั้น การศึกษาจึงมีความสำคัญต่อชีวิตคนไทย นอกจากนั้น สถานะการณ์โลกที่มีกระแสความเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบให้วิถีดำรงชีวิตต้องเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารายวิชาที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อหาประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาข้อมูลของนิสิตถึงปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิต โดยเลือกศึกษาในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อนำผลของการศึกษามาใช้ในการพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา และนำมาประยุกต์แก้ไขปัญหาผลการเรียนของนิสิตตกต่ำจนต้องออกจากสถาบันการศึกษา อันเป็นผลทำให้ไม่ได้มาซึ่งบุคลากรที่มีความสามารถสูงสุด และยังสามารถต่อยอดยอด เพื่อวางแผนบริหารจัดการและป้องกันปัญหาการพ้นสภาพของนิสิต ในหลักสูตร 2560 ในอนาคตได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลจากการศึกษาพบว่ามีงานวิจัยหลายงานทั้งในและต่างประเทศ (ไก้รุ่งเฮงพระพรหม, 2557; Tripti, 2014) ที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ผลต่อผลการเรียนของนิสิต และ (ขันทอง, 2557) ได้ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์พฤติกรรม การเลือกสมัครสาขาวิชาของผู้สมัครเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งได้นำข้อมูลการเลือกสมัครสาขาวิชาในการเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่มีการจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล และนำข้อมูลของผู้สมัครที่เลือกสาขาวิชาที่ต้องการเรียนนำมาสร้าง โมเดลการเลือกสมัครสาขาวิชา และยังมีงานวิจัยของ (กฤษณะ, ชิดชนก, และธนาวินท์, 2001) ได้ใช้กระบวนการ CRISP-DM ในการสร้าง "โมเดลจำแนกข้อมูลสำหรับแต่ละสาขาวิชาโดยพิจารณาว่านิสิตเหมาะสมกับสาขานั้น ๆ หรือไม่" และ (Tripti, 2014) ได้ใช้เหมืองข้อมูลในการทำนายประสิทธิภาพของ

นักศึกษาที่จะไม่สำเร็จการศึกษาของนักศึกษา ในประเทศอินเดีย โดยเก็บข้อมูล เพศ การศึกษาของพ่อแม่ อาชีพพ่อแม่ รายได้ครอบครัว การกู้ยืมเงิน เกรดที่จบการศึกษา ประเภทการศึกษาที่จบมา เวลาในการเรียน ในการศึกษาใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ J48 และการ Random Tree นอกจากนี้ (ไก้รุ่งเฮงพระพรหม, 2557) ได้นำเสนอการค้นหาความรู้คุณลักษณะ ของนักศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ด้วยเทคนิค เหมืองข้อมูลโดยใช้ข้อมูล เพศ วุฒิการศึกษาก่อนเข้า ข้อมูลเกี่ยวกับครอบครัว ข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลเจตคติต่อรายวิชา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

ในส่วนของทฤษฎีที่ใช้ในการหาค่าแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุด จะใช้ตัวชี้วัดที่เรียกว่า "Information Gain" (Shannon C. E., 1948) เป็นวิธีการหาค่าแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของ Tree (Root node) เพื่อให้ทราบว่าถึงปัจจัยด้านรายวิชาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนิสิต หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นิสิตหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 1,888 คน ได้แก่

1. นิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2546 จำนวน 397 คน
2. นิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2547 ถึงปีการศึกษา 2550 จำนวน 588 คน
3. นิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2554 จำนวน 529 คน
4. นิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2559 จำนวน 374 คน

ด้านเครื่องมือ

คณะผู้วิจัยกำหนดขอบเขตด้านเครื่องมือสำหรับการวิจัยนี้ ได้แก่ กระบวนการในการทำเหมืองข้อมูล (C. Shearer, 2000) ซึ่งได้ศึกษากระบวนการ CRISP-DM ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เครื่องมือเพื่อการพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้านรายวิชา ประกอบด้วย การใช้กระบวนการพัฒนาต้นไม้การตัดสินใจ (Han, & Kamber, 2001) เนื่องจากมีความสามารถในการจำแนกข้อมูลได้ดี โดย (Al-Radaideh, 2006) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัย ที่มีผลต่อการเรียน พบว่าต้นไม้ตัดสินใจมีความถูกต้องกว่าวิธีอื่น และการหาประสิทธิภาพของโมเดลจะใช้ การทดสอบประสิทธิภาพแบบแบ่งส่วน (Cross-Validation Methods) และการหาประสิทธิภาพโมเดล Confusion Matrix (Confusion Matrix Performance)

ผลการศึกษา

ผลการดำเนินงานของงานวิจัย "การพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา" แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ รายงานการเก็บรวบรวมข้อมูล รายงานการพัฒนาโมเดล และรายงานประสิทธิภาพของโมเดล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายงานการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของนิสิตจำนวน 1,888 คน ในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2559 ประกอบด้วยชุดข้อมูล 4 ชุด ชุดข้อมูลแรกประกอบด้วยนิสิตจำนวน 397 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2546 ชุดข้อมูลที่สองประกอบด้วยนิสิตจำนวน 588 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน ระหว่างปีการศึกษา 2547 ถึงปีการศึกษา 2550 ชุดข้อมูลที่สามประกอบด้วยนิสิตจำนวน 529 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน ระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2554 และชุดข้อมูลที่สี่ประกอบด้วยนิสิตจำนวน 374 คน ที่ลงทะเบียนเรียนใน ระหว่างปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2559 ดังที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

จากข้อมูลที่รวบรวม พบว่า ชั้นปีการศึกษามีนัยสำคัญต่อการพ้นสภาพนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ดังสรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลที่รวบรวม และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดล

ชุดข้อมูล						ประสิทธิภาพโมเดล			
หลักสูตร	ปีการศึกษา	นิสิต	สำเร็จการศึกษา	พ้นสภาพนิสิต	รวม	Accuracy	RR_S	PR_s	NR_s
หลักสูตร 2544	2544-2547	39	32	7	39	87.36	322/348	92.53	41
	2545-2548	145	130	15	145				
	2546-2549	213	153	60	213				
หลักสูตร 2547	2547-2550	174	131	43	174	92.35	355/379	97.36	26
	2548-2551	116	91	25	116				
	2549-2552	118	76	42	118				
	2550-2553	180	94	86	180				
หลักสูตร 2551	2551-2554	173	112	61	173	94.74	265/269	99.62	46
	2552-2555	154	109	45	154				
	2553-2556	103	57	46	103				
	2554-2557	99	58	41	99				
หลักสูตร 2555	2555-2558	105	58	47	105	92.50	155/155	100	35
	2556-2559	95	52	43	95				
	2557-2560	59	33	26	59				
	2558-2561	44	33	11	44				
	2559-2562	71	*กำลังศึกษา (47)*	24	71				
รวม		1,888	1,266	622	1,888				

* Accuracy = ค่าความถูกต้องจากการพัฒนาโมเดล RRs = ผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล PRs = ร้อยละของผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล NRs = จำนวนกฎของผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดข้อมูลทั้งหมดของนิสิตที่เข้าศึกษา ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2559 คน พบว่านิสิตประสบผลสำเร็จทางการศึกษาจำนวน 1,219 คน และนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่จำนวน 47 คน นิสิตไม่ประสบผลสำเร็จการศึกษาจำนวน 622 คน และผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนาโมเดลแต่ละหลักสูตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การพ้นสภาพนิสิตและชั้นปีของนิสิตตลอดหลักสูตร

ปีการศึกษา	จำนวนนิสิต	สำเร็จการศึกษา	กำลังศึกษา	พ้นสภาพนิสิต	สาเหตุการพ้นสภาพนิสิต		
					1	*2*	*3*
2544-2559	1,888	1,219	47	622	406	82	134

จำนวนพ้นสภาพนิสิต	ชั้นปีการศึกษา							
	ชั้นปีที่ 1	*ชั้นปีที่ 2*	*ชั้นปีที่ 3*	*ชั้นปีที่ 4*	*ชั้นปีที่ 5*	*ชั้นปีที่ 6*	*ชั้นปีที่ 7*	*ชั้นปีที่ 8*
622	388*	170	45	11	1	5	1	1

1 = พ้นสภาพจากผลการเรียน 2 = หมดระยะเวลาการศึกษา 3 = ลาออก

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดข้อมูลของนิสิตที่เข้าศึกษาระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2559 จำนวน 1,888 คน พบว่านิสิตประสบผลสำเร็จทางการศึกษาจำนวน 1,219 คน และนิสิตที่กำลังศึกษาจำนวน 47 คน นิสิตไม่

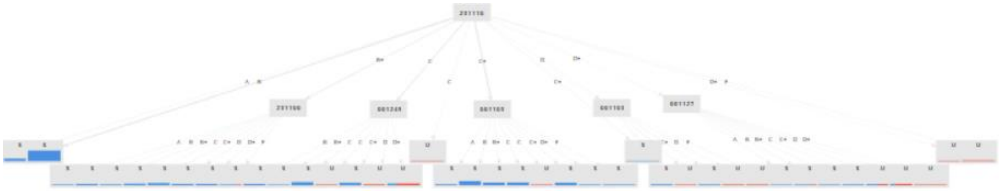
ประสบผลสำเร็จการศึกษาจำนวน 622 คน แบ่งเป็นนิสิตที่พ้นสภาพจากผลการเรียน 406 คน นิสิตที่หมดระยะเวลาการศึกษาจำนวน 82 คน และนิสิตลาออกจำนวน 134 คน

จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเพื่อใช้พัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา โดยเลือกใช้ข้อมูลเฉพาะชั้นปีที่ 1 จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตในตารางที่ 2 เนื่องจากนิสิตที่พ้นสภาพส่วนใหญ่ อยู่ในชั้นปีที่ 1 ในตารางที่ 2 ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยเชื่อว่าการทำนายผลลัพธ์ทางการเรียนในชั้นปีที่ 1 สามารถทำให้นิสิตวางแผนปัญหาด้านการเรียนรู้ในอนาคตได้

2. รายงานการพัฒนาโมเดล

ในรายงานผลการพัฒนาโมเดล ผู้จัดทำวิจัยได้แบ่งการพัฒนาโมเดลตามชุดข้อมูลที่รวบรวมมา ประกอบด้วย 4 ชุดข้อมูล เนื่องจากชุดข้อมูลแต่ละชุดมีโครงสร้างรายวิชาที่แตกต่างกันในแต่ละหลักสูตร จึงใช้พัฒนาโมเดลของตัวเอง

หลังจากการเตรียมข้อมูล ขั้นตอนต่อไป คือการใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้เพื่อพัฒนาโมเดลโดยใช้เครื่องมือการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) โดยใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ และ ผลของการวิเคราะห์แต่ละโมเดลจะแสดงในรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 4 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึง โมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียนระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2546 ซึ่งเป็นโมเดลที่ได้รับการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล ตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4

รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึง โมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียนระหว่างปีการศึกษา 2547 ถึงปีการศึกษา 2550 ซึ่งเป็นโมเดลที่ได้รับการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล ตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึง โมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียนระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2554 ซึ่งเป็นโมเดลที่ได้รับการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล ตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึง โมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียนระหว่างปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นโมเดลที่ได้รับการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล ตารางที่ 9 และ ตารางที่ 10

3. รายงานประสิทธิภาพของโมเดล

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของโมเดลโดยที่เลือกตามชุดข้อมูล 4 ชุดข้อมูล โดยใช้เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพ 5 ประเภท ประกอบด้วย Confusion Matrix Performance, Accuracy Measurement, Precision Measurement, Recall measurement และ Cross-Validation methods ผลลัพธ์ของการหาประสิทธิภาพแสดงใน ตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 10 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ ของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2546 หรือหลักสูตร 2544

Depth of Model	Cross Validation types (Accuracy)			
	5-Fold	*10-Fold*	*20-Fold*	*Leave-One-Out*
Depth 3*	86.50	86.78	87.34	87.36*
Depth 4	85.93	83.34	83.59	83.05
Depth 5	85.65	82.76	83.87	83.33
Depth 7	85.65	82.76	83.87	83.33

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบโมเดลของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2546 หรือหลักสูตร 2544

Predicted / Actual	True Condition		Precision
	True Dropout	*True Success*	
Perd. Dropout	19	11	63.33
Perd. Success	33	285	89.62
Recall	36.54	96.28	

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ ของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2547 ถึงปีการศึกษา 2550 หรือหลักสูตร 2547

Depth of Model	Cross Validation types (Accuracy)			
	5-Fold	*10-Fold*	*20-Fold*	*Leave-One-Out*
Depth 3*	89.72	90.51	91.29	92.35*
Depth 4	88.14	89.72	89.71	91.03
Depth 5	88.14	89.72	89.71	90.77
Depth 7	88.14	89.45	89.44	91.03

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบโมเดลของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2547 ถึงปีการศึกษา 2550 หรือหลักสูตร 2547

Predicted / Actual	True Condition		Precision
	True Dropout	*True Success*	
Perd. Dropout	24	6	80.00
Perd. Success	23	326	93.41
Recall	51.06	98.19	

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ ของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2554 หรือหลักสูตร 2551

Depth of Model	Cross Validation types (Accuracy)			
	5-Fold	*10-Fold*	*20-Fold*	*Leave-One-Out*
Depth 3	90.60	91.78	92.47	93.23
Depth 4*	91.73	92.51	94.29	94.74*
Depth 5	91.73	92.51	93.57	93.98
Depth 7	91.73	92.51	93.57	93.98

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบโมเดลของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2554 หรือหลักสูตร 2551

Predicted / Actual	True Condition		Precision
	True Dropout	*True Success*	
Perd. Dropout	4	5	44.44
Perd. Success	9	248	96.50
Recall	30.77	98.02	

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ ของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2559 หรือหลักสูตร 2555

Depth of Model	Cross Validation types (Accuracy)			
	5-Fold	*10-Fold*	*20-Fold*	*Leave-One-Out*
Depth 3	86.88	91.25	91.88	90.62
Depth 4	88.12	90.62	91.25	89.38
Depth 5*	88.75	91.88	92.50*	90.62
Depth 7	88.75	91.88	92.50	90.62

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบโมเดลของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน ระหว่างปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2559 หรือหลักสูตร 2555

Predicted / Actual	True Condition		Precision
	True Dropout	*True Success*	
Perd. Dropout	23	4	85.19
Perd. Success	8	125	93.89
Recall	74.19	96.90	

อภิปรายผลการศึกษา

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นชัดเจนว่า จำนวนนิสิตที่พ้นสภาพนิสิตมีประมาณครึ่งหนึ่งของนิสิตทั้งหมด จากการพิจารณาเพิ่มเติมพบว่าสาเหตุของการพ้นสภาพนิสิต มีสาเหตุมาจากผลการเรียนของนิสิต จำนวน 403 คน และจากการพิจารณาชั้นปีที่มีการพ้นสภาพนิสิตมากที่สุดคือชั้นปีที่ 1 โดยมีจำนวนนิสิต 388 คน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาสาเหตุของการพ้นสภาพนิสิตเฉพาะนิสิตชั้นปีที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากผลการเรียน ดังนั้นสรุปได้ว่าผลกระทบการพ้นสภาพนิสิตของนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาส่วนใหญ่มาจากผลการเรียนและยังสอดคล้องกับแนวคิดของผู้วิจัยซึ่งได้รับการวิเคราะห์และพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

โมเดลการพยากรณ์ได้รับการออกแบบและจัดทำขึ้นตามความถูกต้องเกี่ยวกับหลักการทางวิชาการและมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 10 ตามลำดับ นอกจากนี้รูปภาพที่ 1 ถึง รูปที่ 4 ยังแสดงให้เห็นถึงปัจจัยด้านรายวิชาที่มีความสำคัญต่อการพ้นสภาพนิสิต ในการประยุกต์ใช้ตัวอย่างเช่น สามารถวางแผนหลักสูตรสำหรับนิสิตในอนาคตเพื่อป้องกันปัญหาการพ้นสภาพนิสิตของนิสิต ได้จากรายวิชาที่เป็นปัจจัยหลัก (Root node) ในอนาคต และ ปัจจัยด้านรายวิชาที่มีความสำคัญกับการพ้นสภาพนิสิตของนิสิตได้แก่ รายวิชา 231110 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางธุรกิจ รายวิชา 231230 โครงสร้างข้อมูลและลำดับขั้นตอน รายวิชา 213201 การจัดการธุรกิจ และ รายวิชา 221110 เทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐาน ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์อย่างแท้จริงต่อองค์กร ที่จะนำผลลัพธ์มาใช้ในการประยุกต์และวางแผนหลักสูตร 2560 ในอนาคตได้

โดยจุดเด่นของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านรายวิชาที่ส่งผลต่อการพ้นสภาพของนิสิตที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล และมีจุดดอ่อน คือ การศึกษาในครั้งนี้ยังไม่ได้ศึกษาปัจจัยด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น ปัจจัยด้านด้านสังคม ปัจจัยความต้องการส่วนบุคคล เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษารายวิชาที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ เพื่อหาประสิทธิภาพโมเดลการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 1,888 คน ในปีการศึกษา 2544 ถึงปีการศึกษา 2559 ประกอบด้วย นิสิตที่สำเร็จการศึกษา นิสิตที่พ้นสภาพนิสิต และนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การใช้กระบวนการพัฒนาต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) การทดสอบประสิทธิภาพแบบแบ่งส่วน (Cross-Validation Methods) และการหาประสิทธิภาพโมเดล Confusion Matrix (Confusion Matrix Performance) ผลการวิจัยพบว่าอัตราการพ้นสภาพนิสิตของนิสิต ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านรายวิชาที่มีผลต่อการพ้นสภาพนิสิต ได้แก่ รายวิชา 231110 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางธุรกิจ รายวิชา 231230 โครงสร้างข้อมูลและลำดับขั้นตอน รายวิชา 213201 การจัดการธุรกิจ และ รายวิชา 221110 เทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐาน โมเดลที่ได้มีความถูกต้องระดับสูง เท่ากับ 87.36% 92.35% 94.74% และ 92.5% ตามลำดับ ผู้วิจัยสามารถนำผลการวิจัยพัฒนาต่อยอด เพื่อวางแผนบริหารจัดการและป้องกันปัญหาการพ้นสภาพของนิสิตในหลักสูตร 2560 ในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความกรุณา ช่วยเหลือรายงานการศึกษาวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ปรัชญา นวนแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและตรวจทานแก้ไข ตลอดจนการติดตามความคืบหน้าของงานวิจัย คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ไก้รุ่งเฮงพระพรหม และคณะ. (2557). *การค้นหาความรู้คุณลักษณะของนักศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล.* วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก, 9(1), 71-80.

กฤษณะ ไวยมัยมล และชิดชนก สงศิริ และธนาวินท์ รักธรรมานนท์. (2001). *การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่งเพื่อการพัฒนาการศึกษานิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์.* NECTEC Technical Journal.

ขันทอง ประชุมชาติ. (2557). *การวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกสมัครสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาใหม่โดยใช้เทคนิคการเหมืองข้อมูล.* กำแพงเพชรซ: บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

Al-Radaideh, Qasem A., Emad M. Al-Shawakfa, and Mustafa I. Al-Najjar, (2006). Mining student data using decision trees. International Arab Conference on Information Technology (ACIT'2006), Yarmouk University, Jordan, 3(2), 43-47.

C. E. Shannon, (1948). A mathematical theory of communication, *Bell System Technical Journal*, *27*, 379-423.

C. shearer, (2000). The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining. *Journal of data Warehoussing*, 13-22.

Foster Provost and Tom Fawcett. (2013), Data Science for Business What you need to know about data mining and data-analytic thinking, *O 'Reilly Media*.

Han, J. and M. Kamber, (2001). Data Mining: Concepts and Techniques. CA: Morgan Kaufmann, San Francisco.

Tripti, M, K., Dharminder, Sangeeta G. (2014). Mining Student s' Data for Performance Prediction. *Fourth International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies*, 30-37.

การพัฒนาโมเดลการพยากรณ์เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักเดินทางอิสระ

ณัชพล ปานงาม ณัฐวุฒิ พรหมเทียน* วันชัย เหมืองหม้อ และปรัชญา นวนแก้ว

The Development of Predictive Models for Backpackers' Style

Nutchapon Panngam, Nattawuth Phromthian*, Wanchai Muangmo and Pratya Nuankaew

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000
*Corresponding author. E-mail : 59020185@up.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยว 2) เพื่อพัฒนาโมเดลการพยากรณ์เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักเดินทางอิสระ และ 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์ สำหรับนักเดินทางอิสระ กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว ณ สถานที่ท่องเที่ยว จำนวน 882 คน ได้แก่ จังหวัดเชียงราย 296 คน จังหวัดพะเยา 291 คน และจังหวัดแพร่ 295 คน ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยว ประกอบด้วย ปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว โดยโมเดลการพยากรณ์เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักเดินทางอิสระ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ โมเดลต้นไม้การตัดสินใจ และโมเดลกฎความสัมพันธ์เพื่อแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว โดยที่ จังหวัดเชียงราย ค้นพบ ความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยว จำนวน 7 กฎ โดยโมเดลค่าความถูกต้องร้อยละ 44.96 จังหวัดพะเยา ค้นพบความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยว 8 กฎ โดยโมเดลมีค่าความถูกต้องร้อยละ 39.96 และจังหวัดแพร่ ค้นพบความสัมพันธ์ ของสถานที่ท่องเที่ยว 7 กฎ โดยโมเดลมีค่าความถูกต้องร้อยละ 43.05 ข้อค้นพบจากการวิจัยพบว่าค่าความถูกต้องของโมเดลอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากความคล้ายคลึงกันของข้อมูลที่รวบรวม ในอนาคตคณะผู้วิจัยกำหนดให้มีการเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเหมืองข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาโมเดลที่มีประสิทธิภาพ และความถูกต้องที่เพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ: การพยากรณ์สถานที่ท่องเที่ยว นักเดินทางอิสระ เทคโนโลยีเหมืองข้อมูล

Abstract

The purpose of this research was 1) to study factors of tourism behaviour, 2) to develop predictive models to recommend tourist destinations for backpackers' style, and 3) to find the effectiveness of the predictive model for backpackers' style. The data collection was conducted in three provinces in northern Thailand, namely Chiang Rai, Phayao and Phrae. Data collected were 882 tourists from 296 tourists in Chiang Rai, 291 tourists in Phayao and 295 tourists in Phrae. The research found that the important factors consist of two factors which are personal factors and selection factors attractions. Moreover, the researchers discovered association rules and models that are effective in predicting. It consists of three decision tree models with high levels of accuracy: 44.96%, 39.96% and 43.05%. From the findings, the researchers can use the results to develop further as applications in different technologies. This application can recommend tourism for tourists plans according to tourism behavior appropriately. In the future, the researcher determined to use a variety of data mining technology tools to develop models with higher efficiency and accuracy.

Keywords: Tourist Attraction Prediction, Backpackers' Style, Data Mining Technology

บทนำ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของประเทศไทยมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว จากอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทย และชาวต่างชาติ นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับการเดินทางท่องเที่ยวภายในประเทศไทยมากขึ้นโดยเน้นการขยายโครงสร้างตลาดนักท่องเที่ยวในประเทศให้เพิ่มขึ้น การสร้างตลาดนักท่องเที่ยวประเทศใหม่ ๆ เพื่อเป็นการกระจายความเสี่ยงและลดการพึ่งพาตลาดจากประเทศใดประเทศหนึ่งมากเกินไป รวมถึงการมีมาตรการส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐ ส่งผลให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในปี 2561 ประเทศไทยมีรายได้จากการท่องเที่ยวประมาณ 3.1 ล้านล้านบาท ขยายตัวร้อยละ 10 เพิ่มขึ้นจากปี 2560 และแนวโน้มรายได้จากการท่องเที่ยวในช่วงต้นปี 2562 ก่อให้เกิดรายได้ปีประมาณ 32,210 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 6 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน

ในภาคเหนือ ซึ่งเป็นภูมิภาคที่อยู่ด้านบนสุดของประเทศไทย มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา มีอากาศเย็นสบาย มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ ก่อให้เกิดศิลปวัฒนธรรม ประเพณีที่บ่งบอกความเป็นชุมชน ความหลากหลายของภูมิประเทศ วัฒนธรรมการแต่งกาย วัฒนธรรมการกิน ประเพณีพื้นถิ่น ซึ่งศิลปวัฒนธรรมนี้คือสิ่งดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวในภาคเหนือเพิ่มมากขึ้นทุกปี

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยแหล่งท่องเที่ยวที่มีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวจาก เทิดชาย ช่วยบำรุง (2551) ได้ศึกษาเรื่องการท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรมอันดามันจุดเปลี่ยนอันดามันสู่ความยั่งยืน พบว่า ปัจจัยที่ทำให้นักท่องเที่ยวเลือกเดินทางมาสถานที่ท่องเที่ยวมีองค์ประกอบดังนี้ 1) การเข้าถึง 2) กิจกรรม 3)สิ่งอำนวยความสะดวก 4) สิ่งดึงดูดใจ 5) ที่พัก และได้ศึกษาค้นคว้าวิจัยของ J. Pelasol (2012) ได้กล่าวว่า สิ่งสำคัญคือแหล่งท่องเที่ยวเป็นสถานที่ซึ่งนักท่องเที่ยวจะเดินทางมาเยี่ยมชมหรือพักอาศัย ดังนั้นแหล่งท่องเที่ยวควรประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 องค์ประกอบ (6A's) ดังนี้ 1) ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) 2) สิ่งดึงดูดใจ (Attraction) 3) สิ่งอำนวยความสะดวก (Amenities) 4) การให้บริการของแหล่งท่องเที่ยว (Ancillary Service) 5) ที่พัก(Accommodation) 6) กิจกรรม (Activities)

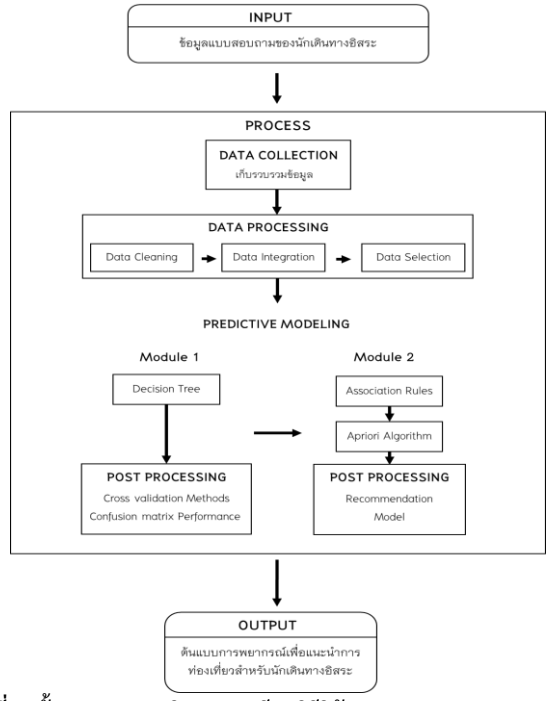
การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจาก เกรียงศักดิ์ รักภักดี, วชิระ โมราชาติ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดอุบลราชธานี จากความต้องการและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว ซึ่งได้นำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาใช้ คือ การเรียนรู้ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree Learning) จากแบบสอบถามความต้องการและพฤติกรรมการตัดสินใจในการเลือกการท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เข้าสู่กระบวนการทำเหมืองข้อมูล เพื่อนำแบบจำลองมาพัฒนาเป็นฐานข้อมูลแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และนอกจากนี้ Lin, Alvarez and Ruiz, 2002; Ye, 2011; Fenza et al., (2011) ได้ประยุกต์ใช้เหมืองข้อมูลขั้นตอนวิธีการค้นพบกฎความเกี่ยวข้อง (Association Rule Discovery) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของสถานที่ที่ไปเยือนร่วมกัน แล้วแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว จากระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ต่าง ๆ

การพัฒนาโมเดลคณะผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการพัฒนาโมเดลจาก พูลพงศ์ สุขสว่าง (2557) ได้กล่าวถึงหลักการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง พบว่า การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดล 2) การระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล 3) การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล 4) การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล และ 5) การปรับโมเดล ประเด็นย่อยในบทความนำเสนอ การตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจากเกณฑ์ 3 ข้อ ได้แก่ 1) ความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2) ค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นมีความแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ และ 3) ความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์ แต่ละเส้นซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญ

จากหลักการและเหตุผลข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบริหารจัดการเพื่อการส่งเสริมการท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยว หากมีการส่งเสริมแนะนำการท่องเที่ยวที่หลากหลาย การแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวที่ตรงกับรูปแบบและความต้องการของนักท่องเที่ยวแล้วนั้น จะส่งผลต่อเศรษฐกิจในอนาคตอย่างแน่นอน คณะผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนา

ต้นแบบการพยากรณ์เพื่อแนะนำการท่องเที่ยวสำหรับนักเดินทางอิสระ เพื่อการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว คณะผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการพัฒนาต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีเหมืองข้อมูลที่ง่ายต่อการเข้าใจ และเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิทยาการข้อมูล (Data Science) เพื่อศึกษางานวิจัยในลักษณะสังคมศาสตร์ สามารถนำผลของการศึกษามาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลอง ส่งผลให้เกิดการสร้างกลยุทธ์การสนับสนุนการท่องเที่ยวในประเทศให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาต้นแบบเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวในภาคเหนือ ซึ่งคณะผู้วิจัยพบว่ายังไม่มีการศึกษาและพัฒนาในหัวข้อดังกล่าว ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญ และมุ่งที่จะศึกษาวิจัยในหัวข้อนี้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

Data Collection คณะผู้วิจัยกำหนดพื้นที่การศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 3 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วยสถานที่ท่องเที่ยว 3 แห่ง ได้แก่ วัดร่องขุ่น ไร่สิงห์ปาร์ค และไร่ชาฉุยฟง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยสถานที่ท่องเที่ยว 3 แห่ง ได้แก่ วัดศรีโคมคำ กว๊านพะเยา และไร่ภูกลองฮิลล์ และจังหวัดแพร่ ประกอบด้วยสถานที่ท่องเที่ยว 3 แห่ง ได้แก่ วัดพระธาตุช่อแฮ่พระอารามหลวง พิพิธภัณฑ์เมืองแพร่คุ้มเจ้าหลวง และบ้านวงศ์บุรี โดยกำหนดกลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว ณ สถานที่ท่องเที่ยว แบ่งออกเป็นจังหวัดละ 300 คน และสถานที่ละ 100 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 882 คน

Data Cleaning ตรวจสอบข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามแต่ละชุดว่าข้อมูลมีความถูกต้อง สมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูล ดังนั้นข้อมูลของแบบสอบถามชุดใดมีความถูกต้อง สมบูรณ์ครบถ้วนจะทำการเลือกจัดเก็บชุดข้อมูลแล้วเข้าสู่กระบวนการต่อไป

Data Integration นำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ Data Cleaning ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ ครบถ้วน มารวบรวมจัดเก็บข้อมูลให้เป็นชุดเดียวกันในลักษณะภาพรวม และจำแนกรายจังหวัด

Data Selection เลือกข้อมูลที่จะนำไปใช้ใน Data Mining โดยจะทำการแบ่งข้อมูลในแบบสอบถามออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกใช้ข้อมูลในตอนที่ 2 คือปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว นำไปใช้ในการหารูปแบบ

ความสัมพันธ์ของนักเดินทางอิสระกับสถานที่ท่องเที่ยว ส่วนที่สองใช้ข้อมูลในตอนที่ 3 มาหากฎความสัมพันธ์ ของข้อมูลด้วยอัลกอริทึมอพริโอริ

Module 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการท่องเที่ยว ใช้เทคนิค Decision Tree เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เพื่อหาความสัมพันธ์ของนักเดินทางอิสระกับสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวของสถานที่ท่องเที่ยวดังกล่าว ที่เกิดจากทัศนคติของนักท่องเที่ยวปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มีข้อมูลหลายทรานแซคชัน นำข้อมูลที่มีหลายทรานแซนชันมาจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความถี่สะสมมากที่สุดของข้อคำถามจากแบบสอบถาม และนำมาหาประสิทธิภาพของโมเดล เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคนิค Cross Validation Methods และเทคนิค Confusion Matrix Performance

Module 2 การแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ใช้ขั้นตอนการหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) เป็นการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยอัลกอริทึมอพริโอริ (Apriori Algorithm) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว โดยวิธีการหา Frequent Itemset เป็นการหารูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อย ๆ

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 จำนวน และร้อยละของนักท่องเที่ยวจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล	ผลลัพธ์ของข้อมูล							
	ข้อมูลทั้งหมด		จังหวัดเชียงราย		จังหวัดพะเยา		จังหวัดแพร่	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ								
ชาย	453	51.36	145	16.44	165	18.71	143	16.21
หญิง	429	48.64	151	17.12	126	14.29	152	17.23
อายุ								
ต่ำกว่า 20 ปี	71	8.04	24	2.72	20	2.27	27	3.06
21-29 ปี	254	28.80	92	10.43	92	10.43	70	7.94
30-39 ปี	236	26.76	78	8.84	83	9.41	75	8.50
40-49 ปี	191	21.66	62	7.03	63	7.14	66	7.48
50-59 ปี	86	9.75	28	3.17	25	2.83	33	3.74
มากกว่า 60 ปี	44	4.99	12	1.36	8	0.91	24	2.72
อาชีพ								
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	98	11.11	35	3.97	29	3.29	34	3.85
พนักงานองค์กร/เอกชน	119	13.49	48	5.44	31	3.51	40	4.54
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	191	21.66	65	7.37	72	8.16	54	6.12
คนงาน/ลูกจ้าง	102	11.56	31	3.51	25	2.83	46	5.22
พ่อบ้าน/แม่บ้าน	93	10.54	24	2.72	33	3.74	36	4.08
นักเรียน/นักศึกษา	214	24.26	81	9.18	80	9.07	53	6.01
เกษตรกร	55	6.24	11	1.25	17	1.93	27	3.06
อื่น ๆ	10	1.13	1	0.11	4	0.45	5	0.57
ระดับการศึกษา								
ต่ำกว่าปริญญาตรี	355	40.25	100	11.34	111	12.59	144	16.33
ปริญญาตรี	434	49.21	160	18.14	162	18.37	112	12.70
ปริญญาโท	82	9.30	34	3.85	15	1.70	33	3.74
ปริญญาเอก	11	1.25	2	0.23	3	0.34	6	0.68
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน								

ต่ำกว่า 5,000 บาท	112	12.70	27	3.06	35	3.97	50	5.67
5,001 - 10,000 บาท	196	22.22	66	7.48	76	8.62	54	6.12
10,001 - 15,000 บาท	165	18.71	54	6.12	53	6.01	58	6.58
15,001 – 20,000 บาท	154	17.46	67	7.60	36	4.08	51	5.78
20,001 – 25,000 บาท	113	12.81	41	4.65	44	4.99	28	3.17
25,001 – 30,000 บาท	67	7.60	17	1.93	25	2.83	25	2.83
30,001 - 35,000 บาท	43	4.88	13	1.47	15	1.70	15	1.70
35,001 บาทขึ้นไป	32	3.63	11	1.25	7	0.79	14	1.59
จำนวนทั้งหมด	882		296		291		295	

จากตารางที่ 1 พบว่า ภาพรวมของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 51.36 อายุระหว่าง 21-29 ปี ร้อยละ 29 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 24.26 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 49.21 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001 - 10,000 บาท ร้อยละ 22.22

เมื่อจำแนกรายจังหวัด พบว่า นักท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงราย ส่วนใหญ่เป็นหญิง อายุ 21-29 ประกอบอาชีพนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,001 – 20,000 บาท นักท่องเที่ยวในจังหวัดพะเยา ส่วนใหญ่เป็นชาย อายุ 21-29 ปี ประกอบอาชีพนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001 - 10,000 บาท และจังหวัดแพร่ นักท่องเที่ยว ส่วนใหญ่เป็นหญิง อายุ 30-39 ปี ประกอบอาชีพประกอบธุรกิจส่วนตัว มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 - 15,000 บาท

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักท่องเที่ยวต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว

ปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	ข้อมูลทั้งหมด		จังหวัดเชียงราย		จังหวัดพะเยา		จังหวัดแพร่	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1. ความมีชื่อเสียงของสถานที่ท่องเที่ยวมีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.97	0.95	4.06	0.81	3.87	0.98	3.99	1.05
2. ทัศนียภาพของสถานที่ท่องเที่ยวมีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.67	0.95	3.66	0.99	3.70	0.91	3.65	0.96
3.ร้านค้า / ร้านอาหาร / ร้านจำหน่ายของที่ระลึกมีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.36	1.11	3.35	1.11	3.30	1.07	3.44	1.08
4.กิจกรรมในสถานที่ท่องเที่ยวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.43	1.03	3.35	1.03	3.48	1.02	3.49	1.05
5. รูปแบบพฤติกรรมการเดินทางมีอิทธิพลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.52	1.07	3.41	1.13	3.61	0.97	3.53	1.10
6. ความปลอดภัยของสถานที่ท่องเที่ยวมีอิทธิพลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.76	0.99	3.79	0.84	3.84	1.04	3.65	1.07
7.ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวมีผลต่อการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.61	1.09	3.63	1.08	3.73	1.02	3.47	1.15
8.การให้คำแนะนำหรือข้อมูลสถานที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกสถานที่ท่องเที่ยว	3.48	1.14	3.46	1.08	3.53	1.08	3.44	1.15
รวมทั้งหมด	3.60	1.04	3.59	1.01	3.63	1.02	3.58	1.08

*$\bar{x}$= ค่าเฉลี่ย, S.D.= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 พบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มีระดับความคิดเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ย 3.60 โดยที่จังหวัดเชียงราย มีระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มี

ระดับความคิดเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 จังหวัดพะเยา มีระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มีระดับความคิดเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.63 และจังหวัดแพร่ มีระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มีระดับความคิดเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58

ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์ Decision Tree Model

จำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด 900 ชุด				Decision Tree Model			
แหล่งเก็บข้อมูล	จำนวนทั้งหมด	ตัดข้อมูลออก	รวม	AC	RRS	PRs	NRs
จังหวัดเชียงราย	300	4	296	44.96%	202/296 (68.24%)	70.27%	74
จังหวัดพะเยา	300	9	291	39.69%	184/291 (63.23%)	63.23%	59
จังหวัดแพร่	300	5	295	43.05%	192/295 (65.08%)	65.08%	58
รวม	900	18	882				

*AC= ค่าความถูกต้องจากการพัฒนาโมเดล, RRs= ผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล, PRs= ร้อยละของผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล, NRs= จำนวนกฎของผลการทดสอบประสิทธิภาพโมเดล ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลในจังหวัดเชียงราย มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) ในระดับสูง 44.96% จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) พบว่า มีระดับความถูกต้องในระดับสูง คือ 202 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 296 รายการ คิดเป็นร้อยละ 70.27 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 74 กฎ จังหวัดพะเยา มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) ในระดับปานกลาง 39.69% จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) พบว่า มีระดับความถูกต้องในระดับสูง คือ 184 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 291 รายการ คิดเป็นร้อยละ 63.23 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 59 กฎ และจังหวัดแพร่ มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) ในระดับสูง 43.05% จากผลการทดสอบประสิทธิภาพด้วยต้นไม้ การตัดสินใจ (Decision Tree) พบว่า มีระดับความถูกต้องในระดับปานกลาง คือ 192 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 295 รายการ หรือ คิดเป็นร้อยละ 65.08 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 58 กฎ

ตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์ Association Rules Model

จังหวัด	Travel Goal-1	Travel Goal-2	Confidence	Support
จังหวัดเชียงราย	วัดร่องขุ่น	วัดห้วยปลากั้ง	0.13	0.06
	วัดร่องขุ่น	สิงห์ปาร์ค	0.50	0.23
	วัดร่องขุ่น	ไร่ชาฉุยฟง	1	0.10
	สิงห์ปาร์ค	ไร่ชาฉุยฟง	0.36	0.20
	สิงห์ปาร์ค	วัดร่องขุ่น	0.41	0.23
	ไร่ชาฉุยฟง	วัดร่องขุ่น	0.24	0.10
	ไร่ชาฉุยฟง	สิงห์ปาร์ค	0.48	0.20
	กว๊านพะเยา	วัดศรีโคมคำ	0.39	0.22
	วัดศรีโคมคำ	วัดอนาลโย	0.17	0.09

จังหวัด	Travel Goal-1	Travel Goal-2	Confidence	Support
จังหวัดพะเยา	วัดศรีโคมคำ	กว๊านพะเยา	3.39	0.22
	ไร่ภูกลองฮิลล์	กว๊านพะเยา	0.34	0.06
	ไร่ภูกลองฮิลล์	วัดร่องขุ่น	0.17	0.03
	ไร่ภูกลองฮิลล์	วัดศรีโคมคำ	0.17	0.03
	ไร่ภูกลองฮิลล์	วัดอนาลโย	0.17	0.03
	ไร่ภูกลองฮิลล์	อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ	0.17	0.03
จังหวัดแพร่	คุ้มเจ้าหลวง	วัดพระธาตุช่อแฮ่	0.23	0.09
	คุ้มเจ้าหลวง	บ้านวงศ์บุรี	0.27	0.10
	บ้านวงศ์บุรี	คุ้มเจ้าหลวง	0.27	0.10
	บ้านวงศ์บุรี	วัดพระธาตุช่อแฮ่	1	0.01
	บ้านวงศ์บุรี	บ้านประทับใจ	0.13	0.05
	วัดพระธาตุช่อแฮ่	คุ้มเจ้าหลวง	0.16	0.09
	วัดพระธาตุช่อแฮ่	บ้านวงศ์บุรี	0.25	0.14

จากตารางที่ 4 พบว่า จังหวัดเชียงราย จะได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 7 ความสัมพันธ์ ซึ่งความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยววัดร่องขุ่น แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่ไร่ชาฉุยฟงด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 1 หรือคิดเป็นร้อยละ 100 และค่า Support อยู่ที่ 0.10 หรือคิดเป็นร้อยละ 10.14 จังหวัดพะเยา จะได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 8 ความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยวกว๊านพะเยา แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่วัดศรีโคมคำด้วย และถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยววัดศรีโคมคำ แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่กว๊านพะเยาด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 0.38 หรือคิดเป็นร้อยละ 38.89 เหมือนกันทั้ง 2 ความสัมพันธ์ และค่า Support อยู่ที่ 0.21 คิดเป็นร้อยละ 21.88 และจังหวัดแพร่ จะได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 7 ความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยวบ้านวงศ์บุรี แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยว ต่อที่วัดพระธาตุช่อแฮ่ พระอารามหลวงด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 1 หรือคิดเป็นร้อยละ 100 และค่า Support อยู่ที่ 0.012 หรือคิดเป็นร้อยละ 1.28

อภิปรายผลการศึกษา

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญปัจจัยความมีชื่อเสียงของสถานที่ท่องเที่ยวมากที่สุด เนื่องจากสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงจะทำให้นักท่องเที่ยวเกิดทัศนคติในเชิงบวกต่อสถานที่ท่องเที่ยว จึงส่งผลให้นักท่องเที่ยวอยากที่จะเดินทางไปท่องเที่ยวสถานที่แห่งนั้น ในขณะเดียวกันการพิจารณาความถูกต้องของโมเดลต้นไม้การตัดสินใจทั้งสามจังหวัด จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าความถูกต้องของโมเดลอยู่ในระดับปานกลาง และจากตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยว พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ท่องเที่ยวมีความเป็นไปได้สูงที่เกิดความสัมพันธ์ดังกล่าวขึ้น เนื่องจากมีค่าความมั่นใจ (Confidence Value) สูงอยู่ในระดับร้อยละ 100

สาเหตุที่โมเดลมีประสิทธิภาพปานกลาง เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมแต่ละแหล่งข้อมูลมีความคล้ายคลึงกันอย่างมาก ทำให้โมเดลไม่สามารถแยกแยะและพัฒนาโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงได้ ตัวอย่างเช่น ชุดข้อมูลที่รวบรวมจากแหล่งที่

1 และแหล่งที่ 2 ระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยที่คล้ายกันในหลาย ๆ ปัจจัย ดังนั้นแนวทางการแก้ไขในอนาคตผู้วิจัยมุ่งมั่นที่จะพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในการทดสอบโมเดลต้นแบบ โดยกำหนดให้ผู้ใช้พิจารณาความถูกต้องของสถานที่ท่องเที่ยวที่แนะนำ ในขณะเดียวกันผู้วิจัยมีแผนที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพโมเดลต้นแบบ โดยการประยุกต์และเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเหมืองข้อมูลอื่น ๆ ประกอบ เพื่อให้ได้โมเดลมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็น การพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์เพื่อแนะนำการท่องเที่ยวสำหรับนักเดินทางอิสระ ด้วยเทคโนโลยีเหมืองข้อมูล โดยมีปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 21-29 ปี ระดับศึกษาอยู่ในช่วงปริญญาตรี มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 5,001 - 10,000 บาท และประกอบอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ปัจจัยการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว พบว่า โดยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความมีชื่อเสียงของสถานที่ท่องเที่ยว รองลงมาคือความปลอดภัยของสถานที่ท่องเที่ยว และทัศนียภาพของสถานที่ท่องเที่ยว ตามลำดับในส่วนของโมเดลความสัมพันธ์และรูปแบบการท่องเที่ยว พบว่า จังหวัดเชียงราย มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 44.96 ซึ่งอยู่ในระดับสูง มีความถูกต้องของการทดสอบประสิทธิภาพในระดับสูง คือ 202 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 296 รายการ หรือร้อยละ 70.27 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 74 กฎ และได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 7 ความสัมพันธ์ ซึ่งความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยววัดร่องขุ่น แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่ไร่ชาฉุยฟงด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 100 และค่า Support อยู่ที่ 0.10 คิดเป็นร้อยละ 10.14

จังหวัดพะเยา มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 39.96 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง พบว่า มีความถูกต้องของการทดสอบประสิทธิภาพในระดับสูง คือ 184 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 291 รายการ หรือร้อยละ 63.23 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 59 กฎ และได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 8 ความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยวกว๊านพะเยา แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่วัดศรีโคมคำด้วย และถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยววัดศรีโคมคำ แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่กว๊านพะเยาด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 0.38 คิดเป็นร้อยละ 38.89 เหมือนกันทั้ง 2 ความสัมพันธ์ และค่า Support อยู่ที่ 0.21 คิดเป็นร้อยละ 21.88

จังหวัดแพร่ มีค่าความถูกต้องของโมเดล (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 43.05 ซึ่งอยู่ในระดับสูง มีความถูกต้องของการทดสอบประสิทธิภาพในระดับปานกลาง คือ 192 รายการ จากจำนวนทั้งหมด 295 รายการ หรือร้อยละ 65.08 โดยมีจำนวนกฎทั้งหมด 58 กฎ และได้ความสัมพันธ์ทั้งหมด 7 ความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ที่น่าสนใจ คือ ถ้ามีการเดินทางไปท่องเที่ยวบ้านวงศ์บุรี แล้วจะเดินทางไปท่องเที่ยวต่อที่วัดพระธาตุช่อแฮ่ พระอารามหลวงด้วย มีค่า Confidence สูงที่สุดอยู่ที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 100 และค่า Support อยู่ที่ 0.01 คิดเป็นร้อยละ 1.28

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยทำขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่า ผู้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูล คณาจารย์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความกรุณา ช่วยเหลือรายงานการศึกษาวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ ปรัชญา นวนแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและตรวจทานแก้ไข คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากรายงานวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ รักภักดี,วชิระ โมราชาติ. (2561). การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดอุบลราชธานี จากความต้องการและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ*, 11(3), 165-173.

เทิดชาย ช่วยบำรุง. (2551). การท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรมอันดามันจุดเปลี่ยนอันดามันสู่ความยั่งยืน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2557). หลักการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 6(2), 136-145.

Fenza, G., Fischetti, E., Furno, D., Loia, V. (2011). A hybrid context aware system for tourist guidance based on collaborative filtering. *In Proceedings of FUZZ-IEEE*, 131-138.

Pelasol, J. (2012). Igcabugao: A Potential Tourist Destination in the Southern Part of Iloilo, Philippines. International Peer Reviewed Journal JPAIR Multidisciplinry Research is beingcertified for QMS ISO 9001:2008 by the Anglo Japanese American Registrars of the United Kingdom

Lin, W., Alvarez, S. A., Ruiz, C. (2002). Efficient adaptive-support association rule mining for recommender systems. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 6(1), 83-105.

Ye, H. (2011). A personalized collaborative filtering recommendation using association rules mining and self-organizing map. *Journal of Software*, 6(4), 732-739.

การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน

พีรพล เขยตุ้ย* และประศาสตร์ บุญสนอง

Ontology Development of Tourism in Nan

Peeraphon Khoeitui* and Prasart Boonsnong

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Narasuan University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : Peeraphon16@gmail.com

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยงจังหวัดน่าน โดยใช้โปรแกรมโฮโซเพื่อสร้างและเก็บข้อมูลของออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่านที่ออกแบบไว้ ที่มีข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน และข้อมูลต่าง ๆที่สำคัญ เพื่อทำให้สามารถทดสอบและใช้งานจากผู้ใช้ทั่วไปได้ ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดน่านถูกสร้างให้อยู่ในรูป OWL จากนั้นถูกใช้เป็นฐานความรู้ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน และเว็บแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถใช้ค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้หลังจากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพของระบบสืบค้นด้วยค่า F-measure โดยการประเมินจากผู้ใช้ระบบจำนวน 20 คน จากผลการทดสอบพบว่าระบบสืบค้น มีประสิทธิภาพในการสืบค้นได้ผลลัพธ์ที่ตรงต่อการค้นหาร้อยละ 96

คำสำคัญ: ออนโทโลยี ท่องเที่ยว จังหวัดน่าน

Abstract

This research is intended to develop ontologies for tourism in Nan. Using the program HOZO to create and store information of ontologies for tourism in Nan. Data of the attractions in Nan make to test and use by user. Information designed from OWL. Was used knowledge to build web apps. And web apps can find for information. This thesis is test with the F-measure by user 20 users. The test proved that the Information retrieval using ontology have performance 96%.

Keywords: Ontology, tourism, Nan

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดน่าน มีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาทอดยาว และเป็นแนวชายแดนรอยต่อกับประเทศลาว นักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวชื่นชมธรรมชาติและอากาศที่หนาวเย็น และจังหวัดน่านมีสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงามและอุดมสมบูรณ์ และมีสถานที่บริการนักท่องเที่ยวในสถานที่นั้น ๆ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักท่องเที่ยวที่ชอบธรรมชาติ ความเงียบสงบ เลือกมาเที่ยวที่จังหวันน่าน และจุดเด่นที่ทำให้จังหวัดน่านเริ่มเป็นที่น่าสนใจของเหล่านักท่องเที่ยว ก็คือความสงบของชุมชน ความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ความเป็นอยู่ที่เรียบงายของผู้คนในชุมชนในสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน จึงทำให้จังหวัดน่านเริ่มมีความสำคัญในเรื่องการท่องเที่ยวมากขึ้น

จังหวัดน่านมีการท่องเที่ยวหลายรูปแบบ ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ท่องเที่ยวเชิงศิลปะ โบราณสถาน วัฒนธรรม ประเพณี และการท่องเที่ยวผจญภัย มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาสู่จังหวัดน่านที่มีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จังหวัดน่านจึงมีแนวโน้มที่จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการท่องเที่ยวได้
สำหรับการท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน สามารถท่องเที่ยวได้ทั่วทุกอำเภอ เนื่องจากทุกสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่านนั้นมีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและความสวยงามของธรรมชาติ จึงทำให้การท่องเที่ยวได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวในปัจจุบัน และการท่องเที่ยวในจังหวัดน่านทำให้เข้าใจในความเป็นมาของจังหวัดมากขึ้น ในปัจจุบันแหล่งท่องเที่ยวใน

จังหวัดน่านมีอยู่มากมายในทุกอำเภอ แต่ในด้านข้อมูลการท่องเที่ยวจังหวัดน่านมีข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตน้อย และไม่ได้ ส่งผลให้การหาข้อมูลการท่องเที่ยวงหวัดน่านททำได้ยาก ใช้เวลาในการค้นหานาน ได้ข้อมูลไม่ครบ หรือข้อมูลขาดหาย ส่งผลให้การวางแผนการท่องเที่ยวจังหวัดน่านลำบาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้จัดทำระบบพัฒนาออนโทโลยี มาใช้ในการจัดการระบบข้อมูลสร้างโครงสร้างของฐานข้อมูลการท่องเที่ยว เพื่อแก้ปัญหาข้างต้น ซึ่งจะสร้างเป็นโครงสร้างของความรู้เชิงความคิด โดยใช้หลักการออนโทโลยีมาใช้ เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ จัดทำงานวิจัยในหัวข้อเรื่องการพัฒนาออนโทโลยีเที่ยวจังหวัดน่าน กรณีศึกษาแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่านจังหวัดน่าน มีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาทอดยาว และเป็นแนวชายแดนรอยต่อกับประเทศลาว นักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวชื่นชมธรรมชาติและอากาศที่หนาวเย็น และจังหวัดน่านมีสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงามและอุดมสมบูรณ์ และมีสถานที่บริการนักท่องเที่ยวในสถานที่นั้น ๆ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักท่องเที่ยวที่ชอบธรรมชาติ ความเงียบสงบ เลือกมาเที่ยวที่จังหวันน่าน และจุดเด่นที่ทำให้จังหวัดน่านเริ่มเป็นที่น่าสนใจของเหล่านักท่องเที่ยว ก็คือความสงบของชุมชน ความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ความป็นอยู่ที่เรียบงายของผู้คนในชุมชนในสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน จึงทำให้จังหวัดน่านเริ่มมีความสำคัญในเรื่องการท่องเที่ยวมากขึ้น

จังหวัดน่านมีการท่องเที่ยวหลายรูปแบบ ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ท่องเที่ยวเชิงศิลปะ โบราณสถาน วัฒนธรรม ประเพณี และการท่องเที่ยวผจญภัย มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาสู่จังหวัดน่านที่มีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จังหวัดน่านจึงมีแนวโน้มที่จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการท่องเที่ยวได้

สำหรับการท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน สามารถท่องเที่ยวได้ทั่วทุกอำเภอ เนื่องจากทุกสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่านนั้นมีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและความสวยงามของธรรมชาติ จึงทำให้การท่องเที่ยวได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวในปัจจุบัน และการท่องเที่ยวในจังหวัดน่านทำให้เข้าใจในความเป็นมาของจังหวัดมากขึ้น ในปัจจุบันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดน่านมีอยู่มากมายในทุกอำเภอ แต่ในด้านข้อมูลการท่องเที่ยวจังหวัดน่านมีข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตน้อย และไม่ได้ ส่งผลให้การหาข้อมูลการท่องเที่ยวงหวัดน่านททำได้ยาก ใช้เวลาในการค้นหานาน ได้ข้อมูลไม่ครบ หรือข้อมูลขาดหาย ส่งผลให้การวางแผนการท่องเที่ยวจังหวัดน่านลำบาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้จัดทำระบบพัฒนาออนโทโลยี มาใช้ในการจัดการระบบข้อมูลสร้างโครงสร้างของฐานข้อมูลการท่องเที่ยว เพื่อแก้ปัญหาข้างต้น ซึ่งจะสร้างเป็นโครงสร้างของความรู้เชิงความคิด โดยใช้หลักการออนโทโลยีมาใช้ เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ จัดทำงานวิจัยในหัวข้อเรื่องการพัฒนาออนโทโลยีเที่ยวจังหวัดน่าน กรณีศึกษาแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาดังนี้

1) เพื่อศึกษาและรวบข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน

2) เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดน่านโดยใช้ออนโทโลยี

3. ขอบเขตของงานวิจัย งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดขอบเขตดังนี้

1) ขอบเขตด้านพื้นที่ จังหวัดน่าน

2) ขอบเขตด้านข้อมูล ข้อมูลการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน มีข้อมูลการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ดังนี้

(1) ข้อมูลด้านสถานที่ มีจำนวนสถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดน่านที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ มีทั้งหมด 34 แห่ง และมีข้อมูลต่าง ๆของแต่ละแห่ง

(2) ข้อมูลด้านอำเภอภายในจังหวัดน่าน

(3) ข้อมูลด้านที่พัก มีข้อมูลที่พักในจังหวัดน่านจำนวน 25 แห่ง อ้างอิงจากเว็บไซต์ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

3) ขอบเขตด้านเทคโนโลยีเทคนิคที่ใช้พัฒนาบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์บนคอมพิวเตอร์

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ผู้ศึกษาจึงมีจุดประสงค์หลักให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1) ได้ระบบการสืบค้นข้อมูล สถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดน่าน โดยใช้หลักออนโทโลยี

2) ช่วยให้นักท่องเที่ยวที่มีความสนใจสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดน่านสามารถค้นหาข้อมูลและวางแผนการท่องเที่ยวได้

5. แนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยว

พิทยะ ศรีวัฒนสาร (2555) ได้ให้ความหมายของการท่องเที่ยวไว้ว่า คือ การเดินทางของบุคคลจากสถานที่ ซึ่งเป็นที่อาศัยอยู่ประจำไปยังสถานที่อื่นเป็นการชั่วคราวและเดินทางกลับไปสถานที่อาศัยเดิม โดยการเดินทางนั้นไม่ใช่เพื่อประกอบอาชีพโดยตรง แม้ว่ารูปแบบของการท่องเที่ยวบางประเภทจะมีเรื่องของอาชีพ หรือธุรกิจการงานเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่บ้าง เช่น การท่องเที่ยวในรูปแบบต่าง ๆ นักท่องเที่ยวหรือผู้เดินทางท่องเที่ยวมักจะมีเหตุผลหรือประเภทของจุดมุ่งหมายในการเดินทางที่แตกต่างกันออกไปโดยมีปัจจัยประกอบที่เป็นตัวสนับสนุน หรือแรงผลักที่เป็นส่วนบุคคลซึ่งไม่เท่ากัน ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ รายได้ เวลา โอกาสครอบครัว การได้รับข้อมูลข่าวสาร และความสนใจส่วนบุคคล เช่น สนใจเรื่องราวของชนเผ่า วัฒนธรรมประเพณี ประวัติศาสตร์ สิ่งแวดล้อม หรือความต้องการที่จะได้รับประสบการณ์ที่แปลกใหม่ เป็นต้น ซึ่งไม่ว่าจะเดินทางด้วยเหตุผลใดก็ตาม สิ่งที่นักท่องเที่ยวต่างก็คาดหวังที่จะได้รับคือความสุข ความสนุกสนาน ความเพลิดเพลิน ความรู้ และประสบการณ์ใหม่ที่สนองตอบความต้องการส่วนบุคคลที่มีอยู่

6. แนวคิดเกี่ยวกับออนโทโลยี

ไกรศักดิ์ เกษร (2558) ได้ให้ความหมายของออนโทโลยีไว้ว่าออนโทโลยี คือ การจัดองค์ความรู้หรือฐานความรู้ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น โดยประกอบด้วยคอนเซ็ปต์ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของรูปแบบ เหล่านั้น โครงสร้างนี้อำนวยความสะดวกในการค้นหาแบบ SBIR เพื่อลดช่องว่างเชิงความหมายให้น้อยลง

วิไลรัตน์ ยาทองไชย (2560) ได้ให้ความหมายของออนโทโลยีไว้ว่าออนโทโลยี คือ การจัดองค์ความรู้หรือฐานความรู้ ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น โดยประกอบด้วยคอนเซฟท์ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของรูปแบบ เหล่านั้น โครงสร้างนี้อำนวยความสะดวกในการค้นหาแบบ SBIR เพื่อลดช่องว่างเชิงความหมายให้น้อยลงและ ได้อธิบายองค์ประกอบของออนโทโลยีได้ดังนี้

แนวคิด หมายถึง ขอบเขตของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือความคิดทั่วไป หรือ นามธรรมในโดเมนที่สนใจ และสามารถอธิบายรายละเอียด

คุณลักษณะ หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ที่นำมาใช้อธิบายแนวคิด

ความสัมพันธ์ หมายถึง รูปแบบของความสัมพันธ์กันระหว่างแนวคิดโดยมีการระบุความสัมพันธ์ไว้เป็นแบบต่าง ๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น คือ ความสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัติการถ่ายทอด คุณสมบัติของแนวคิดแม่ไปยังแนวคิดความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่ง คือ ความสัมพันธ์ที่หมายถึงการเป็น ส่วนประกอบความสัมพันธ์เชิงความหมาย คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงแนวคิดที่มี ความเหมือนเชิงความหมายต่อกัน ความสัมพันธ์การเป็นตัวแทน คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นตัวแทน หรือสมาชิกของแนวคิด ข้อกำหนดในการสร้างความสัมพันธ์ หมายถึง เงื่อนไขหรือข้อกำหนดเฉพาะ หรือตรรกะ ในการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดกับคุณสมบัติ หรือแนวคิดกับแนวคิด เพื่อให้แปลงความหมายได้ถูกต้องซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ใช้ในการอนุมานความรู้เพื่อสร้างความรู้ใหม่จากออนโทโลยี ตัวอย่างข้อมูล หมายถึง คำศัพท์ที่มีการกำหนดความหมายไว้ในออนโทโลยีเรื่องนั้น ๆ จากความหมายและองค์ประกอบของออนโทโลยีทำให้เข้าใจถึงภาพรวมเพื่อการกำหนดโครงสร้างของออนโทโลยี นำไปสู่การพัฒนาออนโทโลยีเพื่อสร้างองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ

ไกรศักดิ์ เกษร (2558) ได้สรุป วิธีการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนข้อมูลแบบพื้นฐานและเป็นที่นิยมใช้กันอย่าง แพร่หลายประกอบด้วยค่าสองค่าคือ "ความแม่นยำ (Precision)" และ "ค่าความระลึก (Recall)" ความแม่นยำ

("Precision") เป็นอัตราส่วนของการค้นพบข้อมูลที่ถูกต้องจาก จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ทำการค้นคืนมาได้ สูตรการคำนวณคือ

$$\text{ความแม่นยำ} = \frac{|Ra|}{|A|}$$

|Ra| คือจำนวนข้อมูลที่ถูกต้องที่ค้นคืนออกมาได้

|A| คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ค้นคืนออกมาได้

ค่าความระลึก ("Recall") เป็นอัตราส่วนของการค้นพบข้อมูลที่ถูกต้องจากจำนวน ข้อมูลที่ถูกต้องทั้งหมด สูตรการคำนวณคือ

$$\text{ค่าความระลึก} = \frac{|Ra|}{|R|}$$

โดยที่ |R| คือจำนวนข้อมูลที่ถูกต้องทั้งหมดในฐานข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพโดยรวม ("F-measure") คือการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของ ทั้งสองค่าระหว่างค่าความแม่นยำและค่าความระลึกซึ่งนำค่าทั้งสองมาคำนวณร่วมกัน สูตรการคำนวณคือ

$$\text{ประสิทธิภาพโดยรวม} = \frac{2 \times \text{ความแม่นยำ} \times \text{ค่าความระลึก}}{(\text{ความแม่นยำ} + \text{ค่าความระลึก})}$$

โดยค่าที่ได้จากการวัดค่า F-measure จะมีค่าที่ดีที่สุดอยู่เท่ากับ 1

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤพนธ์ และจักรกฤษณ์ (2556) ได้ศึกษาการนำหลักการออนโทโลจีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยเพื่อให้ข้อมูลออนไลน์ที่แตกต่างกันในเนื้อหาเดียวกันโดยสามารถเชื่อมโยงข้อมูลการท่องเที่ยวต่าง ๆ อย่างมีความสัมพันธ์ต่อกัน ออกแบบออนโทโลจีท่องเที่ยว แบ่งเป็น 10 คลาสคือ คลาสจังหวัด คลาสอำเภอ คลาสตำบล คลาสเทศกาล คลาสสถานที่ ท่องเที่ยว คลาสที่พัก คลาสการเดินทาง คลาสร้านอาหาร คลาสร้านขายของฝาก และคลาสร้านขายสินค้าหนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล โดยในแต่ละคลาสสามารถแยกรายละเอียด และได้ทำการใช้เนมแมทชิ่ง เปรียบเทียบระหว่างชื่อ 2 ชื่อเพื่อให้รู้ว่าคล้ายกัน เหมือนกัน หรือแตกต่างกันหรือไม่นั้นอาจใช้วิธีการคำนวณค่าความ เหมือน ค่าความคล้าย ค่าความแตกต่าง ซึ่งสามารถใช้ตัดสินใจ และเป็นข้อสรุปของชื่อ 2 ชื่อจะเหมือนกันคล้ายกัน หรือ แตกต่างกันหรือไม่ การใช้เนมแมทชิ่งในการเปรียบเทียบชื่อ 2 ชื่ออาจทำได้ไม่ง่ายนัก โดยจากงานวิจัยได้ทำการแบ่ง ชนิดของเนมแมทชิ่งไว้เป็น 4 ประเภทคือ กฎพื้นฐานของตัวสะกด กฎพื้นฐานของการออกเสียง วิธีการรวมกันและวิธีการผสม

ทิพวรรณ (2557) ได้ทำการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีสำหรับระบบสืบค้นสารสนเทศการท่องเที่ยวเชิงนิเวศภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย โดยใช้รูปแบบออนโทโลยีมาใช้เป็นคำค้นหาในการสืบค้นและสนับสนุนการใช้งานในลักษณะเว็บเชิงความหมาย โดยการสร้างออนโทโลยีการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างประกอบด้วยคลาส 7 คลาส คือ สถานที่ท่องเที่ยว รูปแบบสถานที่ท่องเที่ยว ข้อมูลที่พัก รูปแบบกิจกรรม จังหวัด ประเภทที่พัก และร้านอาหาร ซึ่งในแต่ละคลาสจะประกอบไปด้วยคลาสย่อย ที่เป็นข้อมูลที่อยู่ภายใต้คลาสหลักนั้น ๆ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นจากการทดสอบผลการสืบค้นสารสนเทศแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยใช้ F-measure ในการวัดประสิทธิภาพผลความถูกต้องในการสืบค้น พบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 จากข้อมูลที่ทำการทดสอบทำให้เห็นว่าการนำเทคโนโลยีออนโทโลยีมาใช้ในการสืบค้นทำให้มีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ

สุปราณี, ศิริกาญจนา (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายของการท่องเที่ยวไทยด้วยออนโทโลยีโดยใช้ RDF และ SPARQL ว่าด้วยการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายด้วยออนโทโลยี ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน กรณีศึกษาสำหรับการท่องเที่ยวไทย โดยใช้ RDF (Resource Description Framework) เป็น โครงสร้างของออนโทโลยีในการเก็บข้อมูล ใช้ SPARQL ฟังก์ชัน ของ RDF API ในการสืบค้นข้อมูล และใช้ภาษา HTML JavaScript PHP สำหรับเขียนโค้ดโปรแกรมในส่วนต่อ ประสานงานกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งงานวิจัยที่ได้นี้จะแสดง

ให้เห็นถึงวิธีการสืบค้นข้อมูล โดยสามารถจัดกลุ่มคำที่ เกี่ยวข้องกันมาสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความจำเพาะ ตรงตามความต้องการ อีกทั้งยังเป็นการ ส่งเสริมและอนุรักษ์การท่องเที่ยวไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่กลุ่มผู้สนใจ

อิสรา,จารี และจิรัฎฐา (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การค้นคืนสารสนเทศการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ออนโทโลยีว่าด้วยการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทำให้เกิดรายได้มาสู่ภูมิภาคมาก ซึ่งการพัฒนาเว็บการท่องเที่ยวในภูมิภาคนี้มีเป็นจำนวนมาก แต่ยังมีส่วนน้อยที่นำออนโทโลยีมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ ซึ่งการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้ออนโทโลยีเป็นงานวิจัยที่ท้าทาย ออนโทโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บและนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง เพื่อให้ได้ F-measure ที่ดีขึ้นในการสืบค้นเอกสาร และข้อมูลทางหน้าเว็บที่มีเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาออนโทโลยีต้นแบบการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้หลักการพัฒนาออนโทโลยีด้วยวิธีจากบนลงล่าง (Top-Down) จากล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และแบบผสม (Combination) จากผลการทดลองปรากฏว่าผลของการค้นคืนด้วยการออกแบบออนโทโลยีแบบผสมทำได้ดีที่สุดด้วยค่า F-measure ร้อยละ 82.26

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการดำเนินงานในการพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

1) วางแผนการทำงานจากวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ เป้าหมายของออนโทโลยีที่กำหนด

2) ศึกษาการสร้างออนโทโลยีการท่องเที่ยว

2. ศึกษาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดน่าน

จังหวัดน่าน มีแหล่งท่องเที่ยวให้ผู้สนใจได้ท่องเที่ยวมากมาย ทั้งสถานที่ทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี แหล่งอารยธรรมโบราณ โดยที่เพิ่งค้นพบในเขตอำเภอเมืองน่าน ส่วนโบราณสถานโดยเฉพาะวัดเก่าแก่มีให้เห็นแทบทุกอำเภอ ได้แก่ วัดพระธาตุแช่แห้ง พระธาตุคู่บ้านคู่เมืองของจังหวัดด้าน วัดภูมินทร์ หอคำ วัดหนองบัว วัดบุญยืน ซึ่งล้วนแต่มีอายุนับร้อย ๆ ปี มีภาพจิตรกรรมฝาผนังที่สวยงามทั้งสิ้น

สถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติก็มีความหลากหลาย เช่น เส้นทางชมธรรมชาติหมู่บ้านมณีพฤกษ์ ในอำเภอทุ่งช้าง อุทยานแห่งชาติหลายแห่ง และเสาดิ นที่อำเภอนาน้อย บ่อเกลือโบราณในอำเภอบ่อเกลือ หรือการล่องแก่งน้ำว้าที่มีทัศนียภาพสวยงามตลอดเส้นทาง เป็นต้น

สำหรับการท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน สามารถท่องเที่ยวได้ทั่วทุกอำเภอด้วยมีความหลากหลายทางวัฒนธรรมอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังมีงานบุญประเพณีที่สำคัญ เช่น งานแข่งเรือ งานไหว้พระธาตุ ส่วนผู้ที่ชื่นชอบศิลปะการแสดงก็สามารถชมการแสดงนาฏศิลป์ที่งดงาม รวมทั้งดนตรีที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น ดนตรีวงปี่จุ้ม จ๊อยซอ ฟ้อนแง้น เป็นต้น

3. ออกแบบออนโทโลยี

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มานำมาสร้างคลาส เพื่อนำไปใช้ให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดขอบเขตการท่องเที่ยว

2) กำหนดคลาส ในออนโทโลยี เช่น คลาสการท่องเที่ยว คลาสที่พัก เป็นต้น

3) กำหนดค่าคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ประวัติหมู่บ้านมีค่าเป็น string ประเภทห้องพัก

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน งานวิจัยได้ใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยี ดังนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง รุ่น Intel Core DUO

2) ความเร็วหน่วยประมวลผลกลาง 2.40 GHz

3) ความเร็วแรม 1.89 GHz

4) ความจุฮาร์ดดิสก์ 300 GB

5) ซอฟท์แวร์สำหรับพัฒนาโปรแกรม

6) Hozo-ontology

7) Apache tomcat

8) Navicat Premium

9) Ontology Application Management Framework

10) Microsoft Excel

5. ขั้นตอนการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบออนโทโลยี

การท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ผู้วิจัยมีขั้นตอนการทำวิจัยดังนี้

1) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับออนโทโลยีการท่องเที่ยว

2) เก็บรวบรวมข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว สถานที่ตั้ง และข้อมูลที่พัก

3) ออกแบบคลาสออนโทโลยีการท่องเที่ยว โดยมีทั้งหมด 6 คลาส ได้แก่คลาสสถานที่ท่องเที่ยว คลาสที่พัก คลาสสถานที่ตั้ง คลาสเทศกาลงานประเพณี คลาส รูปแบบการท่องเที่ยว และคลาสกิจกรรมที่น่าสนใจ

6. พัฒนาออนโทโลยีด้วยโปรแกรม Hozo Ontology Editor

7. นำข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวใส่ลงในโปรแกรม Excel และนำมาเชื่อมต่อในฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Navicat Premium

8. ได้ Semantic Ontology Search ทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาด

9. สรุปผลและจัดทำคู่มือการใช้งาน

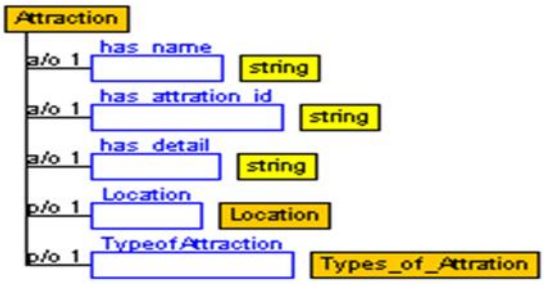
การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมสถานที่ท่องเที่ยว โดยแบ่งตามอำเภอของจังหวัดน่าน ซึ่งมีทั้งหมด 15 อำเภอ และเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความน่าสนใจ จากนั้นได้ทำการค้นหาข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวจากเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลไปเก็บในรูปแบบของ Excel โดยมีข้อมูลคือ สถานที่ท่องเที่ยว 27 แห่ง เทศกาล 7 แห่ง และได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่พักภายในจังหวัดน่าน ที่มีความนิยม โดยอ้างอิงจากเว็บไซต์จัดอันดับที่พักในจังหวัดน่าน โดยมีข้อมูลคือ ที่พักทั้งหมด จำนวน 25 แห่ง แบ่งประเภทเป็น โรงแรม จำนวน 12 แห่ง รีสอร์ท จำนวน 8 แห่ง เกสท์เฮาส์ จำนวน 3 แห่ง โฮมสเตร์ จำนวน 2 แห่ง

การพัฒนาโปรแกรม

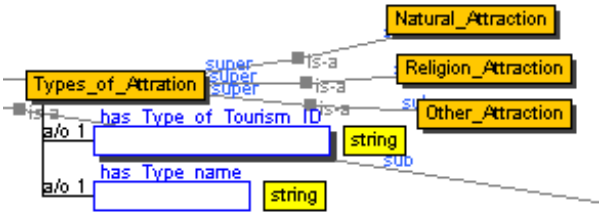
จากการเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน โดยมีคลาสทั้งหมด 6 คลาส ตามความสัมพันธ์ของแต่ละคลาส ในคลาสหลักของการออกแบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน แต่ละคลาสจะมีคลาสย่อยและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนี้

คลาสสถานที่ท่องเที่ยว (Attraction) เป็นคลาสหลัก เนื่องจากได้มีการเชื่อมต่อกับคลาสอื่น ๆ อีก 2 คลาส โดยคลาสสถานที่ท่องเที่ยวนี้ได้รวบรวมสถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดน่านและข้อมูลต่าง ๆได้แก่ ชื่อของสถานที่ท่องเที่ยว รายละเอียด สถานที่ตั้ง และประเภทของสถานที่ท่องเที่ยว ดังรูป 1



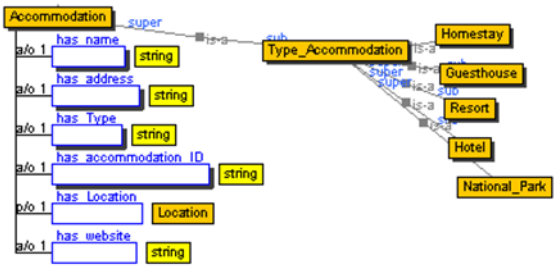
รูปที่ 1 คลาสสถานที่ท่องเที่ยว

คลาสประเภทสถานที่ท่องเที่ยว (Type of Attraction) เป็นคลาสที่เชื่อมโยงกับคลาสสถานที่ท่องเที่ยว โดยจะแยกประเภทของสถานที่ท่องเที่ยวออกเป็น 3 ประเภท คือ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แหล่งท่องเที่ยวทางศาสนา และแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ดังรูปที่ 2



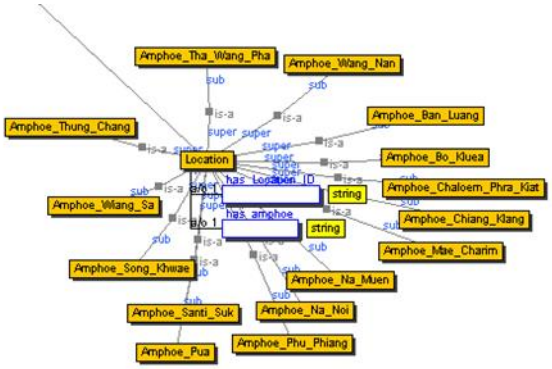
รูปที่ 2 ความเชื่อมโยงระหว่างคลาสประเภทสถานที่ที่องเที่ยวกับคลาสสถานที่ท่องเที่ยว

คลาสที่พัก (Accommodation) เป็นคลาสที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่พัก มีข้อมูลคือ ชื่อสถานที่พัก ที่อยู่ เว็บไซต์และประเภทที่พัก ดังรูป 3



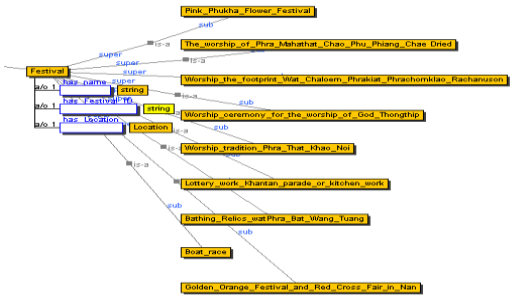
รูปที่ 3 คลาสที่พัก (Accommodation)

คลาสตำแหน่ง (Location) เป็นคลาสที่รวบรวมข้อมูลของอำเภอของสถานที่ โดยจะมีทั้งหมด 15 อำเภอ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 คลาสตำแหน่ง (Location)

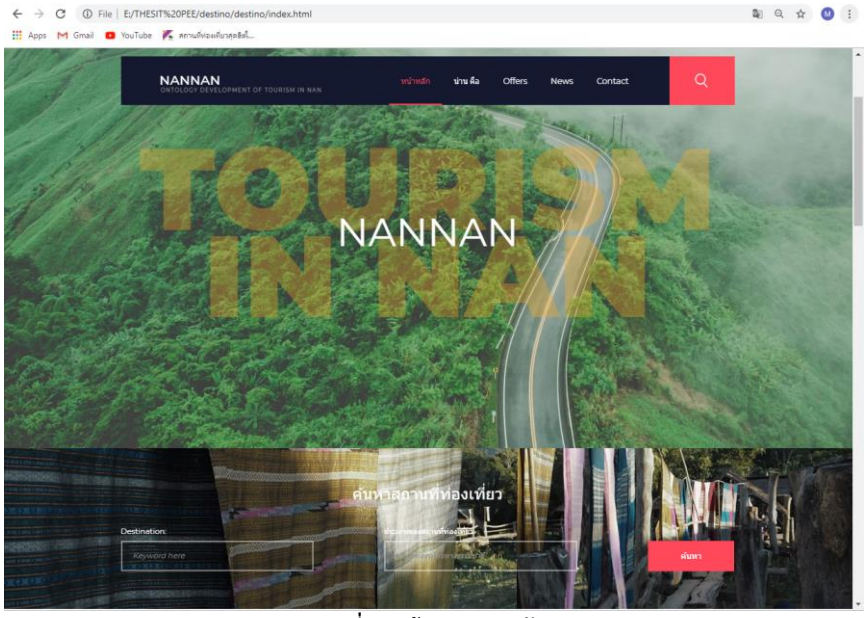
คลาสเทศกาล (Festival) เป็นคลาสที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเทศกาลงานประเพณี ได้แก่ ชื่อของ เทศกาลงานประเพณี และรายละเอียดของงาน และเชื่อมโยงกับคลาสตำแหน่ง ดังรูป 5



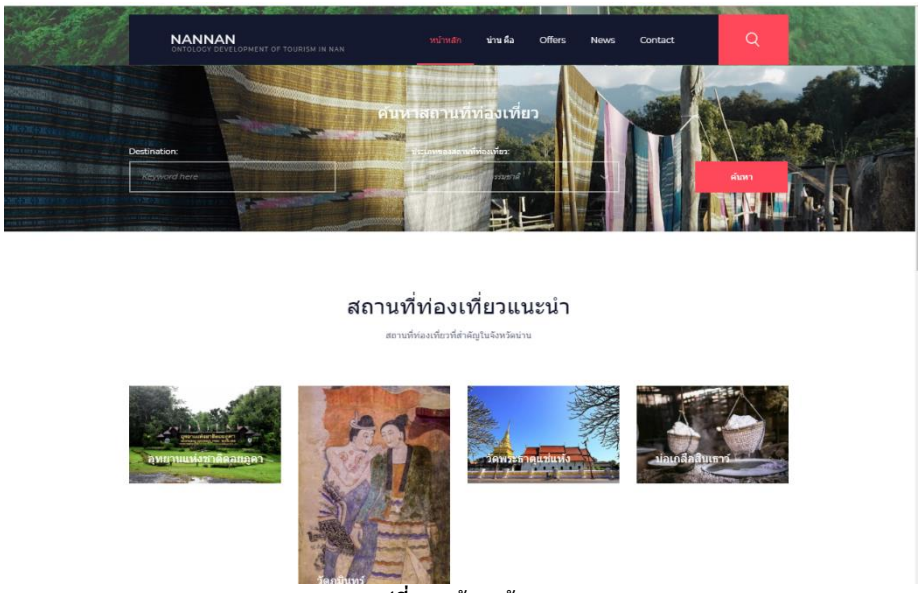
รูปที่ 5 คลาสเทศกาล (Festival)

การทดสอบและประเมินระบบ

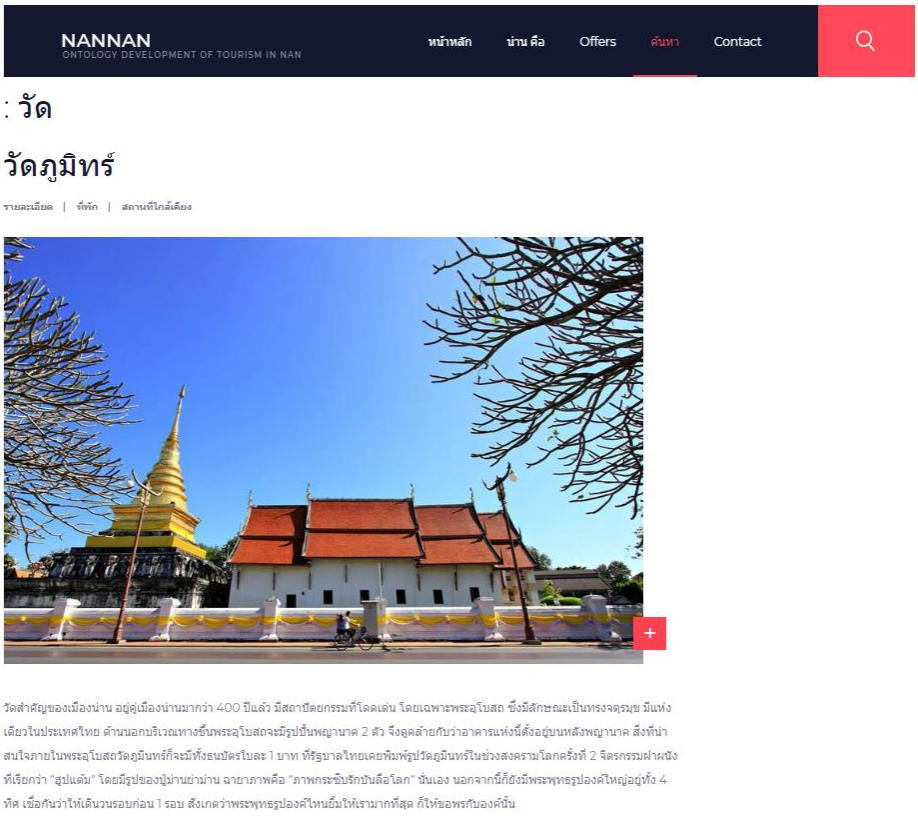
การพัฒนาระบบออนโทโลยีเพื่อใช้งานร่วมกับเว็บ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานในด้านต่าง ๆ และสามารถประยุกต์ใช้งานได้ในหลายแพลตฟอร์ม ได้ผลลัพธ์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6 หน้าแสดงผลหลัก



รูปที่ 7 หน้าจอค้นหา



รูปที่ 8 ผลการค้นหา

ในการออกแบบการวัดประสิทธิภาพของระบบนั้น ใช้วิธีการวัดความถูกต้องแม่นยำจาก การค้นคืนข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลสถานที่โดยได้ออกแบบการวัดประสิทธิภาพจากการสืบค้น จากการระบุคำสำคัญคือชื่อสถานที่นั้น ๆ นำมาหาค่า Precision และ Recall ที่ได้นำไปคำนวนหาค่า F-Measure ซึ่งใช้เป็นค่าของการวัดประสิทธิภาพของระบบ

1) การวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของการสืบค้นสารสนเทศด้วยค่า F-measure โดยประเมินจากผู้ประเมินภายนอก 10 คน มีการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้วิธีวัดค่าความแม่นยำค่าความระลึก และการวัดประสิทธิภาพโดยรวม โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

Precision คือ ประสิทธิภาพของระบบในการค้นคืนเอกสารโดยดูจากอัตราส่วนของ จำนวนเอกสารที่ถูกต้องจากเอกสารที่ถูกเลือกมาทั้งหมด

Recall คือ ประสิทธิภาพของการค้นคืนเอกสารโดยดูจากอัตราส่วนจำนวนเอกสารที่ถูกต้องที่เลือกมาต่อ จำนวนเอกสารที่ถูกต้องทั้งหมดที่อยู่ในคอลเล็คชั่น โดย Precision และ Recall มีสูตร ดังนี้

$$\text{Precision} = \frac{x}{y}$$

$$\text{Recall} = \frac{x}{z}$$

ให้ x จำนวนเอกสารที่ถูกต้องที่ถูกดึงทำเป็นผลลัพธ์

ให้ y จำนวนเอกสารทั้งหมดที่ถูกดึงทำเป็นผลลัพธ์ให้

ให้ z จำนวนเอกสารที่ถูกต้องทั้งหมดที่อยู่ในคอลเล็คชัน

เมื่อได้ทั้งค่า Precision และค่า Recall จะสามารถหาค่า F-measure ได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{F-measure} = 2\left(\frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}\right)$$

ซึ่งได้ผลของการวัดประสิทธิภาพของระบบ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การวัดประสิทธิภาพของการสืบค้นสารสนเทศ

Description	y	x	z	F-measure
วัด	2	2	2	1
ดอย	1	1	1	1
จิตรกรรม	1	1	1	1
งาน	3	3	3	1
หมู่บ้าน	2	2	2	1
โรงแรม	8	5	5	0.76
F-measure เฉลี่ย				0.96

2) การอภิปรายผล การสืบค้นระบบออนโทโลยีท่องเที่ยวจังหวัดน่าน สามารถสืบค้นและได้ผลการสืบค้นตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ เมื่อผู้สนใจทำการสืบค้น จะทำให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ และจึงสรุปได้ว่า การสืบค้นโดยระบบออนโทโลยี ทำการสืบค้นได้ดี โดยวัดจากค่าการประเมินประสิทธิภาพของระบบ F-measure ร้อยละ 96 จึงสรุปได้ว่าระบบออนโทโลยีท่องเที่ยวจังหวัดน่านมีประสิทธิภาพในระดับดีมากในการค้นคืนสารสนเทศ

ผลการศึกษา

จากการดำเนินการวิจัยได้พัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่านได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ผลการพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน

การพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ได้ออกแบบออนโทโลยีให้ ตรงกับความต้องการในการสืบค้นข้อมูล โดยได้กำหนดขอบเขตข้อมูลได้แก่ ชื่อสถานที่ ที่พัก ตำแหน่ง ซึ่งผลจากการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยี

2. ผลการพัฒนาระบบ

ใช้โปรแกรม Apache Tomcat เผื่อ Config จัดการรูปแบบข้อมูลจาก Owl และเป็นอินเตอร์เฟสใช้แสดงค่าการค้นหา โดยเรียกใช้งานผ่าน localhost พอร์ต 8080

ทำการกำหนดความสัมพันธุ์ของข้อมูลผ่านโปรแกรม Configuration Management ภายใน Apache Tomcat การทดสอบระบบและผลการค้นหาจากการ เลือกเงื่อนไข แหละการพิมพ์เพื่อค้นหาหลักการค้นหาคืออันดับแรกให้เลือก Class จากเมนู Path จากนั้นทำการเลือก Subclass และเลือก Datatype property หรือ Object property ตามลำดับ

อภิปรายผลการศึกษา

การอภิปรายผล การสืบค้นสารสนเทศออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน สามารถใช้งานและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีของการท่องเที่ยวจังหวัดน่านทั้งหมด และสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ของข้อมูลโดยใช้ออนโทโลยี เมื่อผู้สนใจทำการการสืบค้น จะได้ข้อมูลที่ครบถ้วน ทำให้การสืบค้นข้อมูลโดยออนโทโลยี ดีกว่าการสืบค้นข้อมูลแบบทั่วไป จากค่าการประเมินประสิทธิภาพของระบบ F-measure ร้อยละ 96 จึงสรุปได้ว่าออนโทโลยีมีประสิทธิภาพในระดับดีมากในการค้นคืนสารสนเทศข

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาระบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลการท่องเที่ยวในจังหวัดน่าน ออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวให้มีข้อมูลที่ครบถ้วน สะดวกต่อการค้นหาลดการกระจายของข้อมูล ลดการขาดความเชื่อมโยง และเวลาการค้นหา โดยพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web-Application ใช้ Apache-Tomcat เป็น Web sever และใช้ Navicat ในการติดต่อกับฐานข้อมูลใน Hozo หลังจากการพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยว ได้ทำการทดสอบและประเมินผลการใช้งานระบบซึ่งสามาสรุปผลการศึกษาได้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ประศาสตร์ บุญสนอง อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำและแนวทางรวมทั้ง ช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเล่มนี้ เสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทาง ทำให้วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ประโยชนจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

เอกสารอ้างอิง

ไกรศักดิ์ เกษร. (2560). ระบบค้นคืนสารสนเทศ: แนวคิดและแนวทางการพัฒนาในอนาคต.หนังสือ,พิษณุโลก : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นฤพนธ์ พนาวงศ์ และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์. (2556). ระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยด้วยหลักการออนโทโลจีและเนมแมทชิ่ง. วารสารวิชาการ, พิษณุโลก : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิพวรรณ ปิ่นทองพันธ์. (2557). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีสาหรับระบบสืบค้นสารสนเทศการท่องเที่ยวเชิงนิเวศภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

พยุง มีสัจ และคณะ. (2556). ระบบการค้นคืนเชิงความหมายจากข้อมูลบรรณานุกรมโดเมน Information System. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิทยะ ศรีวัฒนสาร. (2555). เอกสารคาสอนวิชาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพมหานคร.

วิไลรัตน์ ยาทองไชย. (2560). ออนโทโลยีกับการพัฒนาฐานความรู้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, บุรีรัมย์ :

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สุปราณี ทัพมงคล และ ศิริกาญจนา พิลาบุตร. (2559). การสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายของการท่องเที่ยวไทยด้วยออนโทโลยีโดยใช้ RDF และ SPARQL. วารสารงานวิจัย, นครราชสีมา : คณะสารสนเทศศาสตร์วิทยาลัยนครราชสีมา.

อิสรา ชื่นตา ,จารี ทองคา และจิรัฎฐา ภูบุญอบ. (2557). การค้นคืนสารสนเทศการท่องเที่ยว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ออนโทโลยี. วารสารวิชาการ, มหาสารคาม : คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการจัดลำดับ

อนุชา ปัญญาหล้า สุรินทร์ทิพ ศักดิ์ภูวดล พิพัฒน์พงษ์ แซ่ฟู่ และกฤติกา กันทวงค์*

Website Development to Help with Computer Purchasing Decision by Ranking Method

Anucha Panyala, Surinthip Sakphoowadon, Pipatpong Sae-phoo and Krittika Kantawong*

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000
Faculty of Information and Communication Technology, University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao, 56000
*Corresponding author. E-mail: krittika.ka@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการพิจารณาเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพื่อช่วยเหลือผู้บริโภคที่มีความประสงค์จะซื้อคอมพิวเตอร์ไว้ใช้งานให้สามารถตัดสินใจเลือกซื้อได้ตรงตามความต้องการของตนเอง โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ผู้บริโภคจะคำนึงถึงเมื่อต้องการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการรวบรวมข้อมูลปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่มีต่อการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ของผู้บริโภคจากงานวิจัยที่ทำการเผยแพร่ไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อดำเนินการคำนวณค่าน้ำหนักตามลำดับความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีการจัดลำดับความสำคัญ (Ranking Method) เพื่อสรุปเป็นปัจจัยที่จะใช้ในการคำนวณหาค่ามาตรฐาน (Standard score) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจของเว็บไซต์โดยผู้ใช้งานจำนวน 10 คนผลการศึกษาพบว่าพบว่าได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) ที่ 81.27 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องในการค้นคืนข้อมูลเฉลี่ย (Recall) ที่ 92.77 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ การตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ วิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย ปัจจัยในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ช่วยเลือกคอมพิวเตอร์

Abstract

This research aims to develop a website that helps a consumer make a decision on buying a computer. The website helps consumers who wish to buy a computer to make a choice for his/her own needs. This research studied the factors that consumers will consider when buying a computer. Key information about factors that influence the consumers' decision-making on buying computers was first gathered from previously published researches. All these factors were then analysed by performing the weighted priority calculation of each criterion which is based on the ranking method. The performance is to search for factors that will be used to compute the standard score. This research analysed the system operations of from 10 users. The evaluation results reveal that the system achieves 86% precision and 92.77% of recall.

Keywords: Purchasing computer, Computer Purchasing Decision, Weighted Sum Method, factors for buying computer, a website for choosing computer

บทนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่สำคัญอย่างยิ่งในชีวิต มนุษย์สามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย อาทิเช่น ใช้ในการทำงาน เพื่อค้นคว้าหาความรู้ และเพื่อความบันเทิง เป็นต้น ในยุคที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงทำให้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคอมพิวเตอร์ เช่น ซีพียู แรม การ์ดจอ ฮาร์ดดิสก์ แป้นพิมพ์ เมาส์ หน้าจอแสดงผล ฯลฯ รวมถึงอุปกรณ์เสริมเพื่อประกอบคอมพิวเตอร์อื่น ๆ มีความหลากหลาย และมีการจำหน่ายในท้องตลาดเป็นจำนวนมาก ประกอบกับคุณภาพสินค้าและราคาแต่ละยี่ห้อจะมีความใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดทางเลือกมากเกินไปจนเกิดความสับสนต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ ดังนั้น การนำระบบสารสนเทศมาใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์จึงนับว่าเป็นทางเลือกที่ดีในการช่วยตัดสินใจอีกทางหนึ่งที่ทำให้ผู้มีความต้องการซื้อคอมพิวเตอร์สามารถเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ได้ตรงตามความต้องการใช้งาน ในราคาที่เหมาะสม

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ของผู้บริโภคจาก ปราณี สีน้ำเงิน (2548) ซึ่งได้ศึกษากระบวนการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้บริโภคมีกระบวนการในการในการตัดสินใจในการซื้อคอมพิวเตอร์โน๊คบุ๊คแตกต่างกันใน ทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ความจำเป็นในการซื้อ ประโยชน์ที่คำนึงถึงเมื่อจะตัดสินใจซื้อ ระยะเวลาตัดสินใจซื้อ และ ความรู้สึกโดยรวมหลังจากการซื้อและความเห็นหลังจากซื้อ นอกจากนี้งานวิจัยของ ณัฐพันธ์ แซ่ลี้ (2557) พบว่าผู้บริโภคสนใจหาข้อมูลข่าวสารประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องแมคบุ๊คจากเว็บไซต์ด้วยตนเอง

ในส่วนของทฤษฎีที่ใช้ในการตัดสินใจนั้น จากการศึกษาการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจของของศรัณญา สุขการณ์ (2556)พบว่าวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย (Weight Sum Method, WSM) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการเลือกมาตรฐานระบบคุณภาพการส่งออกอาหารมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ถูกต้องในการจัดอันดับ 100% เมื่อเทียบกับวิธี Analytic Network Process (ANP) และ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ณัฐพล จันทร์แก้ว, ณัฐวัฒน์ โพธิ์ขาว และ ศศิพร ผลพฤกษา (2557) ได้ใช้วิธีการจัดค่าลำดับความลำดับแบบ Rank Sum Weight ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพในการรองรับการอพยพผู้ประสบอุทกภัยและเส้นทางลำเลียงเคลื่อนย้ายที่เหมาะสมในการอพยพ โดย ผลการศึกษาเส้นทางลำเลียงเคลื่อนย้ายพบว่ามีเส้นทางจากศูนย์รออพยพไปยังศูนย์บรรเทาพิบัติภัยทั้งหมด 34 เส้นทาง และมีเส้นทางที่สั้นที่สุดคือจากมหาวิทยาลัยรังสิตไปยังโรงเรียนพณิชยการสามเสน กรุงเทพมหานคร โดยมีระยะทาง 24.85กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 25นาที ในงานของ ทรรณรต กุลมัย และ วรารัตน์ ทองกวด(2558) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อบ้านให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ด้วยวิธีการประมาณค่าน้ำหนักด้วยวิธีการจัดค่าลำดับความลำดับแบบ Rank Sum Weight ซึ่งเป็นการจัดลำดับค่าความสำคัญภายใต้การพิจารณาลำดับการตัดสินใจของผู้กำหนดค่าความสำคัญ (ให้ค่าที่มีความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 1, ค่าความสำคัญรองมาเท่ากับ 2, เป็นต้น) นอกจากนี้ ในงานของสุภลักษณ์ สีสุกอง และคณะ (2561) ได้ทำการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกกลุ่มวิชาสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า การประเมินให้ค่าระลึกเฉลี่ยรวมทุกกลุ่มวิชาสูงถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ระบบจากงานวิจัยสามารถช่วยนักศึกษาในการชี้แนะทางการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาเรียนให้กับนักศึกษาแต่ละคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคสนใจเมื่อต้องการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ได้แก่ ปัจจัยหลักด้านผลิตภัณฑ์ (ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง การแสดงผลกราฟฟิก ความเร็วฮาร์ดดิสก์ ความทันสมัยของรุ่น และแบตเตอร์รี่) และปัจจัยรองด้านราคา ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคได้ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ตามความต้องการของตนเองได้อย่างถูกต้องและสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ร้านจำหน่ายคอมพิวเตอร์ยังสามารถนำไปใช้เพื่อให้ผู้เข้าไปเลือกซื้อสินค้าได้ทดลองเลือกผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการของตนเอง และสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข รายการสินค้าในเว็บไซต์ได้อีกด้วย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการค้นคว้าและการพัฒนาระบบดังนี้

1. ซอฟต์แวร์
    i. Operating system: Windows 10 Pro
    ii. Apache
    iii. PHP Engie
    iv. MySQL Database Server
    v. Dreamweaver CS6
    vi. Adobe Photoshop CS6
2. ฮาร์ดแวร์

i. Processor: AMD Ryzen 3 1200 (3.1 - 3.45 GHz)
ii. Graphic: Inno3d GTX 1050ti 4Gb
iii. Memory: 8 GB DDR4L (soldered)

วิธีการ

การวิจัยเชิงประยุกต์นี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการพิจารณาเลือกซื้อคอมพิวเตอร์โดยการคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ของผู้บริโภคโดยรวบรวมข้อมูลจากผลงานวิจัยจำนวน 8 ผลงาน นำมาหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ภายใต้การพิจารณาลำดับการตัดสินใจของผู้กำหนดค่าความสำคัญของเกณฑ์แบบปกติได้แก่ ลำดับความสำคัญมากที่สุดไปน้อยที่สุดเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้คำนวณตัวเลขค่าน้ำหนักด้วยวิธีการ Rank Sum Weight (Ewa Roszkowska, 2013) เป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีที่ถูกต้องในการจัดอันดับ 100% เมื่อเทียบกับวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น จากสูตรการคำนวณ

$$wi = \frac{\mathrm{n} - ri + 1}{\sum(\mathrm{n} - \mathrm{rk} + 1)}$$

เมื่อ w_i คือ ค่าน้ำหนักปกติสำหรับเกณฑ์
n คือ จำนวนของเกณฑ์ภายใต้การพิจารณา ($k = 1,2,\ldots,n$)
r_i คือ ชั้นลำดับของเกณฑ์
r_k คือ ค่าของสมการ $n - r_i + 1$ แต่ละชั้นลำดับของเกณฑ์

หลังจากพัฒนาเว็บไซต์แล้วเสร็จ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจของเว็บไซต์โดยผู้ใช้งานจำนวน 10 คนและนำผลที่ได้มาหาค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) และค่าความความสามารถในการดึงข้อมูลเฉลี่ย (Recall) จากสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$\mathrm{Pr}\,ecision = \frac{A}{(A+M)}$$

$$\mathrm{Re}\,cal = \frac{A}{(A+N)}$$

เมื่อ N คือจำนวนที่สืบค้นได้ถูกต้องตามความสนใจ
M คือจำนวนที่ถูกต้องตามความสนใจแต่ไม่ถูกค้นคืน
A คือจำนวนที่สืบค้นได้แต่ไม่ตรงตามความสนใจ

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการรวบรวมข้อมูลปัจจัยในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์

ชื่องานวิจัย	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์							
	ด้านราคา	ด้านผลิตภัณฑ์	ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย		ด้านส่งเสริมการตลาด	ด้านสถานที่	ด้านผู้ให้บริการ	ด้านการสื่อสาร
1. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คของผู้บริโภคในเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร (วสันต์ กนิฏฐะกุล, 2560)	✓	✓			✓	✓		
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้บริโภค ในเขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร (ปรก ชูจันทร์, 2552)	✓	✓	✓		✓			
3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของผู้บริโภคกรณี ศึกษา ไอทีแกรนด์ บางแค (ศศิเลขา ดิเรกพิทักษ์, 2552)	✓	✓	✓		✓		✓	

ชื่องานวิจัย	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์							
	ด้านราคา	ด้านผลิตภัณฑ์	ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	ด้านส่งเสริมการตลาด	ด้านสถานที่	ด้านผู้ให้บริการ	ด้านการสื่อสาร
4. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพา วิทยาลัยเกริก (สิริยากร โสมทรัพย์, 2554)	✓	✓	✓	✓			
5. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ (สุระเทพ สุระสัจจะ, 2553)	✓	✓	✓	✓			
6. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาในเขตกรุงเทพ (พจมาน อภิเกษมสันติ์, รุจาภา แพ่งเกษร, 2556)	✓	✓	✓				✓
7. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร (พจมาน อภิเกษมสันติ์, รุจาภา แพ่งเกษร, 2556)	✓	✓		✓	✓		
8. พฤติกรรมการซื้อคอมพิวเตอร์พกพาของนักศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (จรัสศรี นนทรักษ์และคณะ, 2554)	✓	✓	✓	✓			

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการรวบรวมข้อมูลปัจจัยในการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์จาก 8 ผลงานวิจัยที่มีผู้เสนอไว้ สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ผู้บริโภคคำนึงถึงมากที่สุดเมื่อต้องการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ห้าอันดับได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์, ด้านราคา, ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ ด้านสถานที่ ตามลำดับ

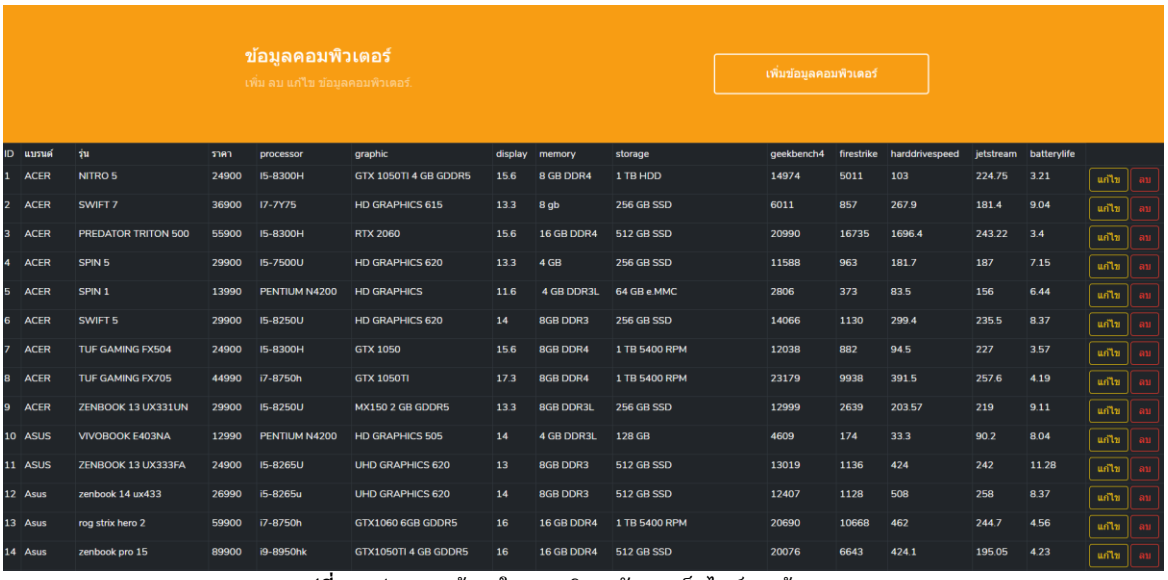
ดังนั้นการออกแบบเว็บไซต์ช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ จึงได้นำเอาปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคามาเป็นปัจจัยหลัก และปัจจัยรอง ตามลำดับ โดยปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ คณะผู้วิจัยได้เลือกตัวคัดกรองด้านประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง, การแสดงผลกราฟฟิก, ความเร็วฮาร์ดดิสก์, ความทันสมัยของรุ่น และ แบตเตอร์รี่ ซึ่งเป็นห้าด้านที่ผู้บริโภคนิยมสอบถามจากร้านขายคอมพิวเตอร์ทั่วไปเมื่อต้องการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ

ความสำคัญ	ค่าลำดับความสำคัญ	ค่าน้ำหนัก
เงื่อนไขที่มีความสำคัญมากที่สุด	1	0.33
เงื่อนไขที่มีความสำคัญมาก	2	0.27
เงื่อนไขที่มีความสำคัญปานกลาง	3	0.20
เงื่อนไขที่มีความสำคัญน้อย	4	0.13
เงื่อนไขที่มีความสำคัญน้อยที่สุด	5	0.07

ตารางที่ 2 เป็นตารางแสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจแบ่งเป็นค่าลำดับความสำคัญเป็นระดับ 1 ถึง 5 โดยค่าลำดับความสำคัญอันดับ 1 เป็นเงื่อนไขที่ที่ความสำคัญมากที่สุด มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.33 และ ค่าลำดับความสำคัญอันดับ 5 เป็นเงื่อนไขที่มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.07 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และกำหนดปัจจัยไว้ในเว็บไซต์ให้ผู้ใช้งานได้กำหนดลำดับความสำคัญไว้จำนวน 5 ปัจจัยได้แก่ ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง, การแสดงผลกราฟฟิก ความเร็วฮาร์ดดิสก์ ความทันสมัยของรุ่น และแบตเตอร์รี่ และเมื่อผู้ใช้งานให้ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยตนเองเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้น ระบบในเว็บไซต์จะคำนวณค่ามาตรฐานจากความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากค่าน้ำหนักของปัจจัยในตารางที่ 2 เพื่อแสดงผลลัพธ์เป็นรายการคอมพิวเตอร์เรียงลำดับตามความเหมาะสมกับผู้ใช้งานจากมากไปน้อย

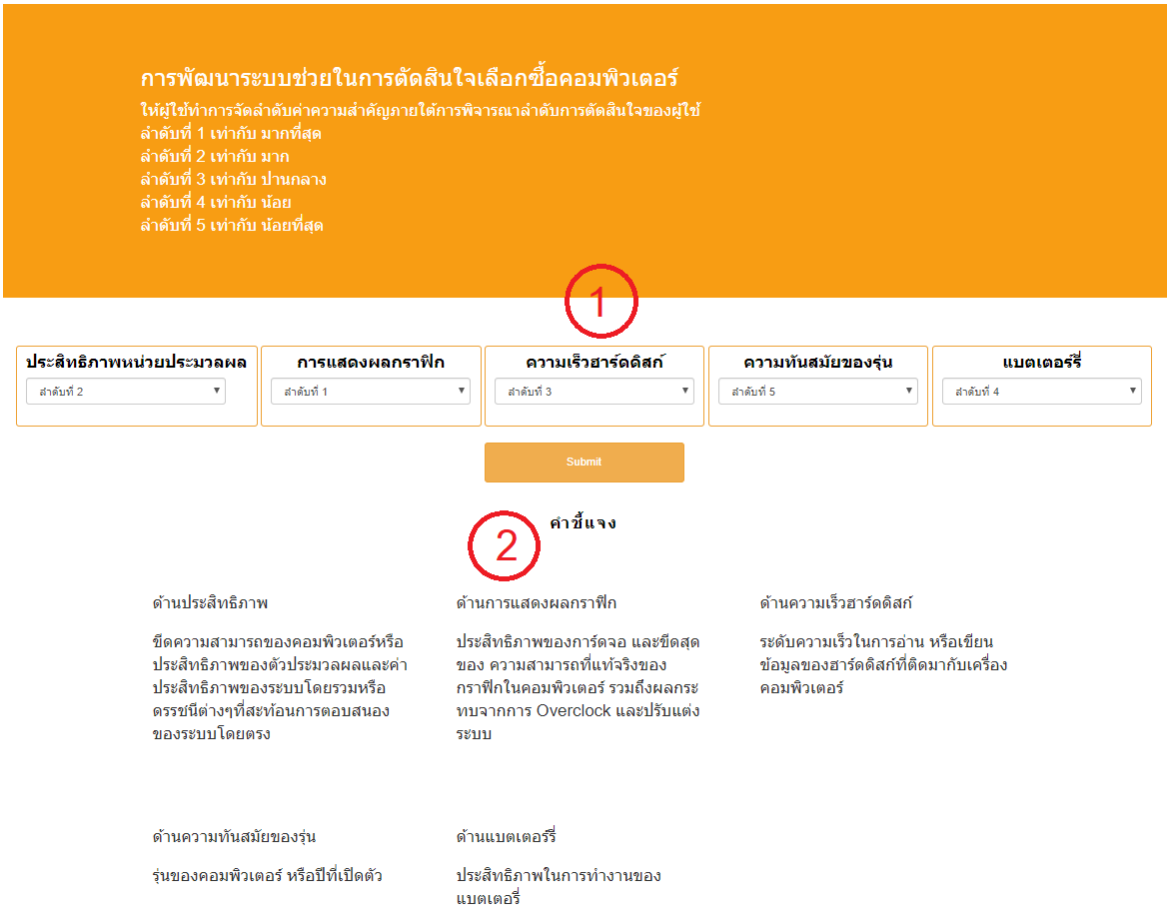
คณะผู้วิจัยได้นำผลดังกล่าวข้างต้นมาพัฒนาเว็บไซต์โดยออกแบบให้สอดคล้องกับปัจจัยที่กำหนดไว้โดยแบ่งการใช้งานเป็นสองส่วนได้แก่ส่วนของผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานทั่วไป มีหน้าจอแสดงการใช้งานหลัก ๆ ดังนี้



ID	แบรนด์	รุ่น	ราคา	processor	graphic	display	memory	storage	geekbench4	firestrike	harddrivespeed	jetstream	batterylife	
1	ACER	NITRO 5	24900	I5-8300H	GTX 1050TI 4 GB GDDR5	15.6	8 GB DDR4	1 TB HDD	14974	5011	103	224.75	3.21	แก้ไข ลบ
2	ACER	SWIFT 7	36900	I7-7Y75	HD GRAPHICS 615	13.3	8 gb	256 GB SSD	6011	857	267.9	181.4	9.04	แก้ไข ลบ
3	ACER	PREDATOR TRITON 500	55900	I5-8300H	RTX 2060	15.6	16 GB DDR4	512 GB SSD	20990	16735	1696.4	243.22	3.4	แก้ไข ลบ
4	ACER	SPIN 5	29900	I5-7500U	HD GRAPHICS 620	13.3	4 GB	256 GB SSD	11588	963	181.7	187	7.15	แก้ไข ลบ
5	ACER	SPIN 1	13990	PENTIUM N4200	HD GRAPHICS	11.6	4 GB DDR3L	64 GB e.MMC	2806	373	83.5	156	6.44	แก้ไข ลบ
6	ACER	SWIFT 5	29900	I5-8250U	HD GRAPHICS 620	14	8GB DDR3	256 GB SSD	14066	1130	299.4	235.5	8.37	แก้ไข ลบ
7	ACER	TUF GAMING FX504	24900	I5-8300H	GTX 1050	15.6	8GB DDR4	1 TB 5400 RPM	12038	882	94.5	227	3.57	แก้ไข ลบ
8	ACER	TUF GAMING FX705	44990	i7-8750h	GTX 1050TI	17.3	8GB DDR4	1 TB 5400 RPM	23179	9938	391.5	257.6	4.19	แก้ไข ลบ
9	ACER	ZENBOOK 13 UX331UN	29900	I5-8250U	MX150 2 GB GDDR5	13.3	8GB DDR3L	256 GB SSD	12999	2639	203.57	219	9.11	แก้ไข ลบ
10	ASUS	VIVOBOOK E403NA	12990	PENTIUM N4200	HD GRAPHICS 505	14	4 GB DDR3L	128 GB	4609	174	33.3	90.2	8.04	แก้ไข ลบ
11	ASUS	ZENBOOK 13 UX333FA	24900	I5-8265U	UHD GRAPHICS 620	13	8GB DDR3	512 GB SSD	13019	1136	424	242	11.28	แก้ไข ลบ
12	Asus	zenbook 14 ux433	26990	i5-8265u	UHD GRAPHICS 620	14	8GB DDR3	512 GB SSD	12407	1128	508	258	8.37	แก้ไข ลบ
13	Asus	rog strix hero 2	59900	i7-8750h	GTX1060 6GB GDDR5	16	16 GB DDR4	1 TB 5400 RPM	20690	10668	462	244.7	4.56	แก้ไข ลบ
14	Asus	zenbook pro 15	89900	i9-8950hk	GTX1050TI 4 GB GDDR5	16	16 GB DDR4	512 GB SSD	20076	6643	424.1	195.05	4.23	แก้ไข ลบ

รูปที่ 1 รูปแสดงหน้าจอในการบริหารจัดการเว็บไซต์ของผู้ดูแลระบบ

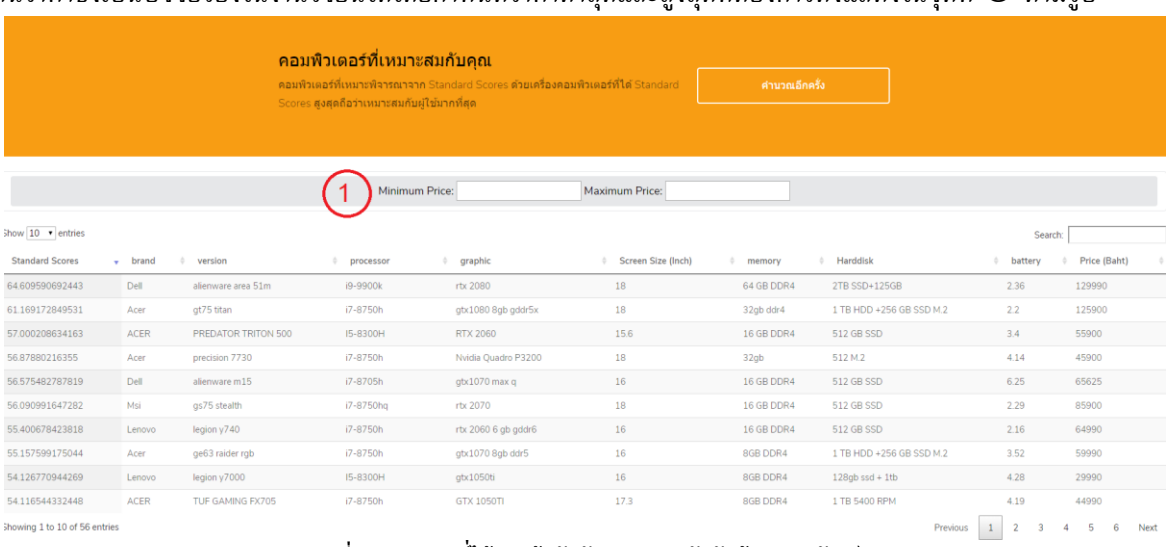
รูปที่ 1 แสดงหน้าจอในการบริหารจัดการเว็บไซต์ของผู้ดูแลระบบซึ่งจะต้องแสดงสิทธิ์ (Login) เข้าใช้งานด้วยสิทธิของผู้ดูแลระบบเท่านั้น โดยผู้ดูแลระบบจะสามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสินค้าคอมพิวเตอร์ในระบบฐานข้อมูลได้



รูปที่ 2 รูปแสดงหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้งานเลือกลำดับความสำคัญของตัวคัดกรองปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์

รูปที่ 2 แสดงส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป จะมีหน้าจอแสดงให้ผู้ใช้งานเลือกลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์จากห้าตัวคัดกรองที่ผู้ซื้อคอมพิวเตอร์นิยมสอบถามจากร้านขายคอมพิวเตอร์ได้แก่ ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง การแสดงผลกราฟฟิก ความเร็วฮาร์ดดิสก์ ความทันสมัยของรุ่น และแบตเตอร์รี่ ซึ่งแสดงในตำแหน่งที่ ① ของรูปนี้ และเพื่อป้องกันความสับสน คณะผู้วิจัยได้แสดงคำชี้แจงแต่ละตัวคัดกรองไว้ในตำแหน่งที่ ② ตามรูป จากรูปตัวอย่างที่ผู้ซื้อจัดลำดับความสำคัญด้านการแสดงผลกราฟิกเป็นอันดับที่ 1 ด้านประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง เป็นอันดับที่ 2 ความเร็วฮาร์ดดิสก์ เป็นอันดับที่ 3 ด้านแบตเตอร์รี่ เป็นอันดับที่ 4 และด้านความทันสมัยของรุ่นเป็นอันดับที่ 5

หลังจากผู้ใช้ส่งค่าเข้าไปในระบบของเว็บไซต์โดยการกดปุ่ม Submit ข้อมูลปัจจัยที่ผู้ใช้เลือกไว้จะถูกส่งเข้าไปในระบบเพื่อคำนวณค่ามาตรฐานจากน้ำหนักของปัจจัย (แสดงไว้ในตารางที่ 2) และแสดงผลลัพธ์ดังตัวอย่างในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงผลที่ได้จากห้าตัวคัดกรองจากปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ที่ผู้ซื้อจัดลำดับความสำคัญของ ด้านการแสดงผลกราฟิกเป็นอันดับที่ 1 ด้านประสิทธิภาพ เป็นอันดับที่ 2 ความเร็วฮาร์ดดิสก์ เป็นอันดับที่ 3 ด้านแบตเตอร์รี่ เป็นอันดับที่ 4 และด้านความทันสมัยของรุ่นเป็นอันดับที่ 5 ซึ่งการแสดงผลนี้ระบบจะทำการคำนวณค่ามาตรฐาน (Standard score) จากค่าน้ำหนักที่ได้คำนวณไว้ในตารางที่ 3 ((76.2766*0.27) + (83.3545*0.33) + (43.3435*0.20) + (48.2128*0.07) + (34.3392*0.13) = 64.6094) ของผลิตภัณฑ์แต่ละเครื่องแล้วแสดงผลออกมาตามลำดับผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด ไปน้อยที่สุด โดยจะแสดงผลครั้งละ 10 รายการต่อหน้า จากภาพที่แสดงนี้ จะพบว่า สินค้าที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ตามตัวคัดกรองนี้อันดับ 1 มี Standard scores เท่ากับ 64.6095 เป็นสินค้ายี่ห้อ Dell และคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ Version : alienware area 51m Processor : I9-9900k Graphic : Rtx2080 Screen size (inch) : 18 Memory : 64 Gb ddr4 Harddisk : 2TB SSD+125GB Battery : 2.36 และ ราคาเท่ากับ 129,990 บาท นอกจากนี้ ในหน้าจอแสดงผล ผู้ใช้ยังสามารถคัดกรองการเลือกซื้อโดยตัวแปรคัดกรองด้านราคาซึ่งเป็นปัจจัยรองในงานวิจัยนี้ได้โดยกำหนดราคาต่ำสุดและสูงสุดที่ต้องการดังแสดงในจุดที่ ① ตามรูป



Standard Scores	brand	version	processor	graphic	Screen Size (Inch)	memory	Harddisk	battery	Price (Baht)
64.609590692443	Dell	alienware area 51m	i9-9900k	rtx 2080	18	64 GB DDR4	2TB SSD+125GB	2.36	129990
61.169172849531	Acer	gt75 titan	i7-8750h	gtx1080 8gb gddr5x	18	32gb ddr4	1 TB HDD +256 GB SSD M.2	2.2	125900
57.000208634163	ACER	PREDATOR TRITON 500	I5-8300H	RTX 2060	15.6	16 GB DDR4	512 GB SSD	3.4	55900
56.87880216355	Acer	precision 7730	i7-8750h	Nvidia Quadro P3200	18	32gb	512 M.2	4.14	45900
56.575482787819	Dell	alienware m15	i7-8705h	gtx1070 max q	16	16 GB DDR4	512 GB SSD	6.25	65625
56.090991647282	Msi	gs75 stealth	i7-8750hq	rtx 2070	18	16 GB DDR4	512 GB SSD	2.29	85900
55.400678423818	Lenovo	legion y740	i7-8750h	rtx 2060 6 gb gddr6	16	16 GB DDR4	512 GB SSD	2.16	64990
55.157599175044	Acer	ge63 raider rgb	i7-8750h	gtx1070 8gb ddr5	16	8GB DDR4	1 TB HDD +256 GB SSD M.2	3.52	59990
54.126770944269	Lenovo	legion y7000	I5-8300H	gtx1050ti	16	8GB DDR4	128gb ssd + 1tb	4.28	29990
54.116544332448	ACER	TUF GAMING FX705	i7-8750h	GTX 1050TI	17.3	8GB DDR4	1 TB 5400 RPM	4.19	44990

รูปที่ 3 แสดงผลที่ได้จากห้าตัวคัดกรองจากปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์

หลังจากพัฒนาเว็บไซต์แล้วเสร็จ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพจากความสามารถในการช่วยตัดสินใจว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ โดยการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ซึ่งมีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยพิจารณาจากค่า Precision และ Recall

รายการ	ระดับความคิดเห็น			ตัววัดประสิทธิภาพ	
	สืบค้นได้ถูกต้องตามความสนใจ	ถูกต้องตามความสนใจแต่ไม่ถูกค้นคืน	สืบค้นได้แต่ไม่ตรงตามความสนใจ	Precision (ร้อยละ)	Recall (ร้อยละ)
ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผล	9	0	1	90.00	100.00
ความเร็วฮาร์ดดิสก์	8	1	1	88.88	88.88
การแสดงผลกราฟิกโดยรวม	7	0	3	70.00	100.00
ความทันสมัยของรุ่น	7	2	1	87.50	75.00
แบตเตอรี่รี่	7	0	3	70.00	100.00
ค่าเฉลี่ย				81.27	92.77

จากตารางที่ 3 คณะผู้วิจัยได้วัดประสิทธิภาพเว็บไซต์ให้ช่วยในการตัดสินใจด้วยการ ให้ผู้ทดลองใช้จำนวน 10 คน ให้คะแนนความถูกต้องในการตัดสินใจของระบบ โดยมีระดับความถูกต้องในการค้นพบคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ 3 รูปแบบ ได้แก่ สืบค้นได้ถูกต้องตามความสนใจ หมายถึง พบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการอยู่ใน 10 อันดับแรกในหน้าแรก ถูกต้องตามความสนใจแต่ไม่ถูกค้นคืน หมายถึง ค้นพบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการในหน้าที่ 2 และสืบค้นได้แต่ไม่ตรงตามความสนใจ หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ต้องการอยู่ในหน้าอื่นที่ไม่ใช่หน้าที่ 1 และ 2

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากเว็บไซต์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 สามารถสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจของเว็บไซต์ได้ว่า ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) ที่ 81.27 เปอร์เซ็นต์ และค่าความระลึกหรือความสามารถในการดึงข้อมูลเฉลี่ย (Recall) ที่ 92.77 เปอร์เซ็นต์

อภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเว็บไซต์นี้พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการพิจารณาเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แก่ผู้ใช้งานทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์ สามารถเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ได้ง่ายกว่าระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในระบบปัจจุบันนั้น จะให้ผู้ใช้งานเลือก พียู แรม การ์ดจอ ฮาร์ดดิสก์ หน้าจอแสดงผล ฯลฯ ผู้ที่ไม่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์จึงไม่สามารถเลือกซื้อได้ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีปัจจัยให้ผู้ต้องการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ได้กำหนดลำดับความสำคัญเพื่อนำไปค้นหาเครื่องคอมพิวเตอร์ตามความเหมาะสมจากปัจจัยที่ผู้ใช้จัดลำดับให้แก่เว็บไซต์ ซึ่งทำให้ผู้ที่ต้องการซื้อคอมพิวเตอร์สามารถพิจารณาเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ได้ง่ายและแม่นยำยิ่งขึ้น จะเห็นได้จากผลการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 81.27 และร้อยละ 92.77 ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเมื่อต้องการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ จากข้อมูลทุติยภูมิจากการรวบรวมปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์จากงานวิจัยที่ทำการเผยแพร่ไว้จำนวน 8 บทความเพื่อสรุปเป็นปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ภายใต้การพิจารณาลำดับการตัดสินใจของผู้กำหนดค่าความสำคัญของเกณฑ์แบบปกติโดยคำนวณตัวเลขค่าน้ำหนักด้วยวิธีการ Rank Sum Weight เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่ามาตรฐาน (Standard score) ของปัจจัยหลักด้านผลิตภัณฑ์ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลาง ด้านการแสดงผลกราฟิก ด้านความเร็วฮาร์ดดิสก์ ด้านความทันสมัยของรุ่น และด้านแบตเตอร์รี่ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการพิจารณาเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ให้กับผู้ใช้งานทั่วไป นอกจากนี้ร้านค้ายังสามารถนำไปใช้งานเพื่อให้บริการลูกค้าที่ต้องการทดลองเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตนเอง โดยที่ร้านค้าที่นำไปใช้สามารถทำการเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสินค้าคอมพิวเตอร์ในระบบฐานข้อมูลตามความเป็นจริงที่มีจัดจำหน่ายในแต่ละร้านค้าได้อีกด้วย

หลังจากดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์แล้วเสร็จ คณะผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจของเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นด้วยการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) โดยจากผลการประเมินสามารถสรุปผลได้

ว่า ผลการศึกษาประสิทธิภาพการช่วยตัดสินใจของเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น จากการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับร้อยละ 81.27 และร้อยละ 92.77 ตามลำดับ

ข้อควรเพิ่มเติมและปรับปรุงสำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยเห็นว่ามี 2 ส่วนที่ยังคงสามารถปรับปรุงได้ต่อไปได้แก่ 1 ปัจจัยหลักที่นำมาพิจารณา ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดังนั้นควรพัฒนาระบบให้สามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยหลักได้โดยอัตโนมัติ 2 ควรเพิ่มระบบซื้อขายคอมพิวเตอร์เพื่อให้ สามารถใช้งานระบบได้ครบวงจร

เอกสารอ้างอิง

จรัสศรี นนทรักษ์และคณะ. (2554). ปัพฤติกรรมการซื้อคอมพิวเตอร์พกพาของนักศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. สุราษฎร์ธานี: บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราฎร์ธานี.

ณัฐพล จันทร์แก้ว, ณัฐวัฒน์ โพธิ์ขาวและ ศศิพร ผลพฤกษา. (2557). การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อหาพื้นที่ศักยภาพในการอพยพและเส้นทางลำเลียงเคลื่อนย้าย กรณีศึกษาการเกิดอุทกภัยจังหวัดปทุมธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22, 448-462.

ณัฐพันธ์ แซ่ลี้. (2557). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องแมคบุ๊ค. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ทรรณรต กุลมัย, วรารัตน์ ทองกวด. (2558). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อบ้านจัดสรรบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีพื้นที่ศึกษา เขตผังเมืองรวมเมืองพิษณุโลก. พิษณุโลก: วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปรก ชูจันทร์. (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ของผู้บริโภคในเขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

ปราณี สีน้ำเงิน. (2548). กระบวนการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

พจมาน อภิเกษมสันติ์, รุจาภา แพ่งเกษร. (2556). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารการตลาดและการสื่อสาร, 1, 70-87.

วสันต์ กนิฏฐะกุล. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์น็ตบุ๊คของผู้บริโภคในเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ศรัณญา สุขการณ์. (2556). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกใช้มาตรฐานระบบคุณภาพและเครื่องมือการจัดคุณภาพ. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิเลขา ดิเรกพิทักษ์. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของผู้บริโภค กรณีศึกษา: ไอที แกรนด์ บางแค. กรุงเทพฯ: บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

สมศักดิ์ แก้วเฉลิม, ชนะ เกษโกศลและ ภิเษก จันทร์เอี่ยม. (2551). ปัจจัยที่มีความสำพันธ์กับการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาของผู้บริโภคในจังหวัดปทุนธานี. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2, 86-94.

สิริยากร โสมทรัพย์. (2554).ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกริก. กรุงเทพฯ: บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกริก.

สุภลักษณ์ สีสุกอง, พิชญสินี กิจวัฒนาถาวร, ธรา อั่งสกุล และจิติมนต์ อั่งสกุล. (2561). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกกลุ่มวิชาโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. Suranaree Journal of Social Science. 12, 1, 49-66.

สุระเทพ สุระสัจจะ. (2553). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพาในเขตกรุงเทพมหานคร. ปทุมธานี: บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Ewa Roszkowska, (2013). Rank ordering criteria weighting methods a comparative overview, *Optimum. Studia Ekonomiczne NR 5, 65*, 15-33.

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลผสมในการปลูกอ้อย

จรัณธร บุญญานุภาพ [1*] กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว[2] ปฑมกร มูลทะสิทธิ์[1] ภรภัทร สร้อยมี[1] ชุติมา สร้อยสนธิ์[2] และธันย์ชนก มีเหลี่ยม[1]

Analysis of costs and benefit by utilization of mixed biomass ash in planting sugarcane

Jaruntorn Boonyanuphap[1*] Pathamakorn Moolthasit[1] Kanchaya Maosew[2] Ponphat Sroimi[2] Chutima Sroison[2] and Thanchanok Meeliam[1]

[1]ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

[2]มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย เมืองทองธานี ถนนบอนด์สตรีท ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

[1]Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand

[2]Thailand Environment Institute Foundation (TEI), Bond Street, Bangpood, Pakkred, Nonthaburi 11120 Thailand

*Corresponding author E-mail : charuntornb@nu.ac.th

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจในปัจจุบันของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากส่วนต่างๆ ของอ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องได้ บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด ได้ใช้ใบและยอดของอ้อยเป็นหนึ่งในเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยเกิดเถ้าชีวมวลเป็นปริมาณมาก ประมาณ 25 ตันต่อวัน หรือ ปีละ 9,000 ตัน ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการกำจัดทิ้งหรือการเก็บรักษาไว้ในพื้นที่ของโรงงาน การใช้เถ้าชีวมวลเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อยเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ในการลดค่าใช้จ่ายดังกล่าว วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกอ้อยที่ใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลในตำบลคุยบ้านโอง อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร โดยสำรวจแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 ราย ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรเป้าหมายของบริษัทฯ ที่เป็นผู้ปลูกอ้อยรายใหญ่ในพื้นที่ตำบลคุยบ้านโอง ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตอ้อยถูกวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่ไม่มีการใส่เถ้าชีวมวล (CTS) แปลงที่ใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 3 ตันต่อไร่ (T1S) และ 6 ตันต่อไร่ (T2S) พบว่าต้นทุนรวมของแปลง T2S คิดเป็น 18,710 บาทต่อไร่ รองลงมา คือ T1S และ CTS คิดเป็น 17,810 และ 16,910 บาทต่อไร่ ตามลำดับ อีกทั้งแปลง T2S มีกำไรสุทธิสูงที่สุด คิดเป็น 7,242.23 บาทต่อไร่ รองลงมา คือ T1S และ CTS คิดเป็น 6,476.39 และ 3,569.72 บาทต่อไร่ ตามลำดับ การใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 6 ตันต่อไร่ จึงเป็นปริมาณเพียงพอในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มกำไรสุทธิของการผลิตอ้อยโดยเฉพาะเกษตรกรที่ปลูกอ้อยรายใหญ่

คำสำคัญ: อ้อย เถ้าชีวมวล การใช้ประโยชน์จากของเสียเหลือทิ้ง ต้นทุน ผลตอบแทน

Abstract

The sugarcane and sugar industry is currently high importance to the Thai economy. The main parts of the sugarcane can be utilized for value added of related and supporting industries. Sugarcane tops and leaves are one of the major bio-fuel in electricity generation process of Sahagreen Forest Co., Ltd., which is resulting in large amount of biomass ash, around 25 tons per day or 9,000 tons per year. This affects the cost of biomass ash storage in the factory area. The use of biomass ash to increase sugarcane yield and quality can be feasible alternative approach for cost reduction. This study aimed to analyze the costs and benefit of sugarcane cultivation with biomass ash application, were conducted in Khui Ban Ong Sub-district, Phran Kratai District, Kamphaeng Phet Province. The data used to analyze the cost and benefit was obtained from seven respondents using the questionnaire. All respondents are the target group of the factory, which are large-scale sugarcane growers in the area. The cost and benefit analysis was done for comparing between planting sugarcane without applying biomass ash (CTS), Planting sugarcane by applying biomass ash of

3 tons per rai (T1S) and planting sugarcane by applying biomass ash of 6 tons per rai (T2S) found that the total cost of the T2S was 18,710 baht per rai, followed by T1S and CTS were 17,810 and 16,910 baht per rai respectively. In addition, T2S has the highest net profit was 7,242.23 baht per rai, followed by T1S and CTS were 6,476.39 and 3,569.72 baht per rai respectively. The use of biomass ash of 6 tons per rai was the proper quantity of increasing yield and net profit of sugarcane production, particularly large-scale sugarcane growers.

Keywords: Sugarcane, Biomass ash, Waste utilization, Cost, Benefit

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลมีความสำคัญต่อระดับเศรษฐกิจของประเทศไทยในระดับสูงซึ่งอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะต่อการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปรับเปลี่ยนไร่นาเป็นไร่อ้อยเนื่องจากอ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องได้ นอกจากจะผลิตเป็นน้ำตาลทรายแล้ว ยังนำผลพลอยได้จากการผลิตไปเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนและยังนำกากอ้อยไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำไปผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้อีกด้วย นอกจากนี้ โรงงานน้ำตาลทรายพร้อมที่จะพัฒนาและขยายกำลังการผลิตเพื่อรองรับกับปริมาณผลผลิตอ้อยที่เพิ่มขึ้นจากการขยายพื้นที่เพาะปลูกจากโครงการ Zoning เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่เกษตรกรผู้เพาะปลูกอ้อยได้มั่นใจว่า จะมีตลาดรองรับผลผลิตอ้อยที่แน่นอนและสร้างความมั่นคงจากการ ยึดอาชีพชาวไร่อ้อยได้ ในปี การผลิต 2559/60 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศในเขตพื้นที่สำรวจรวม 47 จังหวัด จำนวน 10,988,489 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 9,864,668 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อย ทำพันธุ์1,123,821 ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) โดยมูลค่าการส่งออกน้ำตาล ปี 2561 อยู่ที่ประมาณ 5.338 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 59,809 ล้านบาท (ฐานเศรษฐกิจ, 2561) โดยราคาอ้อยขั้นต้นและขั้นสุดท้ายที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีนับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรไทยหันมาปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นโดยการกำหนดราคาอ้อยและผลตอบแทนการผลิตและจำหน่ายน้ำตาลทรายนั้นต้องเป็นไปตาม พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 ในหมวดที่ 7 มาตราที่ 49-57 โดยก่อนเริ่มเข้าสู่ฤดูการเก็บเกี่ยวอ้อยหรือเปิดหีบในแต่ละปีการกำหนดราคาอ้อยขั้นต้นและผลตอบแทนการผลิตและจำหน่ายน้ำตาลทรายขั้นต้นนั้น จะเป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่คณะกรรมการบริหารกำหนดไว้โดยราคาอ้อยขั้นต้น และผลตอบแทนการผลิตและจำหน่ายน้ำตาลทรายนั้น(เกษสุดา, 2558) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของ ประมาณการรายได้ในปีนั้น ซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายด้วย

อย่างไรก็ตาม เถ้าชีวมวล ซึ่งเป็นเถ้าที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้วัสดุทางการเกษตรหรือวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรม พบว่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา และส่วนใหญ่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์แต่อย่างไร จึงต้องมีการนำไปกำจัดทิ้งในบ่อที่เตรียมไว้หรือใช้ในการถมที่ (ชัย, 2555) นอกจากการนำไปทิ้งแล้ว ในปัจจุบันเถ้าชีวมวลบางชนิดได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การใช้เถ้าแกลบ (Rice hush ash) หรือเถ้าจากการเผาชานอ้อย (Bagasse ash) ในงานคอนกรีต เป็นต้น

เนื่องจาก ในการผลิตอ้อยมีต้นทุนในการผลิตที่สูงจึงจะได้ผลผลิตสูงตามมา โดย บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการขยายธุรกิจด้านพลังงานซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชนและเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ บริษัทได้ดำเนินการโครงการผลิตไฟฟ้า ซึ่งชีวมวลหลักที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้จากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ปริมาณเถ้าชีวมวล (Biomass ash) จากกระบวนการผลิตไฟฟ้าของบริษัทมีประมาณ 25 ตัน/วัน หรือ ปีละ 9,000 ตัน (360 วัน) อันส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการกำจัดทิ้งหรือการเก็บรักษาไว้ในพื้นที่ของโรงงาน บริษัทจึงได้เล็งเห็นถึงการเพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลผสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตภาคเกษตรกรรมในชุมชนท้องถิ่น โดยมุ่งเน้นการพัฒนาการใช้เถ้าชีวมวลผสมร่วมกับปุ๋ยบำรุงดินที่เกษตรกรใช้ในท้องถิ่น เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน และเพิ่มปริมาณและคุณภาพของ

ผลผลิตในพื้นที่ปลูกอ้อย อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนของกระบวนการผลิต อันนำไปสู่กระบวนการผลิตภาคเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในระดับชุมชนท้องถิ่น ซึ่งอยู่บนฐานของการพึ่งพาตนเองและการร่วมมือกันระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ในท้องถิ่น โดยสอดคล้องกับวิถีเกษตรกรรมและบริบทการพัฒนาของท้องถิ่นในเขตพื้นที่อำเภอพรานกระต่าย (จรัณธร, 2562)

ดังนั้น บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด และคณะวิจัย มีความประสงค์ดำเนินการวิจัยและพัฒนากลไกและกระบวนการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลผสมอย่างครบวงจรในภาคเกษตรกรรม ร่วมกับเกษตรกรและหน่วยงานในชุมชนท้องถิ่น โดยร่วมกันศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลผสมในการปลูกอ้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่บ้านไร่ปรือ ตำบลคุยบ้านโอง อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร

กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 ราย ที่ถูกสุ่มเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นกลุ่มเกษตรกรเป้าหมายของบริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด ที่ทางบริษัทส่งเสริมการนำเถ้าชีวมวลไปใช้เป็นสารปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในไร่อ้อย โดยกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเป็นผู้ปลูกอ้อยรายใหญ่ (พื้นที่ปลูกอ้อยรายละมากกว่า 100 ไร่) ในพื้นที่ตำบลคุยบ้านโอง อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร

แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยคำถามแบบปลายปิดและแบบปลายเปิด โดยได้ออกแบบประเด็นคำถามให้สอดคล้องกับข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนที่สำคัญของการปลูกอ้อย เพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกอ้อยที่ไม่ใส่เถ้าชีวมวลกับการใส่เถ้าชีวมวลในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังแสดงขั้นตอนการศึกษาในภาพที่ 1

ขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

(1) การออกแบบชุดการทดลอง คณะผู้วิจัยร่วมกับ บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด ดำเนินการจัดเวทีรับฟังความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในพื้นที่หมู่ที่ 4 บ้านไร่ปรือ ตำบลคุยบ้านโอง โดยผู้เข้าประชุมร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวการปลูกอ้อยตามการปฏิบัติของเกษตรกร ทั้งนี้ เป็นการใส่เถ้าชีวมวลร่วมกับปุ๋ยบำรุงดินของเกษตรกรท้องถิ่น เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนในการปลูกอ้อย โดยมีการออกแบบชุดการทดลองดังนี้

(1.1) แปลงควบคุมที่ไม่มีการใส่เถ้าชีมวล (control treatment sugarcane : CTS) การปลูกอ้อยที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรตามขั้นตอนและวิธีการของเกษตรกรเจ้าของแปลงทดลอง ได้แก่ การเตรียมแปลง การเตรียมท่อนพันธุ์ การปลูก ปริมาณและช่วงเวลาการใช้สารเคมีทางการเกษตรและสารปรับปรุงบำรุงดิน การดูแลรักษา ระบบการให้น้ำ และการเก็บเกี่ยวผลผลิต

(1.2) แปลงชุดการทดลองที่ 1 (Treatment 1 sugarcane : T1S) โดยปลูกพืชทดลองที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรเหมือนกับกรรมวิธีที่ 1(CT) และใส่เถ้าลอยชีวมวลปริมาณ 3 ตัน/ไร่

(1.3) แปลงชุดการทดลองที่ 2 (Treatment 2 sugarcane : T2S) โดยปลูกพืชทดลองที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรเหมือนกับกรรมวิธีที่ 1 (CT) และใส่เถ้าลอยชีวมวลปริมาณ 6 ตัน/ไร่

(2) ระบุรายการต้นทุนและผลตอบแทนของการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกพืช ต้นทุนในการปลูก และการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกอ้อย โดยจัดต้นทุนออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ต้นทุนคงที่ (ค่าเช่าที่ดิน) และ ต้นทุนผันแปร (ค่าแรงงาน ค่าเตรียมแปลง ค่าต้นพันธุ์ ค่าปุ๋ยบำรุงและสารเคมีทางการเกษตร ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าใช้จ่ายในการอัดก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย และค่าใช้จ่ายในขนส่งและโปรยเถ้าชีวมวล) ผลตอบแทนของการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกอ้อย ได้แก่ รายได้จากผลผลิตอ้อย รายได้จากการขายก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย เงินสนับสนุนการซื้อปัจจัยการผลิตจากรัฐบาล และเงินส่งกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย

(3) คำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตอ้อยในแต่ละชุดการทดลอง การวิเคราะห์ต้นทุน (cost analysis)

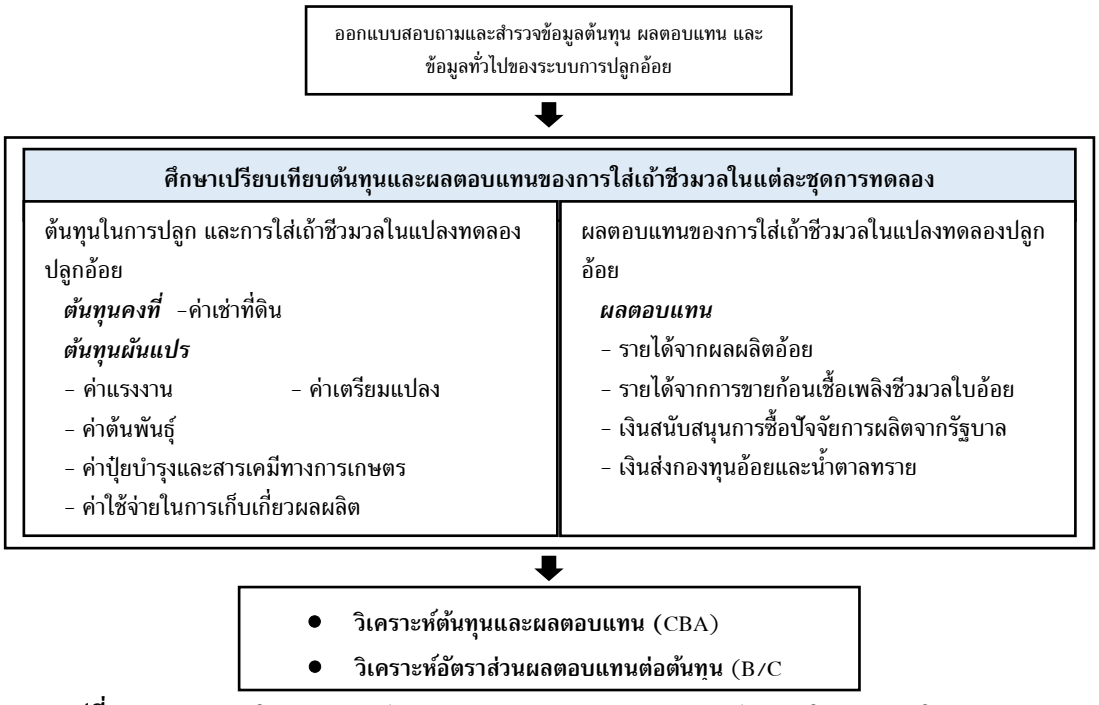
(3.1) ต้นทุนรวม (total cost: TC) เป็นต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดต่าง ๆ ในการผลิตสินค้าและบริการจำนวนหนึ่ง ประกอบด้วยต้นทุนคงที่รวมและต้นทุนผันแปรรวม สามารถคำนวณได้จากสมการ TC = TFC + TVC

(3.2) ต้นทุนคงที่รวม (total fixed cost: TFC) เป็นต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต หรือเป็นต้นทุนที่จ่ายสำหรับปัจจัยคงที่ทุกชนิดของธุรกิจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ณ ระดับอัตราการผลิตหนึ่ง คือ ค่าเช่าที่ดิน

(3.3) ต้นทุนผันแปรรวม (total variable cost: TVC) เป็นต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต หรือเป็นต้นทุนที่จ่ายสำหรับการใช้ปัจจัยผันแปรจำนวนต่าง ๆกัน ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต เช่นค่าแรงงาน ค่าเตรียมแปลง ค่าต้นพันธุ์ เป็นต้น ผลตอบแทนจากการผลิต (benefit of production) ผลตอบแทนจากการผลิตทางการเกษตรในที่นี้ หมายถึง รายได้ (income) รายรับรวม (total revenue: TR) คือจำนวนเงินที่เกษตรกรได้จากการขายผลผลิตที่ผลิตได้จากการขายอ้อยซึ่งเท่ากับ ราคาผลผลิต (P) คูณด้วยจำนวนผลผลิต (Q) TR = P x Q กำไรสุทธิคือรายได้ส่วนที่มากกว่าค่าใช้จ่ายถ้าค่าใช้จ่ายมากกวารายได้ส่วนที่มากกว่าดังกล่าวเรียกว่าขาดทุนสุทธิ กำไรสุทธิ = รายได้ – ต้นทุนทั้งหมด

(4) การหาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน

การคำนวณอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C Ratio) สามารถนำมาใช้เพื่อพิจารณาถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่มากกว่าหรือน้อยกว่ามูลค่าของต้นทุน โดย B/C Ratio ตลอดอายุของการดำเนินมาตรการที่เหมาะสมต้องมีค่ามากกว่า 1 หรืออย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1 ($B/C \geq 1$)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกอ้อย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

อิทธิพลของการใส่เถ้าชีวมวลต่อค่าบริกซ์ ค่าโพล และปริมาณร้อยละของไฟเบอร์ของตัวอย่างอ้อย

ดำเนินการเก็บตัวอย่างต้นอ้อยในวันที่ 17 มกราคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต้นอ้อยมีอายุประมาณ 10 เดือน (ปลูกเมื่อ 7 มีนาคม 2561) โดยสุ่มคัดเลือกต้นอ้อยกระจายทั่วทั้งแปลง แปลงทดลองละ 5 ต้น ที่มี

ลำต้นตั้งตรง สมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลง และไม่หักล้ม ผลการศึกษาคุณภาพของอ้อย พบว่า ชุดการทดลอง T2S (ใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 6 ตันต่อไร่) มีค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์ หรือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Brix) ค่าโพล หรือ ร้อยละน้ำตาลซูโครส (Polarization : Pol) ค่าความบริสุทธิ์ของน้ำตาล (Purity) และค่าความหวานของอ้อย (Commercial cane sugar : CCS) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเทียบกับชุดการทดลอง T1S (โปรยเถ้าชีวมวลปริมาณ 3 ตันต่อไร่) และ CTS (ชุดควบคุม ไม่มีการใส่เถ้าชีวมวล) นอกจากนี้ ชุดการทดลอง T1S มีค่าเฉลี่ยของค่าความบริสุทธิ์ของน้ำตาลและค่าความหวานของอ้อย มากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$ และ $p=0.011$ ตามลำดับ) ขณะที่ ค่าเฉลี่ยของค่าบริกซ์และค่าโพลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง T1S และชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ปริมาณร้อยละของเส้นใยอ้อยหรือไฟเบอร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลองทั้งหมด (จรัณธร และคณะ, 2562) ดังแสดงในตาราง 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพตัวอย่างอ้อยในแต่ละชุดการทดลอง (n=9)

ตัวแปรคุณภาพ	ชุดการทดลอง					
	CTS		T1S		T2S	
Brix (%)	20.43(0.64)	b	20.33(0.31)	b	21.12(0.07)	a
Pol (%)	17.35(0.92)	b	17.96(0.12)	b	19.41(0.14)	a
Fiber (%)	11.60(0.17)	ns	10.98(0.36)	ns	11.82(1.07)	ns
Purity (%)	84.88(1.89)	c	88.36(1.16)	b	91.87(0.57)	a
C.C.S.	12.98(0.89)	c	13.90(0.14)	b	15.22(0.27)	a

หมายเหตุ : CTS : แปลงควบคุม; T1S : แปลงชุดการทดลองที่ 1; T2S : แปลงชุดการทดลองที่ 2; ตัวเลขในวงเล็บแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) (จรัณธร และคณะ, 2562)

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกอ้อย

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 3 ตันต่อไร่ (T1S) และปริมาณ 6 ตันต่อไร่ (T2S) ในแปลงทดลองปลูกอ้อย โดยเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (CTS) ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Basic assumption) ของการเก็บรวบรวมข้อมูลในรอบ 1 ฤดูการเพาะปลูกสำหรับอ้อยปลูกใหม่ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ถึงเดือนมีนาคม 2562 โดยข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนของกิจกรรมการปฏิบัติทางการเกษตรได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย จำนวน 7 ราย ในพื้นที่ตำบลคุยบ้านโอง อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกรเป้าหมายดังกล่าวเป็นการประมาณภายใต้สถานการณ์ปกติ (Base case หรือ expected case) ที่ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนไม่อยู่ในรอบปีที่ผลผลิตตกต่ำหรืออยู่ในปีที่เกิดโรคแมลงศัตรูของไม้ผลระบาดหรือเป็นช่วงที่เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วง ภาวะภัยแล้งหรือเกิดอุทกภัยอย่างรุนแรง

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดของรายการต้นทุน ผลตอบแทน และกำไรสุทธิของแปลงทดลองปลูกอ้อยในรอบ 1 ฤดูกาลเพาะปลูกระหว่างปี 2561-2562 โดยเกษตรกรเสียค่าเช่าที่ดินเฉลี่ยปีละ 2,166.67 บาทต่อไร่ ซึ่งถ้าพิจารณาค่าเช่าที่ดินของทุกชุดการทดลองมีค่าปีละ 2,000 บาทต่อไร่ ขณะที่ค่าใช้จ่ายสำหรับเตรียมดิน (กิจกรรมการไถบุกเบิก การไถดะ และการปั่นดิน) เฉลี่ย 1,925 บาท/ไร่ (ชุดการทดลอง 1,900 บาทต่อไร่) นอกจากนี้มีค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการปลูก ได้แก่ ค่าท่อนอ้อย (จำนวนท่อนอ้อยประมาณ 120 มัดต่อไร่ ราคามัดละ 17-18 บาท) เฉลี่ยประมาณ 2,000 บาทต่อไร่ ทั้งนี้รวมค่าใช้จ่ายค่าท่อนอ้อย ค่าจ้างคนงาน-เครื่องปลูกอ้อยประมาณ 2,605 บาทต่อไร่ ค่าใช้จ่ายปุ๋ยบำรุงดินเฉลี่ย 1,050 บาทต่อไร่ และค่าสารเคมีการเกษตรสำหรับวัชพืชเฉลี่ย 466.67 บาทต่อไร่ เสียค่าใช้จ่ายแรงงานคนใส่ปุ๋ยและฉีดพ่นสารเคมีการเกษตรเฉลี่ย 305.83 บาทต่อไร่ ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยมีสัดส่วนถึงร้อยละ 44.31 ของต้นทุนทั้งหมด (7,166.67 บาท/ไร่) โดยต้นทุนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีค่าใช้จ่าย 400 บาทต่อตัน สำหรับแปลงควบคุม (CTS) ได้ผลผลิต 16.50 ตัน คิดเป็นเงิน 6,600 บาทต่อไร่ โดยที่แปลงใส่เถ้าชีวมวล 3 ตัน (T1S) ได้

ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 18.83 ตัน คิดเป็นเงิน 7,532 บาทต่อไร่ และแปลงใส่เถ้าชีวมวล 6 ตัน (T2S) ได้ผลผลิต 19.09 ตัน คิดเป็นเงิน 7,636 บาทต่อไร่ โดยการเก็บผลผลิตจะดำเนินการใช้รถตัดอ้อย และจะดำเนินการเก็บเกี่ยวเมื่ออ้อยมีอายุประมาณ 10 เดือน หรือประมาณเดือนมกราคม อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการอัดใบอ้อย คิดเป็นเงิน 350 บาทต่อไร่ นอกจากนี้ชุดทดลอง T1S และชุดทดลอง T2S ส่งผลให้เกษตรกรเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและโปรยเถ้าชีวมวล 900 และ 1800 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

สำหรับผลผลิตอ้อยที่ได้ดำเนินการเก็บเกี่ยวจะทำการขนส่งไปยังโรงงาน ขณะที่ใบอ้อยและยอดอ้อยที่ดำเนินการม้วนใบอ้อยจะขนส่งเป็นเชื้อเพลิงเข้าสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด อย่างไรก็ตามค่าตอบแทนจะคำนวณจากน้ำหนักของผลผลิตอ้อยซึ่งโดยราคาอ้อยในปี 2562 จะอยู่ที่ 880 บาทต่อตัน โดยที่แปลงควบคุมได้ผลผลิต 16.50 ตัน จะมีรายได้จากผลผลิตอ้อยประมาณ 14,520 บาทต่อไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง T1S และชุดทดลอง T2S ที่มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกษตรกรสามารถสร้างรายได้จากการขายผลผลิตอ้อย 16,570.40 และ 16,799.20 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และเกิดรายได้เสริมจากการขายก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อยไร่ละ 1,578.92 และ 1,600.72 บาท (ราคาก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย 730 บาท/ตัน) นอกจากนี้ ผลผลิตอ้อยจะได้รับรายได้จากค่าความหวานของอ้อยที่เพิ่มขึ้น อัตราขึ้น/ลง 52.80 บาท/C.C.S./ตัน โดยชุดการทดลอง T1S และชุดทดลอง T2S มีค่าความหวานของผลผลิตอ้อย 13.90 และ 15.22 C.C.S. ตามลำดับ ซึ่งทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายผลผลิตอีก 3,877.47 และ 5,261.51 บาทต่อไร่ ดังนั้น กำไรสุทธิของผลผลิตอ้อยที่ได้จากชุดการทดลอง T1S และชุดทดลอง T2S เท่ากับ 6,476.39 และ 7,242.23 บาทต่อไร่ ซึ่งมีมากกว่ากำไรสุทธิของแปลงควบคุมร้อยละ 81.42 และ 102.87 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 มูลค่าของต้นทุน ผลตอบแทน และมูลค่าสุทธิของแปลงทดลองปลูกอ้อยในรอบ 1 ฤดูกาลเพาะปลูกระหว่างปี 2561-2562

ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทน	กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย (N=7)		ชุดการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของเถ้าชีวมวล		
	Mean	SD	แปลงควบคุม (CTS)	ใส่เถ้าชีวมวล ปริมาณ 3 ตันต่อไร่ (T1S)	ใส่เถ้าชีวมวล ปริมาณ 6 ตันต่อไร่ (T2S)
ค่าใช้จ่าย					
ต้นทุนคงที่					
ค่าเช่าที่ดิน	2,166.67	258.20	2,000.00	2,000.00	2,000.00
ต้นทุนผันแปร					
ค่าเตรียมแปลงปลูกอ้อย	1,925.00	294.53	1,900.00	1,900.00	1,900.00
ค่าท่อนพันธุ์/ค่าจ้างคนงาน-เครื่องปลูกอ้อย	2,605.00	142.00	2,760.00	2,760.00	2,760.00
ค่าปุ๋ยบำรุงดิน	1,050.00	323.98	1,340.00	1,340.00	1,340.00
ค่าจ้างแรงงานใส่ปุ๋ย	62.50	25.00	100.00	100.00	100.00
ค่าสารเคมีการเกษตร/สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	466.67	279.48	660.00	660.00	660.00
ค่าจ้างฉีดพ่นสารเคมีการเกษตร	243.33	178.51	200.00	200.00	200.00
ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย	7,166.67	1,023.07	6,600.00	7,532.00	7,636.00
ค่าใช้จ่ายในการอัดก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย	380.00	209.28	350.00	350.00	350.00
ค่าใช้จ่ายในขนส่งและโปรยเถ้าชีวมวล	-	-	-	900.00	1800.00
ต้นทุนรวม	*16,065.83*	*1,496.68*	*16,910.00*	*17,810.00*	*18,710.00*
ผลตอบแทน					
รายได้จากผลผลิตอ้อย (ระดับความหวานที่ 10 C.C.S. ราคา 880 บาท/ตัน)	15,766.67	2,052.81	14,520.00	16,570.40	16,799.20
- *น้ำหนักผลผลิตอ้อย (ตัน/ไร่)*	*17.92*	*2.39*	*16.05*	*18.83*	*19.09*
เงินสนับสนุนการซื้อปัจจัยการผลิตจากรัฐบาล (50 บาท/ตัน)	895.83	116.64	825.00	941.50	954.50
เงินส่งกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย (70 บาท/ตัน)	1,254.17	163.29	1,155.00	1,318.10	1,336.30
รายได้จากก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย (730 บาท/ตัน)	1,551.25	182.50	1,383.55	1,578.92	1,600.72
- *น้ำหนักก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อย (ตัน/ไร่)*[1]	*2.13*	*0.25*	*1.90*	*2.16*	*2.19*
รายได้จากค่าความหวานของอ้อยที่เพิ่มขึ้น[2]	-	-	2,596.18	3,877.47	5,261.51
- *ค่าความหวานของผลผลิตอ้อย (C.C.S.)*	*10*	-	*12.98*	*13.90*	*15.22*

ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทน	กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย (N=7)		ชุดการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของเถ้าชีวมวล		
	Mean	SD	แปลงควบคุม (CTS)	ใส่เถ้าชีวมวล ปริมาณ 3 ตันต่อไร่ (T1S)	ใส่เถ้าชีวมวล ปริมาณ 6 ตันต่อไร่ (T2S)
			(±0.89)	*(±0.14)*	*(±0.27)*
ผลตอบแทนรวม	19,467.92	2201.71	20,479.72	24,286.39	25,952.23
มูลค่าสุทธิ	3,402.09	1,352.48	3,569.72	6,476.39	7,242.23
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)			1.211	1.364	1.387

หมายเหตุ : [1]อัตราส่วนในการคำนวณน้ำหนักก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อยมีค่า 0.115 โดยคำนวณจากน้ำหนักก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลใบอ้อยเฉลี่ย 2.13 ตัน/ไร่ จากผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18.5 ตัน/ไร่; [2]อัตราขึ้น/ลงเฉลี่ยของค่าความหวานปี 2562 (52.8 บาท/C.C.S./ตัน)

สาเหตุของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของการใส่เถ้าชีวมวลในแปลงทดลองปลูกอ้อย

การใส่เถ้าชีวมวลผสมในแปลงทดลองปลูกอ้อยส่งผลให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น อีกทั้งยังมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ต้นทุนการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้นของแปลงที่ใส่เถ้าชีวมวล 3 ตันต่อไร่ (T1S) และ 6 ตันต่อไร่ (T2S) เมื่อเทียบกับแปลงควบคุมคิดเป็นเงิน 932 และ 1,036 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ร้อยละ 14.12 และ 15.69 ตามลำดับ) เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลผลิตผันแปรโดยตรงกับปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การขนส่งและการโปรยเถ้าชีวมวลมีต้นทุนตันละ 300 บาท ในระยะรัศมี 50 กิโลเมตรจากตำแหน่งของโรงไฟฟ้าชีวมวล ซึ่งเป็นระยะที่ครอบคลุมพื้นที่เป้าของโรงไฟฟ้าในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวล ส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งและการโปรยเถ้าชีวมวลของชุดการทดลอง T1S และ T2S มีเพิ่มขึ้นไร่ละ 900 และ 1,800 บาท ตามลำดับ (ตาราง 4) อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ออกแบบชุดทดลองเพื่อมุ่งเน้นในการลดปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร เนื่องจากเพื่อให้กระบวนการผลิตอ้อยของทุกชุดการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมทางการเกษตรของเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย โดยชุดการทดลองได้เน้นในการศึกษาอิทธิพลของเถ้าชีวมวลที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและการเพิ่มขึ้นของผลิตอ้อย

ตารางที่ 4 สาเหตุของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของการใส่เถ้าชีวมวลเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองที่ไม่ใส่เถ้าชีวมวล (CTS)

ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น	T1S (ใส่เถ้า 3 ตัน/ไร่)		T2S (ใส่เถ้า 6 ตัน/ไร่)	
	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ
การเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย	932.00	14.12	1,036.00	15.69
การขนส่งเถ้าชีวมวลและการโปรยเถ้าชีวมวล*	900.00	-	1800.00	-

หมายเหตุ *แปลงทดลองที่ไม่ใส่เถ้าชีวมวลไม่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเถ้าชีวมวลและการโปรยเถ้าชีวมวล

สรุปผลการศึกษา

การใส่เถ้าชีวมวลผสมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ส่งผลให้ความโต ความสูง และน้ำหนักของลำอ้อยเพิ่มขึ้น และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตอ้อย โดยมีค่าความหวานและความบริสุทธิ์ของน้ำตาลสูงขึ้นกว่าผลผลิตอ้อยที่ไม่ใส่เถ้าชีวมวลผสม การใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 6 ตันต่อไร่ในแปลงทดลองปลูกอ้อย (ชุดการทดลอง T2S) ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงถึง 19.09 ตันต่อไร่ ขณะที่แปลงควบคุมที่ไม่มีการใส่เถ้าชีวมวลและแปลงทดลองที่ใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 3 ตันต่อไร่ให้ผลผลิต 16.05 และ 18.83 ตันต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเถ้าชีวมวลมีอิทธิพลต่อการเพิ่มค่าความหวานของอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 6 ตันต่อไร่ สามารถทำให้ผลผลิตอ้อยมีค่าความหวานเฉลี่ย 15.22 C.C.S. ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตอ้อยและส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 5,261.51 บาทต่อไร่ เมื่อเทียบกับค่าความหวานของอ้อยที่ 10 C.C.S. และคำนวณที่อัตราขึ้น/ลงเฉลี่ยของค่าความหวานปี 2562 ที่ 52.8 บาท/C.C.S./ตัน ทั้งนี้ ผลผลิตอ้อยของชุดการทดลอง T2S มีกำไรสุทธิสูงสุด (7,242.23 บาท/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าสุทธิของผลผลิตอ้อยของชุดการทดลอง T1S และแปลงควบคุมที่ไม่มีการใส่เถ้าชีวมวล การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใส่เถ้าชีวมวลปริมาณ 6 ตันต่อไร่ เป็นปริมาณที่เพียงพอในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มกำไรสุทธิของการผลิตอ้อยโดยเฉพาะเกษตรกรที่ปลูกอ้อยรายใหญ่

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาต้นทุน ผลตอบแทน รวมถึงผลกระทบที่ได้รับจากการใช้เถ้าชีวมวลเพื่อเพิ่มผลผลิตของการปลูกอ้อยในมิติด้านอื่น ๆ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้ประโยชน์จากเถ้าชีวมวลอย่างยั่งยืนในพื้นที่เป้าหมาย โดยเฉพาะการสะสมของปริมาณธาตุอาหารในดินจากการใช้เถ้าชีวมวลเพื่อลดต้นทุนในการใช้สารปรับปรุงดิน นอกจากนี้ การสะสมของโลหะหนักที่อาจเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม รวมถึงสุขภาพในชุมชนท้องถิ่นเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบต่อการนำเถ้าชีวมวลไปใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท สหกรีน ฟอเรสท์ จำกัด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของพื้นที่แปลงพืชเศรษฐกิจที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ดำเนินงานโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2560). สรุปสถานการณ์พื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2559/60.10. สืบค้นเมื่อ 29 สิงหาคม 2562, สืบค้นจาก http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-3254.pdf

หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ. (2561). น้ำตาลโลกราคาร่วง "6เดือน" มูลค่าส่งออกลด "ผลผลิตไทย-อินเดียพุ่ง". สืบค้นเมื่อ 29 สิงหาคม 2562, สืบค้นจาก http://www.thansettakij.com/content/307569

จรัณธร บุญญานุภาพ, ปฑมกร มูลทะสิทธิ์, กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว, ภาวัช วิจารัตน์, วภรภัทร สร้อยมี, ชุติมา สร้อยสนธิ์ และธันย์ชนก มีเหลี่ยม. (2562). อิทธิพลของการใช้เถ้าชีวมวลผสมต่อสมบัติดินและคุณภาพผลผลิตอ้อย. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 6 "ดิน : กำเนิดของอาหารเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม", วันที่ 3-5 กรกฎาคม 2562, ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

จรัณธร บุญญานุภาพ, วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ และกัญจน์ญา เม้าสิ้ว (2661). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเชิงสิ่งแวดล้อมของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในสวนยางพาราบริเวณพื้นที่ลาดชันของจังหวัดน่าน. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, (26)3.83-86.

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2555). เถ้าชีวมวลจากโรงงานอุตสหกรรม: ปัญหา ข้อจำกัด และการนำไปใช้งาน.*วารสารคอนกรีต*. ฉบับที่ 17. 10 หน้า. สืบค้น เมื่อ 22 มิถุนายน 2560 สืบค้นจาก http://www.thaitca.or.th/images/journal%2017-2.pdf.

เกษสุดา เดชภิมล. (2558). โครงการจัดทำต้นทุนผลผลิตและถ่ายทอดความรู้เพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกรในปีเพาะปลูก 2557/58. สืบค้นเมื่อ 29 สิงหาคม 2562 สืบค้นจาก http://www.ocsb.go.th/upload/learning/fileupload/5336-6947.

นเรศ นิภากรพันธ. (2558). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตหอยนางรม: กรณีศึกษาเกษตรกรในเขตอำเภอกาญจนดิษฐ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและงานวิจัยปีที่ 19*. 22-23. สืบค้น เมื่อ 6พฤศจิกายน 2562 สืบค้นจาก https://research.dru.ac.th/ejournal/file/2015_02_17_122353.pdf

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้วิธีการยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี

ภาณุพงศ์ สอนคม* จิราพร พุกสุข และ Yoseung Kim

Feasibility study of the website development for recording classroom attendance by using the authentication method with geolocation and IP address

Panupong Sornkhom*, Jiraporn Pooksook and Yoseung Kim

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: panupongs@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน แต่ต้องใช้เวลานานโดยเฉพาะเมื่อมีผู้เรียนเป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้วิธีการยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และที่อยู่ไอพี โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ใน 3 ประเด็นดังนี้ 1) สามารถพัฒนาเว็บไซต์เพื่อตรวจสอบข้อมูลพิกัดจีพีเอสและเลขที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์ที่ใช้เข้าเว็บไซต์ได้หรือไม่ 2) ข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ตรวจจับได้สามารถนำมาใช้ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่ และ 3) ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีที่ตรวจจับได้สามารถนำมาใช้ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของผู้เรียนและป้องกันการปลอมแปลงข้อมูลการเข้าเรียนได้หรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการนำระบบไปใช้งานในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนเปรียบเทียบกับวิธีการยืนยันตัวตน 5 วิธีได้แก่ 1) ใช้บลูทูธ 2) ใช้เอ็นเอฟซี 3) ใช้อาร์เอฟไอดี 4) ใช้ลายนิ้วมือ และ 5) ใช้การรู้จำใบหน้า จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้พัฒนาเว็บไซต์เบื้องต้น คือ เอพีไอตำแหน่งที่อยู่ในภาษา HTML5 และจาวาสคริปต์ โดยมีการใช้ เอพีไอ iptify และ เอพีไอ WebRTC ผลการทดลองพบว่า พิกัดที่ตรวจจับได้มีระยะห่างจากพิกัดที่กำหนดไว้เป็นเฉลี่ยตั้งแต่ 5 เมตร ไปจนถึง 68.25 เมตร และสามารถใช้ที่อยู่ไอพีของผู้ใช้ในการตรวจจับการเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านเครือข่ายของมหาวิทยาลัยได้ ข้อมูลดังกล่าวเพียงพอสำหรับการยืนยันที่อยู่ของผู้เรียนแต่ไม่เพียงพอต่อการยืนยันตัวตน ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้วิธีการยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และที่อยู่ไอพี ร่วมกับการยืนยันตัวตนแบบใช้รหัสผ่าน และมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานจริงต่อไป

คำสำคัญ: การยืนยันตัวตน ข้อมูลการเข้าเรียน ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่อยู่ไอพี

Abstract

Student attendance recording is an essential activity for teaching and learning. This procedure usually takes a long time to proceed, especially when there are many students. The objective of this research is to study the feasibility of developing a website for attendance recording system using geolocation and IP address authentication methods. The researcher has studied the feasibility of 3 issues as follows: 1) Can the website be developed to check the GPS coordinates and the IP address of the devices used to access the website? 2) Can we use the GPS coordinates to identify the geographic location of the student? and 3) Can we use the detected IP address information to identify the geographic location of the student and prevent the forgery of attendance? The researcher has studied the implementation of the system to record attendance data, compared with 5 methods of authentication, including 1) using Bluetooth 2) using NFC 3) using RFID 4) Use fingerprints and 5) Use facial recognition. From the study, the basic website development tools are HTML5 and JavaScript, with iptify API and WebRTC API. The results showed that the detected coordinates are at an average distance from 5 meters to 68.25 meters and the user's IP address can be detected from aceessing website throught the university's network. Such information is sufficient to confirm the student's address but not enough to verify identity, thus it is possible to develop a website for recording attendance using geolocation and IP address verification with password authentication. Our proposed system is suitable for further development for practical use.

Keywords: Authentication, Classroom attendance record, Geolocation, IP address

บทนำ

การเช็คชื่อหรือการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอนสามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าเรียนของผู้เรียนได้ และเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอและตรงเวลา เนื่องจากพฤติกรรมการเข้าเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (Lukkarinen, et al., 2016; Tetteh, 2018) อย่างไรก็ตาม การเช็คชื่อโดยการขานชื่อผู้เรียนทีละคน เป็นกระบวนการที่ใช้เวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อในชั้นเรียนมีผู้เรียนเป็นจำนวนมาก ส่งผลกระทบให้มีเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นได้น้อยลง การแก้ไขปัญหาเรื่องการใช้เวลาในการขานชื่อนานเกินไปนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การส่งใบรายชื่อให้ผู้เรียนทำการลงลายมือชื่อทีละคนเป็นหลักฐานในการเข้าเรียน แต่หากไม่มีการควบคุมระหว่างลงลายมือชื่อ ผู้เรียนอาจจะลงลายมือชื่อแทนเพื่อนที่ไม่ได้มาเรียนได้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบคุมการลงเวลาของผู้ที่มาสายได้ เนื่องจากการลงลายมือชื่อทีละคนก็ใช้เวลานาน ดังนั้นคนที่มาสายก็ยังอยู่ในคิวของการลงลายมือชื่อได้ อีกทั้งในกรณีที่ผู้สอนต้องการทราบข้อมูลการมาเรียนของผู้เรียน ก็ไม่สามารถทราบได้ในทันทีและจะต้องนำใบรายชื่อไปบันทึกข้อมูลเพื่อเก็บสถิติการมาเรียนอีกครั้งทำให้เกิดภาระงานที่เพิ่มขึ้น

เพื่อเป็นการลดเวลาและภาระงานของผู้สอนในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน มีความพยายามในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน วัฒนพล, ภูริณัฐ, และคุณัชญ์ (2561) ได้พัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อการติดตามพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้งานผ่านเว็บเบราเซอร์และแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) โดยให้ผู้สอนเป็นผู้บันทึกข้อมูลการเข้าเรียนของผู้เรียนลงในระบบ ซึ่งระบบนี้มีข้อดีที่สามารถรายงานสถิติการเข้าเรียนได้ทันทีและสามารถส่งข้อมูลให้กับผู้ปกครองหรือผู้สอนท่านอื่นได้ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อผู้เรียนด้วยการขานชื่อทีละคน เช่นเดียวกับผลงานของ ก่องกาญจน์, อรรถวิท, และ อิทธิพงษ์ (2560) ที่พัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียนโดยอุปกรณ์อัจฉริยะ โดยให้ผู้สอนบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนบนเว็บไซต์โดยใช้สมาร์ทโฟน

หากต้องการลดเวลาในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน การให้ผู้เรียนสามารถบันทึกข้อมูลด้วยตนเองได้เป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า เนื่องจากผู้เรียนสามารถบันทึกข้อมูลพร้อมกันหลายคนได้ ประทีป, ญาดาวิมินทร์ และอาภากร (2561) นำเสนอวิธีการบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยใช้คิวอาร์โค้ด (QR Code) ร่วมกับกูเกิ้ลฟอร์ม (Google Form) แม้ว่าจะบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนได้เร็วขึ้น แต่ระบบที่นำเสนอนี้มีช่องโหว่ในเรื่องการตรวจสอบยืนยันตัวตนของผู้บันทึกข้อมูล ดังนั้นผู้เรียนอาจจะบันทึกข้อมูลแทนเพื่อนหรือส่งยูอาร์แอล (URL) ของกูเกิ้ลฟอร์มให้เพื่อนที่ไม่ได้มาเรียนเข้าบันทึกข้อมูลได้ Cho & Bae, (204) พัฒนาระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) โดยให้ผู้สอนสร้างคิวอาร์โค้ดให้ผู้เรียนใช้แอพพลิเคชันอ่านข้อมูลจากคิวอาร์โค้ดเพื่อเป็นรหัสในการยืนยันตัวตนผู้เรียนก่อนบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนลงในฐานข้อมูลของระบบและระบบจะสร้างคิวอาร์โค้ดใหม่ทุก ๆ 15 วินาที เพื่อป้องกันการส่งคิวอาร์โค้ดให้เพื่อนที่ไม่ได้มาเรียนบันทึกข้อมูลได้

ปัญหาสำคัญของการพัฒนาระบบให้ผู้เรียนทำการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนของตนเองได้ คือ การยืนยันตัวตนของผู้บันทึกข้อมูล โดยจะต้องยืนยันได้ว่าผู้บันทึกข้อมูลอยู่ในห้องเรียนจริงอีกด้วย วรินทร, จิติมนต์, และธรา (2557) ได้พัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ โดยพัฒนาโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนของผู้เรียนผ่านสัญญาณบลูทูธ ซึ่งระยะในการสื่อสารข้อมูลผ่านบลูทูธอยู่ที่ประมาณ 10 เมตร ทำให้สามารถยืนยันที่อยู่ของผู้เรียนในห้องเรียนได้ และโปรแกรมยังสามารถตรวจสอบระยะเวลาที่อยู่ในห้องเรียนได้อีกด้วย ข้อจำกัดของระบบดังกล่าว คือ ระยะในการเชื่อมต่อสัญญาณบลูทูธของโทรศัพท์แต่ละเครื่องไม่เท่ากันอาจมีปัญหาในการตรวจไม่พบโทรศัพท์ของผู้เรียนบางคนในห้องเรียน นอกจากนี้ในแง่ของการบริหารจัดการ จะต้องลงทะเบียนโทรศัพท์ของผู้เรียนเอาไว้ล่วงหน้า และหากมีการเปลี่ยนโทรศัพท์จะต้องทำการแก้ไขข้อมูลก่อน วิทูร วิภูษิตพูนผล และคณะ (2560) นำเสนอโมบายแอพพลิเคชัน

สำหรับเช็คชื่อนักศึกษาเข้าห้องเรียนด้วยเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี (NFC: Near Field Communication) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายในระยะใกล้มาก มีระยะในการเชื่อมต่อสัญญาณเพื่อรับส่งข้อมูลไม่เกิน 4 เซนติเมตร ดังนั้นในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนของระบบดังกล่าวจะต้องใช้สมาร์ทโฟนของผู้สอนไปแตะกับสมาร์ทโฟนของผู้เรียนทีละคน เพื่อเป็นการยืนยันตัวตนและบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน ข้อจำกัดของระบบนี้ คือ มีสมาร์ทโฟนบางรุ่นเท่านั้นที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีและผู้พัฒนาได้พัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น การนำระบบไปใช้งานจะไม่รองรับความหลากหลายของอุปกรณ์ที่ผู้สอนและผู้เรียนใช้งานจริง Rjeib, et al., (2018) นำเสนองานวิจัยพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้เว็บเบสแอพพลิเคชันและอาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) ซึ่งอาร์เอฟไอดีเป็นเทคโนโลยีในการใช้ความถี่คลื่นวิทยุในการระบุตัวตนของสิ่งของต่าง ๆ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ส่วนแรกคือ อาร์เอฟไอดีแทก (RFID Tag) มีลักษณะเป็นป้ายหรือเหรียญใช้ติดกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการระบุตัวตน หรือ ฝังอยู่ในสมาร์ทการ์ด และ ส่วนที่สองคือ เครื่องอ่านซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอาร์เอฟไอดีแทกด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถนำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนได้โดยใช้บัตรประจำตัวผู้เรียนเป็นอาร์เอฟไอดีแทกทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ยืนยันตัวตนกับระบบ ข้อจำกัดของระบบดังกล่าวคือ ผู้เรียนอาจลืมนำบัตรมาทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลการมาเรียนได้หรือหากมีการเปลี่ยนบัตรเนื่องจากบัตรเสียหรือสูญหายก็จะต้องมีการลงทะเบียนบัตรใหม่ก่อน นอกจากนี้ผู้ที่ไม่ได้เข้าเรียนอาจฝากบัตรของตนเองให้กับเพื่อนที่เข้าเรียนทำการบันทึกข้อมูลแทนได้

การยืนยันตัวตนโดยใช้ชีวมิติ (Biometrics) ของผู้เรียน สามารถป้องกันการบันทึกข้อมูลแทนกันได้ เนื่องจากข้อมูลชีวมิติเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล อาจารี, (2558) นำเสนอการประยุกต์เครื่องอ่านลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนโดยพัฒนาโปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่องอ่านลายนิ้วมือ เพื่อบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนลงในฐานข้อมูล ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือต้องมีการติดตั้งเครื่องอ่านลายนิ้วมือไว้ที่ห้องเรียน และหากผู้เข้าเรียนมาถึงในเวลาใกล้เคียงกัน จะต้องเข้าแถวรอการใช้งานเครื่องอ่านลายนิ้วมือ ทำให้เกิดความล่าช้าในการเข้าสู่บทเรียนได้ Varadharajan, et al., (2016) พัฒนาระบบตรวจสอบการเข้าเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องจับภาพของผู้เรียนแล้วทำการตรวจจับใบหน้าและใช้ระบบรู้จำใบหน้าในการยืนยันตัวตนของผู้เรียน ข้อจำกัดของระบบนี้คืออัตราความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าจะลดลงเมื่อมีผู้เรียนเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลได้

จากการศึกษาปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนที่มีประสิทธิภาพจะต้องรองรับการบันทึกข้อมูลพร้อมกันหลาย ๆ คนได้ และมีวิธีการยืนยันตัวตนผู้เรียนที่สะดวกในการใช้งานจริง มีความถูกต้องของข้อมูล และ สามารถป้องกันการบันทึกข้อมูลแทนกันได้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้การยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี เนื่องจากผู้เรียนทุกคนจะมีอุปกรณ์อัจฉริยะ เช่น สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเลต อยู่กับตัวเป็นประจำ การตรวจสอบที่อยู่ทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์อัจฉริยะที่ใช้เข้าถึงเว็บไซต์ จะช่วยยืนยันตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานว่าอยู่ในบริเวณห้องเรียนหรือไม่ และเลขที่อยู่ไอพีสามารถใช้ในการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานนั้นเข้าถึงเว็บไซต์ผ่านเครือข่ายของมหาวิทยาลัยหรือไม่เป็นการยืนยันตัวตนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้จะดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้การยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี โดยกำหนดปัจจัยในการศึกษาความเป็นไปได้ 3 ประเด็น ดังนี้ 1) สามารถพัฒนาเว็บไซต์เพื่อตรวจสอบข้อมูลพิกัดจีพีเอสและเลขที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์ที่ใช้เข้าเว็บไซต์ได้หรือไม่ 2) ข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ตรวจจับได้สามารถนำมาใช้ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของผู้เรียนได้หรือไม่ และ 3) ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีที่ตรวจจับได้สามารถนำมาใช้ระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของผู้เรียนและป้องกันการปลอมแปลงข้อมูลการเข้าเรียนได้หรือไม่

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการศึกษาความเป็นไปได้ด้วยการเปรียบเทียบวิธีการยืนยันตัวตนด้วยพิกัดทางภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี กับ วิธีการยืนยันตัวตนแบบอื่นอีก 5 วิธี ดังนี้ 1) ใช้สมาร์ทโฟนเชื่อมต่อผ่านบลูทูธ 2) ใช้สมาร์ทโฟนเชื่อมต่อผ่านเอ็นเอฟซี 3) ใช้บัตรสมาร์ทการ์ดเชื่อมต่อผ่านอาร์เอฟไอดี 4) ใช้การแสกนลายนิ้วมือ และ 5) ใช้การรู้จำใบหน้า

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีดังนี้

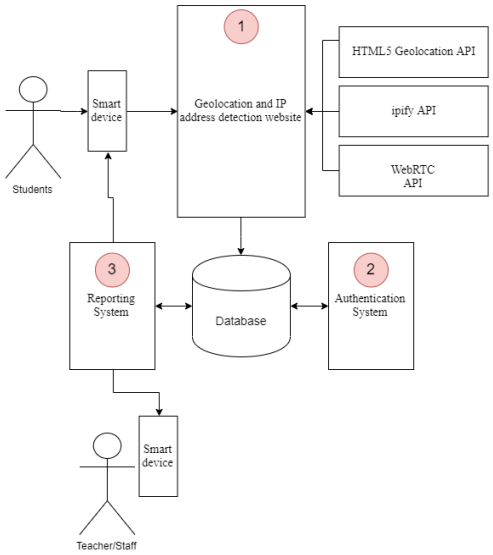
1) ศึกษาข้อมูลวิธีการยืนยันตัวตนแต่ละแบบ
2) ศึกษาวิธีการรับข้อมูลพิกัดที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ของผู้เรียน และวิธีการตรวจสอบที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์อัจฉริยะผู้เรียนใช้งาน
3) ออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบข้อมูลพิกัดที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ และ ที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์อัจฉริยะ
4) ทำการทดสอบการรับข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์และที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์อัจฉริยะ
5) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลความเป็นไปได้ในแต่ละด้านที่กำหนดไว้
6) สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้
7) อภิปรายผล

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ คือ เว็บเซิร์ฟเวอร์ เครือข่ายอินเทอร์เนตไร้สายของมหาวิทยาลัยนเรศวร บริการแผนที่กูเกิ้ล (Google Maps) และอุปกรณ์อัจฉริยะของนิสิตที่ร่วมการทดสอบ

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ คือ HTML5 จาวาสคริปต์ (Javascript) เอพีไอ IPIFY และ เอพีไอ WebRTC

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ระบบที่ผู้วิจัยออกแบบ มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ 1)เว็บไซต์ตรวจจับพิกัดที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ และ ที่อยู่ไอพี 2) ระบบยืนยันตัวตนโดยใช้ข้อมูลพิกัดที่อยู่ทางภูมิศาสตร์และที่อยู่ไอพี และ 3) ส่วนรายงานผลข้อมูลการเข้าเรียน ดังแสดงใน รูปที่ 1



รูปที่ 1 องค์ประกอบของระบบบันทึกข้อมูลการเข้าเรียนโดยใช้การยืนยันตัวตนด้วยตำแหน่งที่อยู่และเลขที่อยู่ไอพี

การตรวจจับพิกัดที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ HTML5 Geolocation API ส่วนการตรวจจับที่อยู่ไอพีได้ใช้เอพีไอ IPIFY ในการตรวจจับที่อยู่ไอพีแบบสาธารณะ (Public IP address) และใช้เอพีไอ WebRTC ในการตรวจจับที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัว (Private IP address) เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยรหัสต้นฉบับ 2 ไฟล์ ได้แก่ ไฟล์ index.html เป็นหน้าหลักของเว็บไซต์ และไฟล์ ip.js เป็นไฟล์จาวาสคริปต์สำหรับกำหนดฟังก์ชันที่เรียกใช้ เอพีไอ WebRTC รหัสต้นฉบับของทั้ง 2 ไฟล์ แสดงในรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ตัวอย่างผลการใช้งานเว็บไซต์แสดงในรูปที่ 4 ซึ่งหน้าเว็บไซต์จะแสดง

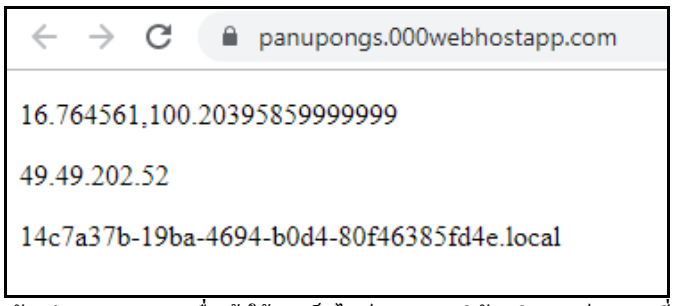
ข้อมูล 3 บรรทัด ได้แก่ 1) ที่อยู่ภูมิศาสตร์ในรูปแบบพิกัดจีพีเอส 2) เลขที่อยู่ไอพีแบบสาธารณะ และ 3) เลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัว

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <body onload=getLocation()>
4 <p id="geolocation">Detecting your location ...</p>
5 <script>var x = document.getElementById("geolocation");
6 function getLocation() {
7   if (navigator.geolocation) {
8     navigator.geolocation.getCurrentPosition(showPosition);
9   } else {
10    x.innerHTML = "Geolocation is not supported by this browser.";
11  }
12 }
13 function showPosition(position) {
14   x.innerHTML = position.coords.latitude +","+position.coords.longitude;
15 }
16 </script>
17 <script type="application/javascript">
18   function getIP(json) {
19     document.write(json.ip);
20   }
21 </script>
22 <script type="application/javascript"
23 src="https://api.ipify.org?format=jsonp&callback=getIP"></script>
24 <p id="ip">Loading ...</p>
25 <script src="ip.js"></script>
26     <script>
27     let p = document.getElementById('ip');
28     findLocalIp().then(
29         ips => {
30             let s = '';
31             ips.forEach( ip => s += ip + '<br>' );
32             p.innerHTML = s;
33         },
34         err => p.innerHTML = err
35     );
36     </script>
37 </body>
38 </html>
```

รูปที่ 2 รหัสต้นฉบับของเว็บไซต์ตรวจสอบพิกัดภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี ไฟล์ index.html

```
1 const findLocalIp = (logInfo = true) => new Promise( (resolve, reject) => {
2     window.RTCPeerConnection = window.RTCPeerConnection
3                              || window.mozRTCPeerConnection
4                              || window.webkitRTCPeerConnection;
5     if ( typeof window.RTCPeerConnection == 'undefined' )
6         return reject('WebRTC not supported by browser');
7     let pc = new RTCPeerConnection();
8     let ips = [];
9     pc.createDataChannel("");
10    pc.createOffer()
11     .then(offer => pc.setLocalDescription(offer))
12     .catch(err => reject(err));
13    pc.onicecandidate = event => {
14        if ( !event || !event.candidate ) {
15            // All ICE candidates have been sent.
16            if ( ips.length == 0 )
17                return reject('WebRTC disabled or restricted by browser');
18            return resolve(ips);
19        }
20        let parts = event.candidate.candidate.split(' ');
21        let [base,componentId,protocol,priority,ip,port,,type,...attr] = parts;
22        let component = ['rtp', 'rtpc'];
23        if ( ! ips.some(e => e == ip) ) ips.push(ip);
24        if ( ! logInfo ) return;
25        console.log(" candidate: " + base.split(':')[1]);
26        console.log(" component: " + component[componentId - 1]);
27        console.log("  protocol: " + protocol);
28        console.log("  priority: " + priority);
29        console.log("        ip: " + ip);
30        console.log("      port: " + port);
31        console.log("      type: " + type);
32        if ( attr.length ) {
33            console.log("attributes: ");
34            for(let i = 0; i < attr.length; i += 2)
35                console.log("> " + attr[i] + ": " + attr[i+1]);
36        }
37        console.log();
38    };
39 } );
```

รูปที่ 3 รหัสต้นฉบับของเว็บไซต์ตรวจสอบพิกัดภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี ไฟล์ ip.js (Linblow, 2018)



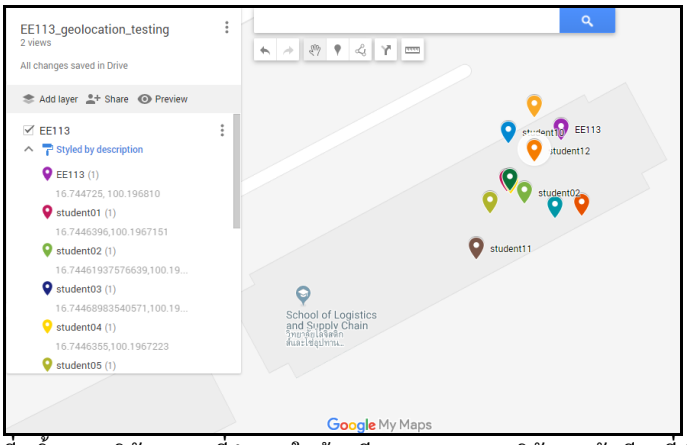
รูปที่ 4 ตัวอย่างการแสดงผลเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ตรวจสอบพิกัดภูมิศาสตร์และเลขที่อยู่ไอพี

การยืนยันตัวตนของผู้เรียนจากข้อมูลที่เก็บมาสามารถทำได้ดังนี้

- ข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ในรูปแบบจีพีเอส สามารถใช้คำนวณระยะห่างจากพิกัดของห้องเรียนได้ หากระยะห่างที่คำนวณได้เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ แสดงว่าไม่อยู่ในห้องเรียน
- ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบสาธารณะ ใช้ในการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เนตของมหาวิทยาลัยหรือไม่ หากไม่ใช่แสดงว่าไม่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัย (ในกรณีที่กำหนดให้ผู้เรียนจะต้องเข้าเว็บไซต์ผ่านเครือข่ายของมหาวิทยาลัยเท่านั้น)
- ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัว ใช้ในการตรวจสอบเพื่อป้องกันการใช้อุปกรณ์อัจฉริยะตัวเดียวกันบันทึกข้อมูลมากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งหมายถึงการบันทึกข้อมูลแทนเพื่อนที่ไม่มาเรียน ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบสาธารณะสามารถซ้ำกันได้ แต่ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัวของอุปกรณ์แต่ละเครื่องจะไม่ซ้ำกัน

ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูล โดยให้นิสิตในชั้นเรียนเป็นอาสาสมัครจำนวน 21 คน เข้าใช้งานเว็บไซต์จากสถานที่ต่าง ๆ แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์ลงในกูเกิ้ลฟอร์ม เมื่อนำข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้จากการทดลอง มาบันทึกลงในแผนที่กูเกิ้ลดังแสดงในรูปที่ 5 แล้วใช้ฟังก์ชันวัดระยะห่างของแผนที่กูเกิ้ลในการหาระยะห่างจากพิกัด จีพีเอสที่กำหนด ได้ผลดังตารางที่ 1 ระหว่างทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลการตรวจจับพิกัดจีพีเอส พบว่าสามารถตรวจจับพิกัดจีพีเอสได้ภายในเวลาไม่เกิน 15 วินาที แต่มี 10 ครั้งจากทั้งหมด 36 ครั้งที่ใช้เวลาในการรอข้อมูลพิกัดจีพีเอสนานเกินกว่า 1 นาที ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากสภาพอากาศในขณะนั้นที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการรับสัญญาณจีพีเอส หรือ อาจเกิดจากการที่ผู้ทำการทดสอบอยู่ในบริเวณที่รับสัญญาณจีพีเอสได้ไม่ดี



รูปที่ 5 แผนที่กูเกิ้ลแสดงพิกัดของจุดที่กำหนดในห้องเรียน EE113 และพิกัดของนักเรียนที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบหาระยะห่างระหว่างพิกัดที่ได้จากระบบกับพิกัดที่กำหนดไว้

จำนวนผู้ทดสอบ	สถานที่ทดสอบ	ระยะห่างน้อยที่สุด (เมตร)	ระยะห่างมากที่สุด (เมตร)	ระยะห่างเฉลี่ย (เมตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมตร)
12	EE 113	6	27	13.50	5.68
4	Shop EE	12	222	68.25	88.91
3	EE 703	11	37	20.33	11.81
2	ปราบไตรจักร 63	4	6	5.00	1.00

การทดลองเพื่อตรวจจับเลขที่อยู่ไอพีสาธารณะ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาจัดกลุ่มตามเลขที่อยู่ไอพี และ ใช้เครื่องมือตรวจหาข้อมูลเครือข่ายจากเว็บ https://www.ultratools.com/tools/ipWhoisLookupResult ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับการตรวจจับเลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัว พบว่าจากการทดสอบทั้งหมด 36 ครั้ง มี 22 ครั้งที่สามารถตรวจจับเลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัวได้ และมี 14 ครั้งที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ เนื่องจากโปรแกรมเว็บเบราเซอร์ที่ใช้ไม่รองการทำงานของเอพีไอ WebRTC อย่างไรก็ตามผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าหากตรวจจับไอพีแบบส่วนตัวได้ จะสามารถใช้ข้อมูลนี้ในการตรวจสอบการใช้อุปกรณ์เครื่องเดียวกันทำการบันทึกข้อมูลแทนเพื่อนได้

ตารางที่ 2 แสดงกลุ่มเลขที่อยู่ไอพีสาธารณะเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ผ่านการเชื่อมต่อเครือข่ายต่าง ๆ กัน

กลุ่มเลขที่อยู่ไอพีสาธารณะ	ISP Link	การเชื่อมต่อ	จำนวนผู้ทดสอบ	จำนวนสถานที่ที่ทำการทดสอบ
202.28.21.X	Uninet	WiFi NU	14	5
49.231.30.X	AWN-NU	WiFi NU	10	3
180.183.X.X	3BB	WiFi อื่น ๆ	2	1
49.229.X.X	AIS-Mobile	WiFi อื่น ๆ	3	2
182.232.X.X	AIS-Mobile	Cellular AIS	3	1
223.24.X.X	TRUEMOVE-TH	Cellular TRUE-H	4	3

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดลองจะเห็นว่าสามารถใช้ข้อมูลพิกัดจีพีเอสมาระบุตำแหน่งของผู้เรียนได้ ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการยืนยันตำแหน่งที่อยู่ได้ ซึ่งมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประเด็น คือ 1) ไม่สามารถระบุความสูงได้ จึงไม่สามารถระบุห้องที่อยู่ได้ในกรณีที่อาคารเรียนมีหลายชั้น และ 2) ความแม่นยำของพิกัดจีพีเอสที่อ่านได้ มีช่วงระยะความคลาดเคลื่อนได้ตั้งแต่ไม่กี่เมตร ไปจนถึงหลักร้อยเมตร จึงอาจใช้ระบุได้เป็นบริเวณอาคารเรียน แต่ไม่สามารถระบุตำแหน่งห้องที่อยู่ได้อย่างชัดเจน ส่วนข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบสาธารณะ สามารถใช้ในการยืนยันตำแหน่งที่อยู่ได้ว่าอยู่ภายในมหาวิทยาลัย ไม่สามารถใช้ยืนยันตำแหน่งที่อยู่ในลักษณะห้องหรืออาคารอย่างชัดเจนได้เนื่องจากเลขที่อยู่ไอพีที่ผู้ใช้ได้รับ ไม่ขึ้นอยู่กับสถานที่ สำหรับข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีแบบส่วนตัว จากการทดสอบพบว่าหากโปรแกรมเว็บเบราเซอร์ที่ใช้ไม่รองรับการทำงานของเอพีไอ WebRTC จะไม่สามารถตรวจจับข้อมูลเลขที่อยู่ไอพีได้ หากจะนำระบบไปใช้งานจริงจะต้องกำหนดให้ผู้ใช้งานใช้โปรแกรมเว็บเบราเซอร์ที่รองรับการทำงานของเอพีไอดังกล่าวเท่านั้นในการเข้าสู่ระบบ

การใช้ข้อมูลพิกัดจีพีเอส และ ข้อมูลเลขที่อยู่ไอพี นั้นยังไม่สามารถใช้ระบุตัวตนของผู้ใช้งานได้โดยตรง หากจะใช้ในการยืนยันตัวตนควรจะใช้งานร่วมกับวิธีการยืนยันตัวตนแบบอื่น เช่น รหัสผ่าน เพื่อให้สามารถยืนยันตัวตนได้ทั้งความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และ ตำแหน่งที่อยู่ หากเปรียบเทียบกับการยืนยันตัวตนแบบอื่น ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้แล้วนั้น ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 จุดเด่นของการระบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ คือ สามารถบันทึกข้อมูลพร้อมกันได้ และใช้เวลาในการประมวลผลน้อย ทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเช็คชื่อลงได้ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมในห้องเรียนทำให้เหมาะแก่การนำไปใช้งานและขยายระบบได้ แพลตฟอร์มที่ใช้อยู่

ในรูปแบบเว็บไซต์ทำให้รองรับการใช้งานในอุปกรณ์ที่หลากหลาย และ การดูแลรักษาระบบทำได้ง่ายกว่าการพัฒนาในรูปแบบโมบายแอพพลิเคชัน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลการเข้าเรียน

วิธีการยืนยันตัวตน	การบันทึกข้อมูลพร้อมกัน	อุปกรณ์ที่ต้องใช้เพิ่มเติม	แพลตฟอร์มสำหรับผู้เรียน
พิกัดจีพีเอสและเลขที่อยู่ไอพี	ได้	-	เว็บไซต์
บลูทูธ	ไม่ได้	เครื่องรับสัญญาณบลูทูธ	โมบายแอพพลิเคชัน
เอ็นเอฟซี	ไม่ได้	-	โมบายแอพพลิเคชัน
อาร์เอฟไอดี	ไม่ได้	เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี และ อาร์เอฟไอดีแทก	สมาร์ทการ์ด
ลายนิ้วมือ	ไม่ได้	เครื่องแสกนลายนิ้วมือ	-
การรู้จำใบหน้า	ได้	กล้องเว็บแคม	-

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่จากพิกัดจีพีเอส ร่วมกับข้อมูลเลขที่อยู่ไอพี เพื่อยืนยันตัวตนของผู้เรียน พบว่าระบบที่นำเสนอมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานจริง สามารถยืนยันที่อยู่ของผู้เรียนได้ และยืนยันตัวตนของผู้เรียนได้โดยใช้ร่วมกับวิธีการยืนยันตัวตนแบบอื่น เช่น รหัสผ่าน ระบบสามารถป้องกันหรือตรวจจับการบันทึกข้อมูลแทนเพื่อนที่ไม่มาเรียนได้ ผู้เรียนสามารถบันทึกข้อมูลพร้อม ๆ กันได้ทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการยืนยันตัวตนแบบอื่น 5 วิธีที่กำหนดเป็นขอบเขตของการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนิสิตในชั้นเรียนของผู้วิจัยที่อาสาทดสอบการใช้งานระบบเพื่อเก็บข้อมูลการทดลอง และขอบคุณครอบครัวที่สละเวลาและดูแลช่วยเหลืออำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อให้ผู้วิจัยทำงานได้จนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

ก่องกาญจน์ ดุลยไชย, อรรถวิท ชังคมานนท์, และ อิทธิพงษ์ เขมะเพชร. (2560). ระบบตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียนโดยอุปกรณ์อัจฉริยะ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อิสเทอร์น*, 11 (2017) (สิงหาคม 2560 ฉบับพิเศษ), 125-133.

ประทีป พืชทองหลาง, ญาตาวีมินทร์ พืชทองหลาง, และ อาภากร ปัญโญ. (2561). การสร้างระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วย QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 9(1), 11-26.

วรินทร เจนชัย, จิติมนต์ อั่งสกุล, และ ธรา อั่งสกุล. (2555). ระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 6(1), 37-55.

วิทูร วิษิตพูนผล, และ คณะ. (2560). โมบายแอปพลิเคชันสำหรับเช็คชื่อนักศึกษาเข้าห้องเรียนด้วยเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. *วารสารเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี*, 5(2), 43-48.

วัฒนพล ชุมเพชร, ภูริณัฐ หนูขุน, และ คุณัชญ์ เตียวนะ. (2561). การพัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อการติดตามพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*, 11(1), 185-192.

อาจารี นาโค. (2558). การประยุกต์เครื่องอ่านลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ* , 16(3), 11-20.

ipify.org. (2019). Ipify API. From https://ipify.org

Linblow. (2018, October 19). Re: Can You Get A Users Local LAN IP Address Via JavaScript? [Online discussion group]. From https://stackoverflow.com/questions/20194722/

can-you-get-a-users-local-lan-ip-address-via-javascript

Lukkarinen, A., Koivukangas, P., & Seppälä, T. (2016). Relationship between Class Attendance and Student Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 341-347.

Tetteh, G. A. (2018). Effects of Classroom Attendance and Learning Strategies on the Learning Outcome. *Journal of International Education in Business*, 11(2), 195-219.

Varadharajan, E., Dharani, R., Jeevitha, S., Kavinmathi, B. & Hemalatha, S. (2016). Automatic attendance management system using face detection. Paper presented at the 2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET).

W3schools.com. (2019). HTML5 Geolocation. From https://www.w3schools.com/html/html5_geolocation.asp

การศึกษาระบบลดอุณหภูมิแบบอีวาโพเรทีฟร่วมกับโซลาร์เซลล์

สมชาย กฤตพลวิวัฒน์

Study of Evaporative Cooling System with Solar Cells

Somchai Kritpolwiwattana

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
*Corresponding author. E-mail : somchaikr@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟร่วมกับโซลาร์เซลล์ ระบบประกอบด้วยแผ่นทำความเย็น ชนิดเซลลูโลส ขนาด 33x35 เซนติเมตร^2 หนา 4 เซนติเมตร และแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 40 W จำนวน 2 แผง เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงใช้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลท์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 27 เซนติเมตร และปั๊มน้ำแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลท์ 3 แอมแปร์ โดยทำการทดลองด้วยอุโมงค์ทดสอบขนาด 32x38x100 เซนติเมตร3 ทำจากแผ่นพลาสติกหนา 3 มิลลิเมตร ผลการทดสอบระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ จะได้ว่า แผงโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 2 แอมแปร์ และจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ปั๊มน้ำได้สูงสุดประมาณ 20 วัตต์ ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8 เปอร์เซนต์ และประสิทธิภาพรวมของระบบสูบน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 3.5 เปอร์เซนต์ ผลการทดสอบระบบจ่ายไฟแก่พัดลม จะได้ว่า ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์มีค่ามากกว่า 800 วัตต์ต่อตารางเมตร จะมีค่ากระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ประมาณ 1 แอมแปร์ แผงโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 17 วัตต์ ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 800 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยระบบจะมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8.5 เปอร์เซนต์ ผลการหาค่าประสิทธิภาพอิ่มตัวของระบบอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.95 ระบบใช้กำลังไฟฟ้ารวมสูงสุดประมาณ 34 วัตต์ สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้เฉลี่ยประมาณ 4.6 องศาเซลเซียส จากผลแสดงให้เห็นว่าเป็นระบบทำความเย็นที่ทำงานอยู่ในเกณฑ์ดี

คำสำคัญ: โซลาร์เซลล์ ระบบทำความเย็นอีวาโพเรทีฟ ประสิทธิภาพอิ่มตัว

Abstract

This research is to study the evaporation cooling system together with the solar cell. The system consists of a cellulose cooling pad size is 33x35 cm^2, 4 cm thick and two 40 W solar panels to supply electricity for DC electric fan (12 V and diameter of 27 cm) and DCmotor pump (12 V, 3 A). The experiment has testing in tunnel (size as 32x38x100 cm^3, made of 3 mm thick plastic sheet). The results of solar panel pumping test show that solar panels can supply electrical current up to 2 amperes and 20 watts of electrical power for pumping system. Pumping system efficiency has tend to decrease when solar intensity was increase. The test results of the power supply to the electric fan is show that, when solar intensity on the solar panel is greater than 800 watts per square meter, solar panel can supply a maximum current of 1 ampare and can supply 17 watts of electrical power. The maximum electrical efficeincy is at 800 watts per square meter. The system has a maximum electrical efficiency of approximately 8.5 percent. The results of the saturating efficiency are in the range of 0.5 to 0.95. the system uses a total power of about 34 watts and can reduce the average air temperature about 4.6 C. The results show that the cooling system has works well.

Keywords: Solar Cells, Evaporative Cooler, Saturating Efficiency

บทนำ

ประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้สภาพภูมิอากาศของประเทศมีลักษณะร้อนชื้นหรือภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ตามการแบ่งเขตภูมิอากาศแบบเคิปเปน ในขณะที่ภาคใต้และทางตะวันออกสุดของภาคตะวันออกเป็นเขตภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน อุณหภูมิอากาศทั่วประเทศมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 19-38 องศาเซลเซียส อากาศจะร้อนที่สุดช่วงกลางเดือนเมษายน หลังจากนั้น ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลให้สภาพอากาศของประเทศไทยเข้าสู่ฤดูฝนและฤดูหนาวตามลำดับ

ในการดำรงชีวิตมนุษย์จะต้องเผชิญกับการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศตลอดเวลา ดังนั้นการสร้างระบบที่สามารถควบคุมสภาวะของอากาศให้คงที่และมีเหมาะสมตามความต้องการ สามารถทำได้โดยการเพิ่มหรือลดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ การกรองและระบายอากาศ เพื่อทำให้อากาศบริสุทธิ์ไม่มีสิ่งเจือปน รวมถึงการกระจายอากาศให้ทั่วทั้งพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศ โดยที่ความเร็วของอากาศมีค่าเหมาะสม ระบบที่สามารถควบคุมสภาวะของอากาศในพื้นที่ที่ต้องการให้มีค่าคงที่หรือเกิดการแปรปรวนน้อยที่สุดนี้เรียกว่า ระบบ HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) เนื่องจากสังคมยุคปัจจุบันนี้ มนุษย์ส่วนใหญ่กว่า 90% ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารเกือบทั้งหมด จึงได้มีความใส่ใจเรื่องของการควบคุมสภาวะของอากาศ เพื่อให้มีคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality, IAQ) ที่เหมาะสมและก่อให้เกิดภาวะสบายเชิงความร้อน (Thermal Comfort) ตามที่คนเราต้องการ ซึ่งทำได้ด้วยวิธีการปรับอากาศ (Air Conditioning) ที่เป็นกระบวนการปรับสภาวะของอากาศ เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด และการกระจายลมภายในห้องให้เหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งเครื่องปรับอากาศที่ใช้ส่วนมากจะเป็นระบบอัดไอ ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมาก

การใช้หลักการทางธรรมชาติในการปรับอากาศที่ช่วยทำให้รู้สึกสบายโดยใช้พลังงานน้อย คือ การปรับอากาศโดยใช้หลักการวิธีการระเหยของน้ำ หรือทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ วีธีการทำความเย็นแบบนี้สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีระดับหนึ่ง สามารถช่วยแก้ปัญหาสภาวะอากาศร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกที่สบาย เช่น การอยู่ใกล้แม่น้ำ หรืออยู่ใกล้น้ำตก ซึ่งเมื่ออยู่ในบริเวณแหล่งน้ำจะรู้สึกสดชื่นและมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งบรรยากาศในบริเวณดังกล่าวเหมาะกับการพักผ่อนและรู้สึกสบาย

ประโยชน์ในการใช้งานระบบปรับอากาศแบบอีวาโพเรทีฟ นั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากมาย มีหลายรูปแบบแตกต่างกันไป มีความคุ้มค่า ใช้พลังงานน้อย มีความสามารถในการใช้งานให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น ใช้ในการปรับอากาศ หรือลดอุณหภูมิภายนอกอาคาร ช่วยระบายความร้อนกับเครื่องจักรต่าง ๆ และลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเกษตรกรรม เป็นต้น

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ ทำให้เมื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบลดอุณหภูมิอากาศแบบอีวาโพเรทีฟ จะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเมื่อความสามารถในการลดอุณหภูมิของระบบจะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งจะได้ว่า เมื่อความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีค่ามาก ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศมีค่าสูง ซึ่งเป็นขณะเวลาเดียวกับระบบมีสมรรถนะการทำงานสูงด้วย ซึ่งส่วนของระบบโซลาร์เซลล์จะสามารถใช้สำหรับผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายแก่ พัดลม และส่วนของปั๊มน้ำที่ทำหน้าที่สูบน้ำเพื่อไหลเวียนในระบบลดอุณหภูมิอากาศ

จะเห็นได้ว่าการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟจะมีส่วนของอุปกรณ์ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าได้แก่ ส่วนของปั๊มไหลเวียนน้ำ ส่วนของพัดลม ส่วนตรวจวัดและควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้น ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งระบบสามารถติดตั้งได้แบบโดดเดี่ยว (Stand Alone) ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ที่มีความมั่นคง และมีประสิทธิภาพการทำงานสูง ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์และ MPPT ซึ่งในช่วงฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีอากาศร้อน จะเป็นช่วงที่มีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มาก ทำให้ระบบโซลาร์เซลล์สามารถผลิต

พลังงานไฟฟ้าได้มาก และในช่วงเวลากลางคืน เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์และเป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำ ดังนั้น การลดอุณหภูมิอากาศด้วยระบบอีวาโพเรทีฟร่วมกับโซลาร์เซลล์ โดยใช้ระบบทำความเย็นแบบแผ่นช่วยระเหยน้ำ ร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับสูบน้ำและพัดลมไหลเวียนอากาศด้วยโซลาร์เซลล์ จึงเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงานและลดต้นทุน การใช้ไฟฟ้าที่เห็นผลได้เป็นอย่างดี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ระบบทำความเย็นแบบแบบอีวาโพเรทีฟเป็นระบบที่ใช้ปรับสภาวะอากาศที่มีรูปแบบไม่ซับซ้อน ระบบทำงานได้ด้วยวิธีการใช้ผิวเปียกหรือแผ่นทำความเย็นแบบระเหยซึ่งสร้างจากแผ่นเซลลูโลส โดยกระบวนการทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ คือ กระบวนการทำความเย็นและเพิ่มความชื้นให้อากาศ โดยการพ่นน้ำผ่านกระแสอากาศ ทำให้น้ำบางส่วนเกิดการระเหยเข้าผสมกับอากาศ มีผลทำให้อุณหภูมิของอากาศมีค่าลดต่ำลงความชื้นของอากาศมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ส่วนของน้ำที่ไม่ถูกระเหยจะถูกนำกลับมาหมุนเวียนในระบบ การทำความเย็นแก่อากาศแบบอีวาโพเรทีฟ มีอยู่ 2 ลักษณะคือ การทำความเย็นด้วยวิธีการพ่นน้ำผ่านอากาศโดยตรง และวิธีการการทำความเย็นด้วยการให้น้ำไหลผ่านผิวเปียกหรือแผ่นทำความเย็น เพื่อช่วยให้เกิดการระเหยของน้ำได้ดี

กระบวนการทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ เป็นกระบวนการลดค่าอุณหภูมิอากาศโดยที่ค่าเอนทาลปีของอากาศมีค่าคงตัว หรือกระบวนการอะเดียแบติก (Adiabatic Process) เนื่องจากไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากระบบและไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานรวมของระบบ ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟจะแสดงในรูปของประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturating Efficiency) ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบต่ออุณหภูมิที่ลดได้สูงสุด แสดงดังสมการ

$$\eta_c = \frac{T_{ao}-T_{ai}}{T_{ao}-T_{wo}} \qquad (1)$$

เมื่อ η_c คือ ค่าประสิทธิภาพอิ่มตัวของระบบทำความเย็น
T_{ao} คือ อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม, C
T_{wo} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศแวดล้อม, C
T_{ai} คือ อุณหภูมิของอากาศภายในระบบ, C

ระบบโซลาร์เซลล์ที่ใช้เป็นระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์และพัดลมที่ใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ซึ่งเป็นระบบที่ต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่อตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ไปยังปั๊มน้ำและพัดลมโดยแยกจากกันเป็น 2 ชุด การทำงานของระบบทั้งสองจะขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์และจะสอดคล้องกับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ คือ เมื่อค่าความเข้มรังแสงอาทิตย์มีค่าสูง จะส่งผลทำให้อุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าสูงขึ้น ขณะเดียวกันระบบโซล่าร์เซลล์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำให้ปั๊มน้ำและพัดลมสามารถทำงานได้ดี ส่งผลทำให้ระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟมีสมรรถนะการทำงานสูงขึ้น การหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบโซลาร์เซลล์รายละเอียดดังนี้

ก. ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ คืออัตราส่วนของพลังงานไฮดรอลิกส์ในการสูบน้ำต่อแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์

$$\eta_p = \frac{\rho g H Q}{G A} \qquad (2)$$

เมื่อ η_p คือ ค่าประสิทธิภาพอิ่มตัวของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์
ρ คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำ (1000 kg/m^3)
g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (9.8 m/s^2)

Q คือ ค่าอัตราการไหลของน้ำ, m^3/s

G คือ ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์, W/m^2

A คือ พื้นที่ผิวของโซลาร์เซลล์, m^2

ข. ประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์ที่จ่ายไฟให้แก่พัดลม คืออัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ต่อแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์

$$\eta_{PV} = \frac{I_p V_p}{GA} \qquad (3)$$

เมื่อ η_{PV} คือ ค่าประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์

I_p คือ ค่ากระแสไฟฟ้า, A

V_p คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า, V

วิธีดำเนินการในงานวิจัยนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยอุโมงค์ทดสอบขนาด 32x38x100 เซนติเมตร^3 ทำจากแผ่นพลาสติกหนา 3 มิลลิเมตร ปลายอุโมงค์ด้านหนึ่งทำการติดแผ่นทำความเย็น (Cooling Pad) ชนิดเซลลูโลส ขนาด 33x35 เซนติเมตร^2 และหนา 4 เซนติเมตร ปลายอีกด้านหนึ่งติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงใช้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลท์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 27 เซนติเมตร พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงจะต่อตรงกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 40 W จำนวน 1 แผง ส่วนของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์เป็นปั๊มน้ำแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 1 เครื่อง ขนาด 12 โวลท์ 3 แอมแปร์ อัตราการสูบน้ำสูงสุดเท่ากับ 1100 แกลลอนต่อชั่วโมง และทำการต่อวงจรกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 40 W จำนวน 1 แผง ในการสูบน้ำใช้ท่อพีวีซีต่อเพื่อปั๊มน้ำไปตามท่อ และพ่นน้ำผ่านรูเจาะให้น้ำไหลทั่วแผ่นทำความเย็น จากนั้นน้ำที่พ่นจะไหลลงสู่ด้านล่างแผ่นทำความเย็น และไหลสู่ถังเก็บน้ำ จากนั้นจะทำการปั๊มน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อพ่นผ่านแผ่นทำความเย็นโดยมีการไหลเวียนตลอดเวลา แสดงดังรูปที่ 1

ก. อโมงค์ที่ใช้ทดลองและพัด

ข. แผงโซลาร์

ค. แผ่นทำความเย็นและระบบ

ง. ปั๊ม

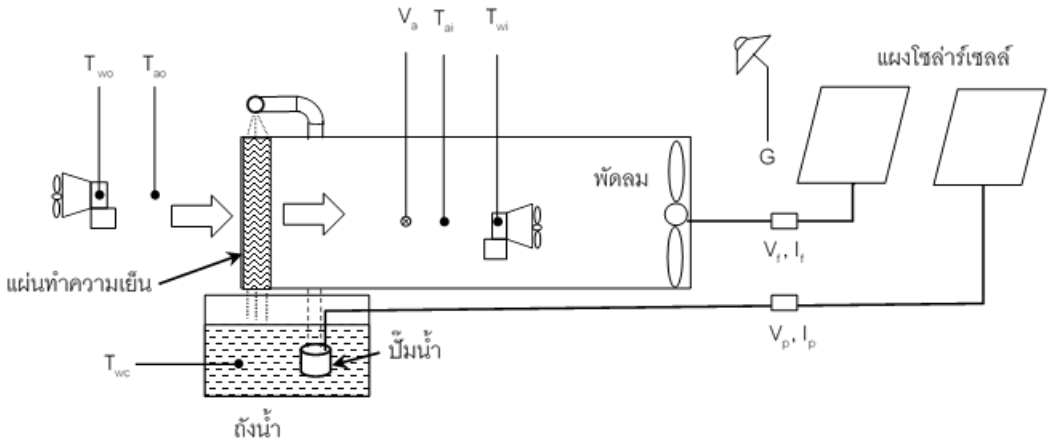
จ. เครื่องวัด

ฉ. เครื่องวัดอัตราการ

ช. ตัวต้านทาน

รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขณะทำการทดลองทำการวัดค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ด้วยไพรานอมิเตอร์ ของ Kipp&Zonen รุ่น CMP 3 โดยวางเอียงในระนาบเดียวกับแผงโซลาร์เซลล์ และทำการวัดอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิกระเปาะเปียก ความเร็วลม ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และอัตราการไหลของน้ำ โดยทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 10 นาที แสดงรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดดังรูปที่ 2

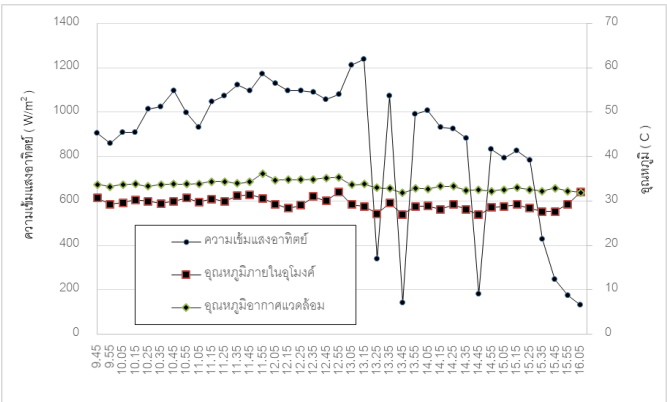


รูปที่ 2 รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดของทดสอบระบบ

ผลการศึกษา

ก. ผลการลดอุณหภูมิที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ของวันที่ทำการทดสอบ

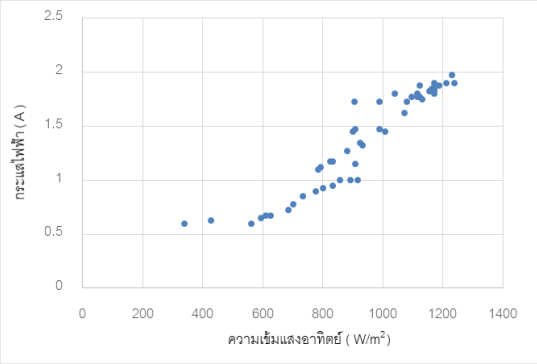
ผลการนำข้อมูลรายวัน เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงอาทิตย์ กับค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศภายในอุโมงค์ที่ทำการทดสอบ ได้ผลแสดงดังรูปที่ 3 จากภาพจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมตัวอุโมงค์ทำการทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.4 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอุโมงมีค่าเท่ากับ 29.8 องศาเซลเซียส หรือระบบสามารถลดอุณหภูมิได้เฉลี่ยเท่ากับ 4.6 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ และภายในอุโมงที่เวลาต่าง ๆ

ข. ผลการทดสอบระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์

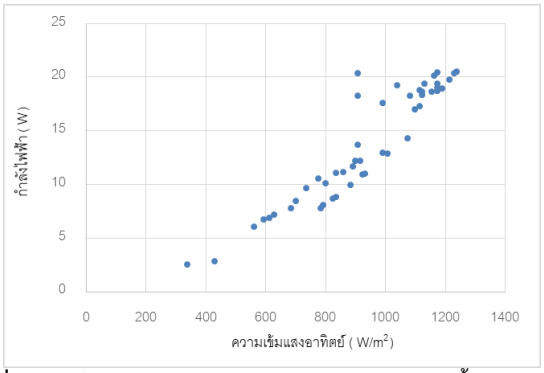
ระบบโซลาร์เซลล์ที่นำมาใช้ร่วมกับระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟนี้ มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ และระบบจ่ายไฟให้แก่พัดลมไฟฟ้ากระแสตรง ในส่วนของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์เมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่ได้ จะได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์จ่ายให้แก่ปั๊มน้ำจะมีค่าแปรผันตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์ แสดงดังรูปที่ 4 โดยแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 2 แอมแปร์



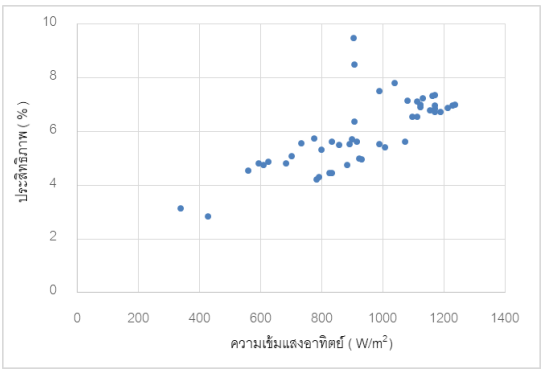
รูปที่ 4 กระแสไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบสูบน้ำโซลาร์เซลล์

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์เทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้ จะได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์จ่ายให้แก่ปั๊มน้ำจะมีค่าแปรผันตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์ แสดงดังรูปที่ 5 โดยแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ปั๊มน้ำได้สูงสุดประมาณ 20 วัตต์

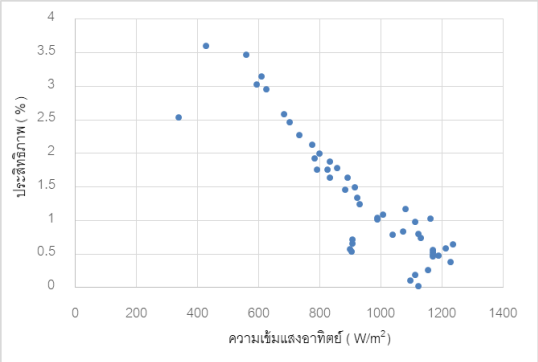
การพิจารณาในเชิงประสิทธิภาพการทำงานของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์จะได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์ โดยระบบจะมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8 เปอร์เซนต์ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 6 และเมื่อพิจารณากำลังไฮดรอลิก เพื่อหาประสิทธิภาพรวมของระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์จะได้ว่าประสิทธิภาพรวมของระบบสูบน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 3.5 เปอร์เซนต์ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 กำลังไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบสูบน้ำโซลาร์เซลล์



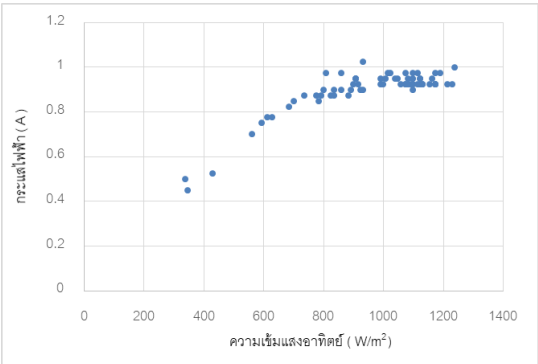
รูปที่ 6 ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบสูบน้ำโซลาร์เซลล์



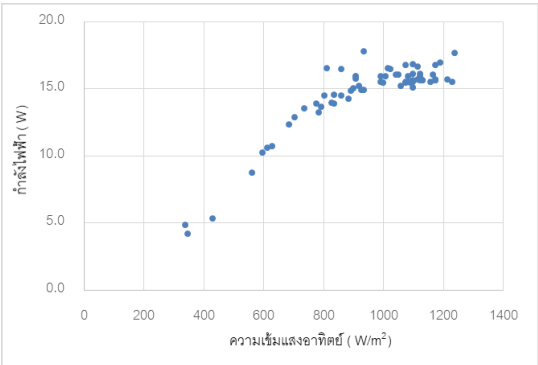
รูปที่ 7 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำโซลาร์เซลล์กับความเข้มแสงอาทิตย์

ค. ผลการทดสอบระบบจ่ายไฟแก่พัดลม

ส่วนของระบบจ่ายไฟแก่พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโซลาร์เซลล์ เป็นระบบต่อตรงระหว่างแผงโซลาร์เซลล์ กับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่ได้ จะได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์จ่ายให้แก่พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงจะมีค่าแปรผันตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์ จนกระทั่งความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์มีค่ามากกว่า 800 วัตต์ต่อตารางเมตร จะมีค่ากระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ แสดงดังรูปที่ 8 โดยแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 1 แอมแปร์ และการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์ จะมีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสไฟฟ้า แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 9 โดยแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 17 วัตต์

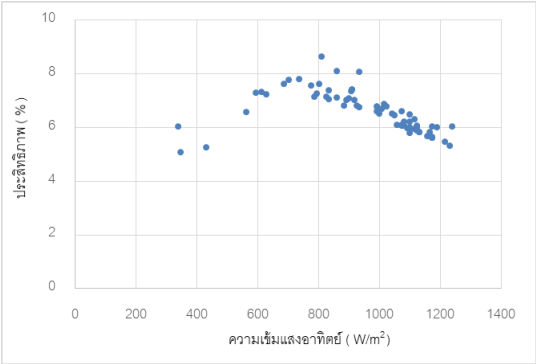


รูปที่ 8 กระแสไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบจ่ายไฟฟ้าแก่พัดลม



รูปที่ 9 กำลังไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบจ่ายไฟฟ้าแก่พัดลม

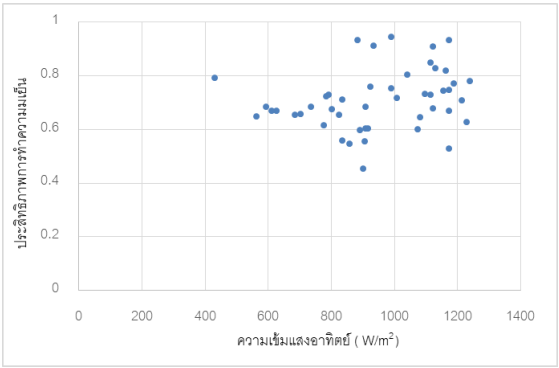
การพิจารณาในเชิงประสิทธิภาพการทำงานของระบบจ่ายไฟแก่พัดลมไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโซลาร์เซลล์จะได้ว่าประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยระบบมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 800 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยระบบจะมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8.5 เปอร์เซนต์ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้ากับความเข้มแสงอาทิตย์ของระบบจ่ายไฟฟ้าแก่พัดลม

ค. ผลการหาค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบ

ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ จะแสดงในรูปของประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturating Efficiency) ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบต่ออุณหภูมิที่ลดได้สูงสุด ผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบเทียบกับค่าความเข้มแสงอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 11 จะได้ว่าระบบมีประสิทธิภาพการทำความเย็นอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.95



รูปที่ 11 ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบที่ความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ

อภิปรายการศึกษา

จากการทดลอง จะได้ว่า ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์มีค่ามากกว่า 800 วัตต์ต่อตารางเมตร ระบบโซลาร์เซลล์ที่จ่ายไฟแก่พัดลมจะมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8.5 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะได้ว่าระบบพัดลมที่ใช้มีค่าเหมาะสมดีแล้ว ส่วนประสิทธิภาพรวมของระบบสูบน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 3.5 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะเกิดจากการออกแบบใช้แผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าต่ำกว่าขนาดกำลังไฟฟ้าของมอชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำ ส่งผลให้เมื่อความเข้มแสงอาทิตย์สูงขึ้นแต่ระบบสูบน้ำทำงานได้เท่าเดิม ผลการหาค่าประสิทธิภาพอิ่มตัวของระบบอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.95 ระบบใช้กำลังไฟฟ้ารวมสูงสุดประมาณ 34 วัตต์ สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้เฉลี่ยประมาณ 4.6 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้โดยใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ ซึ่งถ้าต้องการลดอุณหภูมิอากาศลงอีกสามารถทำได้โดยการต่ออนุกรมแผ่นทำความเย็นแบบอีวาโพเรทีฟ แต่ประสิทธิภาพการทำความเย็นของส่วนที่นำมาต่ออนุกรมอาจมีค่าลดต่ำลงเนื่องจากอากาศที่ไหลผ่านแผ่นทำความเย็นส่วนแรกถึงจะมีอุณหภูมิต่ำลง แต่ก็จะทำให้อากาศนั้นมีความชื้นสูงขึ้นซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำความ

เย็นของแผ่นทำความเย็นที่อยู่ถัดไป ดังนั้นจึงควรนำระบบลดอุณหภูมิแบบอีวาโพเรทีฟร่วมกับโซลาร์เซลล์ เพื่อใช้สำหรับการปลูกพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำและความชื้นสูง เช่น เห็ดประเภทต่าง ๆ จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูงขึ้นขณะที่ต้นทุนการผลิตต่ำ

สรุปผลการศึกษา

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศแวดล้อมอุโมงค์ที่ทำการทดสอบเท่ากับ 34.4 องศาเซลเซียส จะมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอุโมงมีค่าเท่ากับ 29.8 องศาเซลเซียส หรือระบบทำความเย็นสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้เฉลี่ยเท่ากับ 4.6 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ จะได้ว่า แผงโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 2 แอมแปร์ และจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ปั๊มน้ำได้สูงสุดประมาณ 20 วัตต์ ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8 เปอร์เซนต์ และประสิทธิภาพรวมของระบบสูบน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 3.5 เปอร์เซนต์ ผลการทดสอบระบบจ่ายไฟแก่พัดลม จะได้ว่า ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์มีค่ามากกว่า 800 วัตต์ต่อตารางเมตร จะมีค่ากระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ประมาณ 1 แอมแปร์ แผงโซลาร์เซลล์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 17 วัตต์ ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เท่ากับ 800 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยระบบจะมีประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 8.5 เปอร์เซนต์ ผลการหาค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.95

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ นายพลพิพัฒน์ หนูเมืองธำรง ที่ช่วยเหลือในการเก็บบันทึกข้อมูลการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (มปป.). เทคโนโนยีเซลล์แสงอาทิตย์ . สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นจาก http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm

Ahmed, E.M., O. baas, M. Ahmed and M.R. Ismail. (2011). Performance evaluation of three different types of local evaporative cooling pads in greenhouse in Sudan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18, 45-51,.

Correa, T.P., S.I.Seleme Jr. and S.R.Silva, (2012). Efficiency optimization in stand-alone photovoltaic pumping system. *Renewable Energy*, 41, 220-226.

Jaber S. and A.W.Ezzat, (2017), Investigation of energy recovery with exhaust air evaporative cooling in ventilation system, *Energy and Buildings*, 139, 439-448.

Kabeel, A.E., Mohamed Abdelgaied and Emad M.S. Bl-Said, (2017), Study of a solar-driven membrane distillation system: Evaporative cooling effect on performance enhancement. *Renewable Energy*, 106, 192-200.

Kou,Q., S.A.Klien and W.A.Beckman, (1998). A method for estimating the long term performance of direct-coupled PV pumping systems. *Solar Energy*, 64, 33-40,.

Lucas,M., J. Ruiz, F.J.Aquilar, C.G.Cutillas, A.A.Kaiser and P.G.Vicente, (2019). Experimental study of a modified evaporative photovoltaic chimney including water sliding, *Renewable Energy*,134, 161-168.

การศึกษาแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น

เสาวนีย์ เหลืองอร่าม* จริญญา ดีรัตน์ ชวัลรัตน์ หงษ์ทอง และ ณัชรดา มหาวนา

The Study of Pulling Force of Double Layers Elastic Band

Saowanee Luangaram*, Jarinya Deerat, Chawanrat Hongthong and Natrada Mahawana

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail : saowaneel@nu.ac.th

บทคัดย่อ

แผ่นยางยืดเป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูและการส่งเสริมสุขภาพ สามารถเพิ่มความแข็งแรงและการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ แผ่นยางยืดมีหลายสีซึ่งให้แรงต้านที่แตกต่างกันไปตามสีของแผ่นยางยืดและราคาแพงขึ้นตามแรงต้าน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงระหว่างแผ่นยางยืดชั้นเดียวกับแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น โดยใช้แผ่นยางยืดยี่ห้อ Thera-Band™ (สีเหลือง สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ) วัดแรงดึงที่แผ่นยางยืดยาวออก 25, 50, 75, 100 และ 125% ของความยาวเริ่มต้น ซึ่งกำหนดไว้ที่ 50 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่า แผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นของแต่ละสี ให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่าของชั้นเดียว และเมื่อเปรียบเทียบแรงดึงของแผ่นยางยืดระหว่างหนึ่งชั้นและสองชั้นด้วยสถิติ one-way ANOVA โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ พบว่าแผ่นยางยืดสีเหลืองสองชั้นให้ค่าแรงดึงใกล้เคียงกับแรงดึงของแผ่นยางยืดสีน้ำเงินหนึ่งชั้น แผ่นยางยืดสีแดงสองชั้นให้ค่าแรงดึงใกล้เคียงกับแรงดึงของแผ่นยางยืดสีดำหนึ่งชั้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าค่าแรงดึงของแผ่นยางยืดสีเขียวสองชั้นให้ผลใกล้เคียงกับแผ่นยางยืดสีน้ำเงินสองชั้น ดังนั้นอาจแนะนำให้ผู้ใช้เลือกซื้อแผ่นยางยืดอย่างน้อย 3 สี (สีเหลือง สีแดง และสีเขียว) หากต้องการเพิ่มแรงต้านของแผ่นยางยืด ผู้ใช้สามารถนำมาพับซ้อนกันสองชั้นได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อแผ่นยางยืดให้ครบทุกสี

คำสำคัญ: การส่งเสริมสุขภาพ การออกกำลังกาย แผ่นยางยืด แรงดึง แรงต้านทาน

Abstract

The elastic band is a common resistance exercise tool in health promotion and rehabilitation. It has been proven to increases muscle strength and mobility. The resistance provided by elastic bands is depend on its color and the price is more expensive in the higher resistance levels. The purpose of this study was to compare the pulling force between one-layer and double-layer folding elastic bands. The pulling forces of the Thera-Band™ elastic band (yellow, red, green, blue and black) were measured at 25, 50, 75, 100 and 125% elongation form the 50 cm original length. The results showed that the pulling forces of double-layer folding elastic band were approximately two fold greater than one-layer elastic band in each color. The comparison of pulling forces between one-layer and double-layer folding elastic band were analysed using one-way ANOVA. The level of statistical significance was set at $p<0.05$. No significant differences were observed between the yellow and red double-layer folding elastic bands and the blue and black one-layer elastic bands, respectively. Moreover, it also found that the pulling force did not significantly difference between the green and blue double-layer folding elastic bands. Therefore, results of this study suggest that the users should obtain the elastic bands at least three colors (i.e., yellow, red and green). In application, to increase the resistance force of the elastic band, the users can fold it into double layers. This method may help to save a cost of purchasing the full color sets of elastic bands.

Keywords: health promotion, exercise, elastic band, pulling force, resistance

บทนำ

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน (resistance training) เป็นการออกกำลังกายโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมีการปรับตัวและเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมี guideline ของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านสำหรับคนทั่วไป เด็ก ผู้สูงอายุ รวมถึงผู้ป่วย ให้ได้เลือกฝึกตามความเหมาะสม (Ratamess, 2012) แต่การออกกำลังกายโดยใช้เครื่องออกกำลังกายที่มีราคาแพงอาจเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งที่ทำให้การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านไม่ได้รับความนิยมเหมือนกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

แผ่นยางยืด (elastic band) เป็นอุปกรณ์สำหรับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูและการส่งเสริมสุขภาพ (Colado, et al., 2010; Zion, et al., 2003) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า home-base resistance training program ด้วยการใช้แผ่นยางยืด สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Martins et al., 2013; Mikesky, et al., 1994) ซึ่งแผ่นยางยืดเป็นอุปกรณ์ให้แรงต้านขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาสะดวก ใช้ง่าย และไม่ยุ่งยากเหมือนกับการใช้เครื่องออกกำลังกายหรืออุปกรณ์ยกน้ำหนักอื่น ๆ นอกจากนั้นแผ่นยางยืดยังมีแรงต้านหลายระดับให้เลือกใช้ ตั้งแต่ความหนักระดับต่ำ ปานกลางไปจนถึงระดับสูง (Andersen et al., 2010; Colado, & Triplett, 2008; Mikesky et al., 1994)

ถึงแม้ว่าแผ่นยางยืดมีราคาไม่แพงมาก แต่หากต้องการเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกายขึ้นเรื่อย ๆ ต้องซื้อแผ่นยางยืดหลายสี เนื่องจากแต่ละสีจะให้แรงต้านที่ไม่เท่ากัน เช่น สีเหลือง 1.3 กิโลกรัม สีแดง 1.7 กิโลกรัม สีเขียว 2.1 กิโลกรัม สีน้ำเงิน 2.6 กิโลกรัม และสีดำ 3.3 กิโลกรัม และยังมีราคาสูงขึ้นตามแรงต้านที่มากขึ้น (Thera-Band, 2012) ซึ่งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองหากต้องใช้หลายสี สำหรับในประเทศไทยได้มีการประยุกต์นำยางวงซึ่งมีราคาถูกมาร้อยต่อกันเพื่อใช้แทนแผ่นยางยืดและพบว่ามีประสิทธิภาพดี (เจริญ, 2540) แต่ยางยืดที่ประยุกต์ขึ้นมานี้ยังมีจุดด้อยหลายอย่าง เช่น มีความยืดหยุ่น ความต้านทานต่อแรงดึง การยืดตัว การคืนตัว และความทนทานต่อการฉีกขาดน้อยกว่าแผ่นยางยืดที่ทำมาจากยางดิบธรรมชาติ ซึ่งให้คุณสมบัติเชิงกลที่ดีกว่า จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น เพื่อเป็นข้อมูลนำมาเปรียบเทียบกับแรงดึงในแผ่นยางยืดปกติชั้นเดียว หากแผ่นที่พับซ้อนกันสองชั้นให้แรงดึงที่มากขึ้น อาจจะไม่จำเป็นต้องซื้อแผ่นยางยืดทุกสีเพื่อใช้ในการออกกำลังกาย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. แผ่นยางยืดสำหรับออกกำลังกายยี่ห้อ Thera-Band™ สีเหลือง สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ ขนาดความกว้าง 15 เซนติเมตร และความยาว 1.50 เมตร
2. เครื่องดึงกระดูกสันส่วนคอ (cervical traction รุ่น Eltrac 471 บริษัท Enraf-Nonius Medical Equipment Company ประเทศเนเธอร์แลนด์)
3. เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทสำหรับวัดอุณหภูมิห้อง เพื่อควบคุมอุณหภูมิห้องให้คงที่
4. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง (Portable Electronic Scale รุ่น YJ-601 บริษัท Yingjie ประเทศจีน) ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 50 กิโลกรัม มีค่าความแม่นยำ (accuracy) ที่ทดสอบจากโรงงาน เท่ากับ 0-10 กิโลกรัม มีค่าความคาดเคลื่อน (error) ที่ช่วง 0-10 กิโลกรัม เท่ากับ 5 กรัม และที่ช่วง 10-50 กิโลกรัม มีค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 10 กรัม
5. อุปกรณ์สำหรับยึดปลายแผ่นยางยืดเข้ากับเครื่องดึงกระดูกสันส่วนคอและเครื่องชั่งน้ำหนัก
6. ตารางบันทึกผลการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เตรียมห้องทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25±2 องศาเซลเซียส

2. นำแผ่นยางยืดมาห้อยในแนวดิ่ง โดยยึดปลายด้านบนกับเครื่องชั่งน้ำหนักที่แขวนไว้กับเครื่องดึงกระดูกสันส่วนคอ ส่วนปลายด้านล่างยึดกับฐานล่างของเครื่องดึงกระดูกสันหลังส่วนคอ โดยกำหนดให้แผ่นยางยืดมีความยาวเริ่มต้น 50 เซนติเมตร

3. ใช้เครื่องดึงกระดูกสันส่วนคอดึงแผ่นยางยืดด้วยอัตราเร็วคงที่ จนแผ่นยางยืดยืดยาวออก 25, 50, 75, 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของความยาวเดิม (% elongation) แล้วบันทึกน้ำหนักที่ดึงแผ่นยางยืด (กิโลกรัม) ที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ตามลำดับและทำการทดลองซ้ำอีก 30 ครั้งโดยพัก 1 นาที ระหว่างการดึงแต่ละครั้ง

4. พับแผ่นยางยืดซ้อนกันเป็น 2 ชั้น แล้วทำการทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 2 และ 3

5. ทำการทดลองตามขั้นตอนข้างต้นโดยใช้แผ่นยางยืดสีเหลือง สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลน้ำหนักแรงดึงจะถูกแสดงในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงดึงระหว่างแผ่นยางยืดชั้นเดียวกับแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นด้วยสถิติ one-way ANOVA โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

ผลการศึกษา

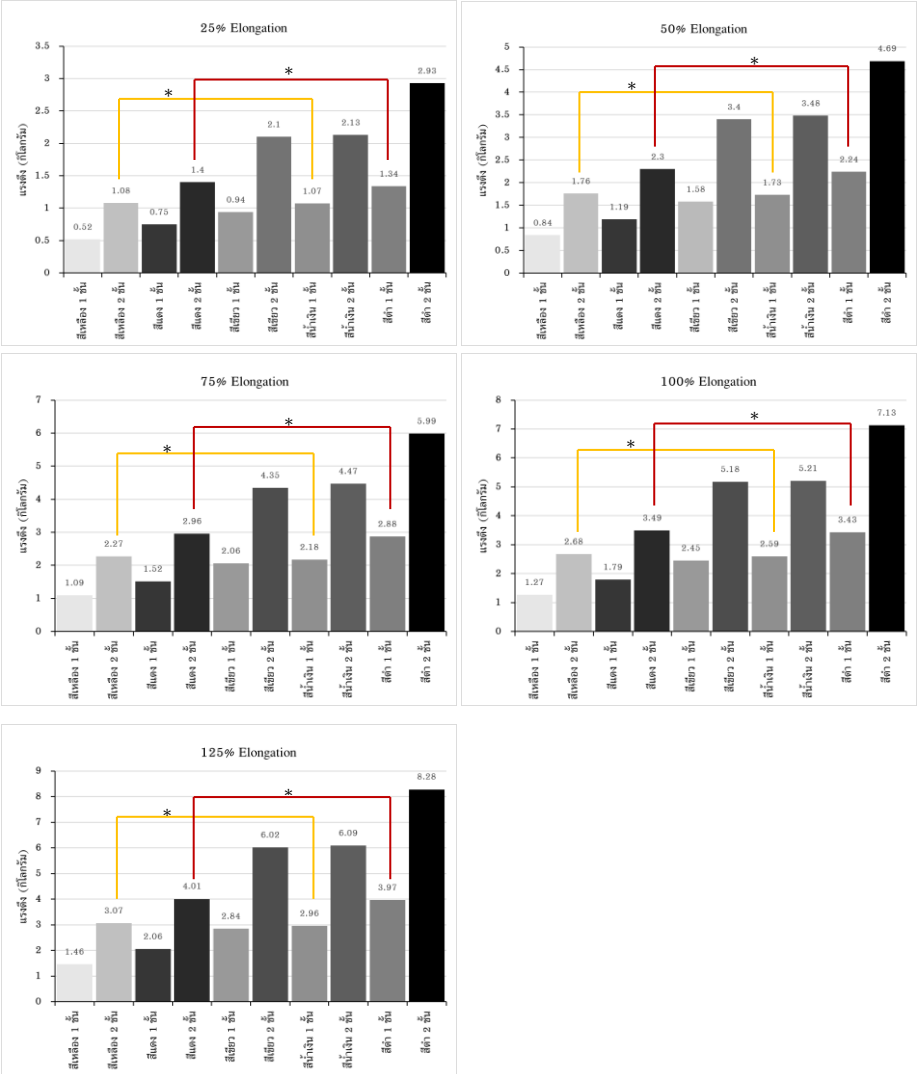
ผลการทดลองพบว่าแผ่นยางยืดมีแรงดึงเพิ่มขึ้นตามความยาวที่ถูกยืดออก (% elongation) และการพับซ้อนกันสองชั้นของแผ่นยางยืดในแต่ละสีนั้นให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่าของชั้นเดียว ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงดึงที่ความยาวต่าง ๆ (25%, 50%, 75%, 100% และ 125% elonngation) ของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นกับชั้นเดียวในแต่ละสี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสีอื่นที่มีความยาวเดียวกันนั้น พบว่าแผ่นยางยืดสีเหลืองที่พับซ้อนกันสองชั้นมีค่าแรงดึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นยางยืดชั้นเดียวสีน้ำเงิน ($p>0.05$) เช่นเดียวกับแผ่นยางยืดสีแดงสองชั้นที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแผ่นยางยืดสีดำชั้นเดียว ($p>0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าแรงดึงของแผ่นยางยืดชั้นเดียว (mean ± SD)

%Elongation	แรงดึง (กิโลกรัม)				
	สีเหลือง	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน	สีดำ
25%	0.52 ± 0.02	0.75 ± 0.03	0.94 ± 0.04	1.07 ± 0.03	1.34 ± 0.05
50%	0.84 ± 0.02	1.19 ± 0.02	1.58 ± 0.04	1.73 ± 0.03	2.24 ± 0.05
75%	1.09 ± 0.02	1.52 ± 0.02	2.06 ± 0.04	2.18 ± 0.02	2.88 ± 0.04
100%	1.27 ± 0.02	1.79 ± 0.02	2.45 ± 0.03	2.59 ± 0.02	3.43 ± 0.03
125%	1.46 ± 0.02	2.06 ± 0.01	2.84 ± 0.02	2.96 ± 0.02	3.97 ± 0.02

ตารางที่ 2 แสดงค่าแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น (mean ± SD)

%Elongation	แรงดึง (กิโลกรัม)				
	สีเหลือง	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน	สีดำ
25%	1.08 ± 0.06	1.40 ± 0.04	2.10 ± 0.04	2.13 ± 0.04	2.93 ± 0.16
50%	1.76 ± 0.03	2.30 ± 0.03	3.40 ± 0.03	3.48 ± 0.03	4.69 ± 0.15
75%	2.27 ± 0.03	2.96 ± 0.03	4.35 ± 0.03	4.47 ± 0.09	5.99 ± 0.15
100%	2.68 ± 0.03	3.49 ± 0.03	5.18 ± 0.03	5.21 ± 0.37	7.13 ± 0.12
125%	3.07 ± 0.03	4.01 ± 0.02	6.02 ± 0.03	6.09 ± 0.04	8.28 ± 0.09



รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงดึงของแผ่นยางยืดชั้นเดียวและพับซ้อนกันสองชั้นที่ความยาวต่าง ๆ
* แสดงคู่ข้อมูลระหว่างแผ่นยางยืดชั้นเดียวและสองชั้นที่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงระหว่างแผ่นยางยืดชั้นเดียวกับแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้น เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกซื้อแผ่นยางยืดเพื่อใช้ในการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน โดยพบว่าแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นของสีเหลือง สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ ให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่าของแรงดึงในแผ่นยางยืดชั้นเดียว ค่าแรงดึงของแผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นของสีเหลืองและแดง ให้ค่าแรงดึงใกล้เคียงกับแผ่นยางยืดชั้นเดียวของสีน้ำเงินและสีดำ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับหลักทางฟิสิกส์กลศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่ของสปริง สำหรับสปริงตัวเดียว แรงของสปริงจะแปรผันกับระยะที่ยืดออก และหากดึงสปริงสองตัวแบบขนานค่าแรงดึงสปริงจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (ธีระพันธุ์, 2547) เมื่อพิจารณาค่าแรงดึงที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบกับค่าแรงดึงที่ระบุมาจากบริษัท Thera-Band™ พบว่าค่าแรงดึงแตกต่างกันเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของเครื่องมือวัดแรงดึง ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวัดแรงดึงแผ่นยางยืดอย่างง่าย ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักกระเป๋าเดินทางแบบสปริงและเครื่องดึงกระดูกสันหลังส่วนคอเพื่อให้ได้แรงดึงในอัตราเร็วที่สม่ำเสมอ และใช้ความยาวเริ่มต้นที่ 50 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าที่ทางบริษัท Thera-Band™ ทดสอบ (Thera-Band, 2012) เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องความสูงของเครื่องดึงกระดูกสันหลังส่วนคอ แต่จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าความกว้างเท่าช่วงไหล่ในอาสาสมัครเพศชาย มีค่าเฉลี่ย

มากสุดและต่ำสุดเท่ากับ 40.5 และ 38.0 เซนติเมตร ตามลำดับ อาสาสมัครเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.0 และ 34.5 เซนติเมตร ตามลำดับ (Caruso, et al., 2006) ดังนั้นความยาวที่เริ่มต้นที่ 50 เซนติเมตร จึงน่าจะเพียงพอสำหรับใช้เป็นความยาวเริ่มต้นในการออกกำลังกายของร่างกายช่วงบนได้ (Lidegaard et al., 2013) จากข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษานี้อาจจะแนะนำให้ผู้ออกกำลังกายด้วยแผ่นยางยืดที่มีงบประมาณจำกัด จัดซื้อแผ่นยางยืด 3 สี คือ สีเหลือง สีแดง และสีเขียวมาประยุกต์ใช้งานก่อน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และหากต้องการแรงต้านเพิ่มขึ้นให้นำแผ่นยางยืดมาพับซ้อนกันสองชั้นก่อนใช้ แต่การศึกษานี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความยาวของแผ่นยางยืดและระยะความสูงของเครื่องดึงหลังที่ใช้สำหรับดึงแผ่นยางยืด ที่ไม่สามารถทดสอบในช่วงที่ยาวกว่า 50 เซนติเมตรได้ ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้กับการออกกำลังกายในท่าที่มีช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกายสั้น ๆ ไม่เกิน 50 เซนติเมตรเท่านั้น ซึ่งหากต้องการออกกำลังในช่วงกว้าง อาจจำเป็นต้องซื้อแผ่นยางยืดที่มีขนาดยาวขึ้นและปรับระยะการจับแผ่นยางยืดให้เหมาะสม

สรุปผลการศึกษา

แผ่นยางยืดที่พับซ้อนกันสองชั้นให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นประมาณหนึ่งเท่าของแรงดึงในแผ่นยางยืดชั้นเดียว ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการเพิ่มแรงต้านสำหรับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ และหากจำเป็นต้องเลือกซื้อแผ่นยางยืดบางสี แนะนำให้เลือกซื้อสีเหลือง สีแดง และสีเขียว ซึ่งสามารถให้แรงต้านได้ใกล้เคียงกับแผ่นยางยืดสีน้ำเงินและสีดำ เมื่อพับซ้อนกันสองชั้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชากายภาพบำบัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการเก็บข้อมูล และคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เจริญ กระบวนรัตน์. (2540). ยางยืดพิชิตโรค. กรุงเทพฯ: แกรนสปอร์ต กรุ๊ป.

ธีระพันธุ์ สันติเทวกุล. (2547) กลศาสตร์. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.

Andersen, L. L., Andersen, C. H., Mortensen, O. S., Poulsen, O. M., Bjornlund, I. B., & Zebis, M. K. (2010). Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Physical Therapy*, 90(4), 538-549.

Caruso, J. F., Hernandez, D. A., Porter, A., Schweikert, T., Saito, K., Cho, M., et al. (2006). Integrated electromyography and performance outcomes to inertial resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 151-156.

Colado, J. C., Garcia-Masso, X., Pellicer, M., Alakhdar, Y., Benavent, J., & Cabeza-Ruiz, R. (2010). A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 810-817.

Colado, J. C., & Triplett, N. T. (2008). Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *International Journal of Sports Medicine*, 22(5), 1441-1448.

Lidegaard, M., Jensen, R. B., Andersen, C. H., Zebis, M. K., Colado, J. C., Wang, Y., et al. (2013). Effect of brief daily resistance training on occupational neck/shoulder muscle activity in office workers with chronic pain: randomized controlled trial. *BioMed Research International*, 2013, 1-11.

Martins, W. R., de Oliveira, R. J., Carvalho, R. S., de Oliveira Damasceno, V., da Silva, V. Z., & Silva, M. S. (2013). Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 57(1), 8-15.

Mikesky, A. E., Topp, R., Wigglesworth, J. K., Harsha, D. M., & Edwards, J. E. (1994). Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(4), 316-320.

Ratamess, N. A. (2012). ACSM's foundations of strength training and conditioning Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

Thera-Band. (2012). Resistance band & tubing instruction manual. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2562, จาก https://tbdev.performancehealthdev.com/media/theraband/instructions/Resistance_Band-Tubing_Instruction_Manual(1).pdf

Zion, A. S., De Meersman, R., Diamond, B. E., & Bloomfield, D. M. (2003). A home-based resistance-training program using elastic bands for elderly patients with orthostatic hypotension. *Clinical Autonomic Research*, 13(4), 286-292.

การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร

ชนิดาภา เจริญทรัพย์ ปริญดา เพ็ญโรจน์* และสุเชษฐ์ สมุหเสนีโต

Food consumption behavior survey of the elderly for develop of meal replacement drink

Chanidapa Charoensup, Parinda Penroj* and Suched Samuhasaneetoo

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม 73000
Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Slipakorn University, Nakhon Pathom 73000
*Corresponding author. E-mail: ppenroj@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ ผลสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ จำนวน 127คน พบว่าผู้สูงอายุรับประทานอาหารไม่ครบ 3 มื้อ ส่วนใหญ่ไม่รับประทานอาหารมื้อกลางวัน ดื่มเครื่องดื่มประเภทชา กาแฟ ทดแทนอาหารในมื้อนั้น และต้องการผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารแบบพร้อมดื่ม กลืนได้ทันที มีสรรพคุณบำรุงกระดูกและบำรุงระบบขับถ่าย เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทางการค้าได้แก่ Ensure, Prosure, Mutera มาวัดสมบัติด้านต่างๆ พบว่า ผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 3 ยี่ห้อมีค่าสี L*a*b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) มีค่า pH ในช่วง 6.5-7.1 มีพฤติกรรมการไหลแบบ pseudoplastic ความหนืดปรากฏของยี่ห้อ Mutera, Prosure, Ensure ที่ Shear rate 34.2 s^{-1} มีค่า 29.6 mPa.s, 11.5 mPa.s และ 5 mPa.s ตามลำดับ จากการวิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic scale ร่วมกับ Just about right(JAR) พบว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 3 ยี่ห้อ ได้รับคะแนนความชอบทุกด้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$) จึงนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Principal Component Analysis(PCA) พบว่าความหวาน ความมัน ความข้นหนืด สี อยู่ในองค์ประกอบหลักเดียวกันกับความชอบโดยรวม และลักษณะดังกล่าวมีค่า Total penalty สูงกว่า 0.25 ซึ่งอาจนำมาพิจารณาปรับปรุง จึงนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร การสำรวจผู้บริโภค

Abstract

This research aimed to survey the food consumption behavior of the elderly, to develop a recipe for a meal replacement drink for the elderly. Results from the survey of 127 elderly persons, showed that they don't eat 3 meals in one day. They almost drink coffee and tea instead of lunch. They would like to drink meal replacement, which is easy to swallow, good for bone and digestion. Properties 3 commercial meal replacement products, Prosure, Ensure, and Mutera, were measured. It was found that color values L*a*b* of all 3 products were significantly different ($p \leq 0.05$). They had pH in a range from 6.5 to 7.1. Their viscosity behavior was pseudoplastic. Apparent viscosities at shear rate 34.2 s^{-1} of Mutera, Prosure and Ensure had been 29.6 mPa.s, 11.5 mPa.s, and 5 mPa.s, respectively. Sensory evaluation of 3 commercial products were measured using 9-Point hedonic scale and Just about right (JAR). Their liking score of all attributes were not significantly different ($p \leq 0.05$). Result from Principal component analysis (PCA) showed that sweetness, oiliness, viscosity, and color were in the same principle component with overall liking. And those attributes have total penalty value greater than 0.25 which should be considered to improve. Therefore, this information will be used as a guideline for product development.

Keywords: Elderly, Meal replacement drink, Consumer survey

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (aging society) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 โดย 1 ใน 10 ของประชากรไทยเป็นประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป (อนันต์, 2560). ซึ่งผู้สูงอายุมักมีความต้องการพลังงานแนวโน้มลดลงตามอายุ เนื่องจากองค์ประกอบของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไป และกิจกรรมทางร่างกายลดลง ซึ่งมักจะมาพร้อมกับความอยากอาหารลดลง (Doets and Kremer, 2016) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มักจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการรับประทานอาหาร และปริมาณสารอาหาร และการดูดซึมลดลง ซึ่งอาจนำไปสู่การขาดสารอาหารและปัญหาสุขภาพต่าง ๆ (Amarya et al., 2015) ปัจจุบันเนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลา และความยุ่งยากในการจัดเตรียมอาหาร ทำให้หลายคนหันมารับประทานเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารแทน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค สามารถช่วยในการควบคุมพลังงานอาหารที่บริโภคในแต่ละวันได้ (Noakes และคณะ, 2004). ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสูตรเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุสะดวกในการรับประทานอาหาร และได้รับสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งจะทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพแข็งแรง การเจ็บป่วยลดลง และสามารถช่วยเหลือตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ และนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารสำหรับผู้สูงอายุ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ จะทำให้ทราบแนวทางการพัฒนาสูตรและสามารถเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อผู้สูงอายุได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

2.1.1 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (BSA3202S-CW Max 3200g d=0.01)

2.1.2 เครื่อง Rheometers (Physica MCR 300)

2.1.3 เครื่องวัดสี (Colorimeter, Color-View 9000)

2.1.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (บริษัท Mettler Toledo Co.Ltd)

2.1.5 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ Pocket refractometer

2.1.6 โปรแกรมวิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ SPSS ver.23 และ XLSTAT 2016

2.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.2.1 ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม และแบบสอบถาม

2.2.2 โปรแกรมทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส (SU sense Version 2013)

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ

การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ โดยใช้แบบสอบถาม มีทั้งหมด 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้ที่อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 127 คน ซึ่งเป็นบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยศิลปากร และผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.3.2 การทดสอบผลิตภัณฑ์ทางการค้า

เลือกเครื่องดื่มทางการค้า 3 ยี่ห้อ จากผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้งอายุ ที่ผู้บริโภครู้จัก

ได้แก่ Ensure, Prosure, Mutera มาศึกษาส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการที่ระบุไว้ในฉลากโภชนาการ นำตัวอย่างมาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Rheometers โดยใช้หัววัด DG 26.7 ที่ Shear rate 1-300 s^{-1}, วัดสี ด้วยเครื่องวัดสี ในหน่วย L*a*b*, วัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง, วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 point Hedonic scale ร่วมกับ Just about right(JAR) กับผู้บริโภคที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 31 คน ซึ่งเป็นบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยศิลปากร และผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.3.2.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ละลายตัวอย่างผงยี่ห้อ Ensure และ ยี่ห้อ Mutera ตามที่ระบุไว้บนฉลาก โดยผสม Ensure 1 ซอง (53.8กรัม) กับน้ำเย็น 195 มล. และผสม Mutera 1 ซอง (50กรัม) กับน้ำเย็น 200 มล. โดยการกวนด้วยเครื่องกวนแบบใช้แท่งแม่เหล็ก ยี่ห้อ Prosure รูปแบบน้ำ 1 ขวด เท่ากับ 220 มล. เทตัวอย่างปริมาณ 30 มล. ในแก้วขนาด 40 มล. เพื่อทดสอบชิม

2.3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การประเมินลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic 9-point scale ร่วมกับ JAR โดยใช้โปรแกรมทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของมหาวิทยาลัยศิลปากร (SU sense Version 2013) และใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก Principal component analysis(PCA) ด้วยโปรแกรม XLSTAT ver.2016

ผลการศึกษา

3.1 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ

จากแบบสอบถามกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 127 คนได้ข้อมูลดังนี้

ด้านข้อมูลทั่วไป

ผู้ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุในช่วง 60-65 ปี มีอาชีพเดิมคือค้าขาย รองลงมาคือ ทำงานบ้าน โดยทำอาชีพเกษตรกรรมน้อยที่สุด ส่วนใหญ่มีอาชีพปัจจุบัน คือ ทำงานบ้าน รองลงมาคืออาชีพรับจ้าง ซึ่งส่วนใหญ่มีรายได้น้อยกว่า 15,000 บาท และมีโรคประจำตัวถึงร้อยละ 54 โดยโรคประจำตัวที่เป็นมาก คือ โรคความดัน รองลงมาคือโรคเบาหวาน

ด้านพฤติกรรมผู้บริโภค

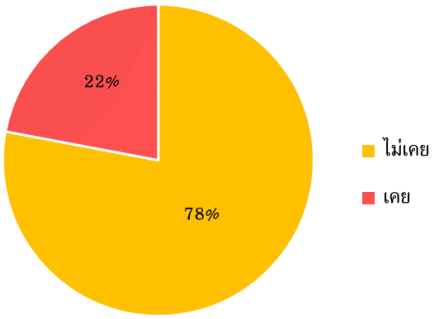
พฤติกรรรมการบริโภคอาหารของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 61 รับประทานครบทั้ง 3 มื้อ โดยมื้อที่ไม่ได้รับประทานอาหารส่วนใหญ่เป็นมื้อกลางวันและมื้อเช้า คือ ร้อยละ 47 และ 41 ตามลำดับ

เครื่องดื่มที่นิยมดื่มในมื้อที่ไม่ได้รับประทานอาหาร คือ ชา กาแฟ นิยมดื่มเครื่องดื่มธัญพืชน้อยที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ดื่มเพราะความสะดวก

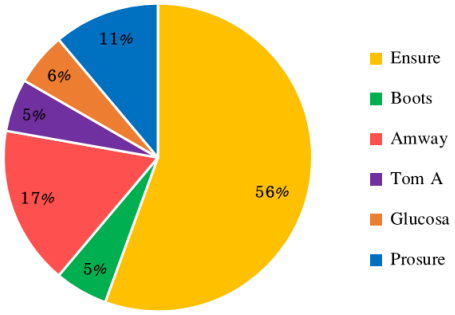
ด้านความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร ดังรูปที่ 1 ผู้ที่เคยบริโภคโดยส่วนใหญ่บริโภคยี่ห้อ Ensure ร้อยละ 56 รองลงมาคือยี่ห้อ Amway และProsure ตามลำดับ ดังรูปที่ 2 ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้ต้องการ พบว่า ส่วนใหญ่ต้องการให้อยู่ในรูปแบบพร้อมดื่ม ถึงร้อยละ 90 อยู่ในรูปแบบผงเพียงร้อยละ 9 ดังแสดงในรูปที่ 3 ผู้ทดสอบร้อยละ 57 ต้องการให้เครื่องดื่มมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่สามารถกลืนได้ทันทีมากที่สุด ดังรูปที่ 4 และมีสรรพคุณเด่น ได้แก่ บำรุงกระดูก รองลงมาคือ ช่วยในการขับถ่าย ดังรูปที่ 5

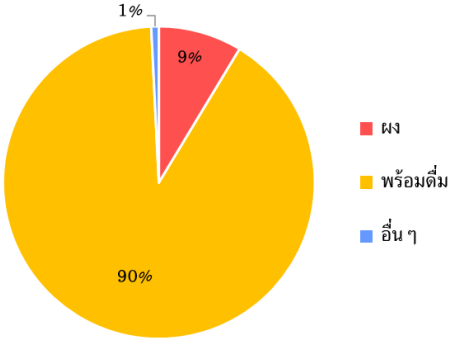
ด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ต้องการให้อยู่ในรูปแบบกล่อง UHT รองลงมาคือ รูปแบบขวดแก้ว และขวดพลาสติก ดังรูปที่ 6 โดยส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 40 ต้องการปริมาณในการบริโภคต่อครั้งที่ 201-250 มล. รองลงมาคือ 150-200 มล. ดังรูปที่ 7 และต้องการให้จำหน่ายในราคา 31-50 บาทมากที่สุด ดังรูปที่ 8



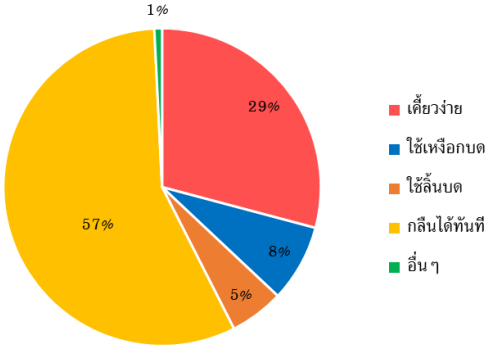
รูปที่ 1 การรับประทานผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารของผู้ทำแบบสอบถาม (ร้อยละ)



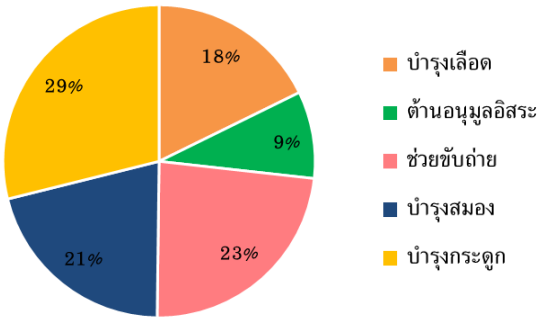
รูปที่ 2 ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร ที่ผู้ทำแบบสอบถามเคยรับประทาน(ร้อยละ)



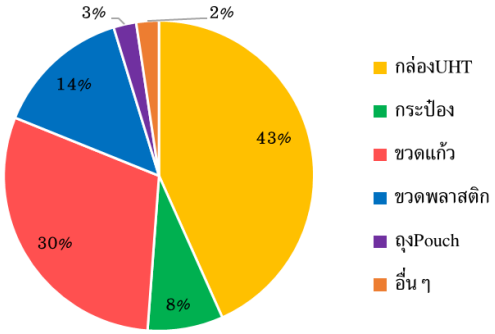
รูปที่ 3 รูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร(ร้อยละ)



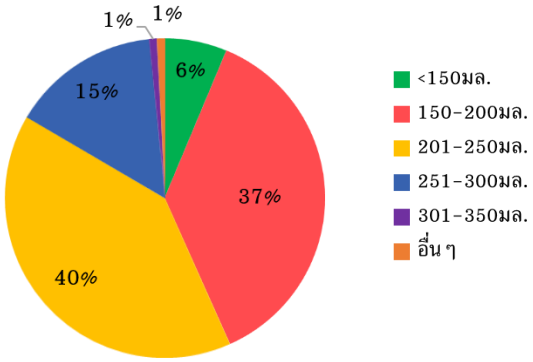
รูปที่ 4 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร



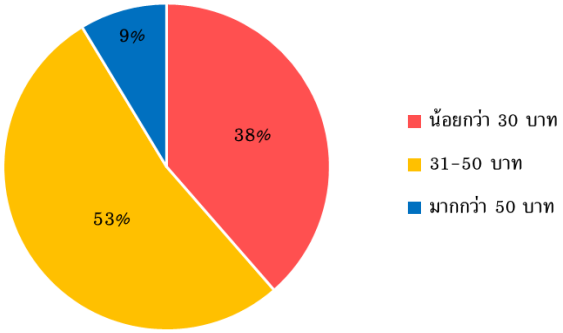
รูปที่ 5 สรรพคุณเด่นของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร ที่ผู้ทำแบบสอบถามต้องการ(ร้อยละ)



รูปที่ 6 บรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร(ร้อยละ)



รูปที่ 7 ปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารในแต่ละครั้ง(ร้อยละ)



รูปที่ 8 ราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร(ร้อยละ)

3.2 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารทางการค้า

จากการนำฉลากของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารทางการค้า 3 ยี่ห้อ คือ Prosure, Ensure และ Mutera มาพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่ายี่ห้อProsure ให้พลังงานมากที่สุด และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต วิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และโซเดียม สูงกว่า Ensure และ Mutera ยี่ห้อ Ensure ให้พลังงานรองลงมาเป็นอันดับ 2 และมีปริมาณไขมันสูงกว่า ยี่ห้อ Prosure และ Mutera โดยยี่ห้อMutera ให้พลังงานน้อยที่สุด แต่มีปริมาณใยอาหาร วิตามินเอ ไนอาซินและแคลเซียม สูงกว่า ยี่ห้อ Prosure และ Ensure ทั้ง 3 ยี่ห้อมีสมบัติเด่นแตกต่างกันไปโดยยี่ห้อ Ensure มีสมบัติทางโภชนาการโดยรวมอยู่ระหว่างยี่ห้อ Prosure และ Mutera

ตารางที่ 1 ตารางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารจากทางการค้า ต่อปริมาณ 100 กรัม

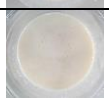
สารอาหาร	Prosure	Ensure	Mutera
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี่)	126.82	100.00	55.00
โปรตีน (กรัม)	6.64	3.72	6.50
ไขมัน (กรัม)	2.56	3.27	1.00
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	18.33	13.42	5.00
ใยอาหาร (กรัม)	1.20	1.00	4.50
วิตามินเอ (IU)	450.00	350.87	786.50
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	43.18	12.61	31.46
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	250.00	186.96	0.43
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	290.00	186.96	0.50
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	1.14	1.17	5.15
โซเดียม (มิลลิกรัม)	115.00	84.35	0.00
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	100.00	105.22	160.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	80.00	54.78	80.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.65	0.96	0.76

ที่มา : ฉลากโภชนาการของสินค้า

จากผลการวัดลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารทางการค้า พบว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 3 ยี่ห้อมีค่าสี L*a*b*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)โดยยี่ห้อ Prosure มีค่า L* ต่ำสุด และมีค่า b* สูงสุด ยี่ห้อProsure จึงมีสีเหลืองเข้ม ในขณะที่ยี่ห้อ Ensure และ Mutera มีค่า L*สูงและมีค่า a* แล ะb* ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ 2 ยี่ห้อนี้จึงมีสีเหลืองนวล ส่วนยี่ห้อ Prosure มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุด คือ 29.8°Brix แต่

มีค่า pH ต่ำสุด ยี่ห้อ Mutera มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำสุด คือ 11.35°Brix แต่มีค่า pH สูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 2

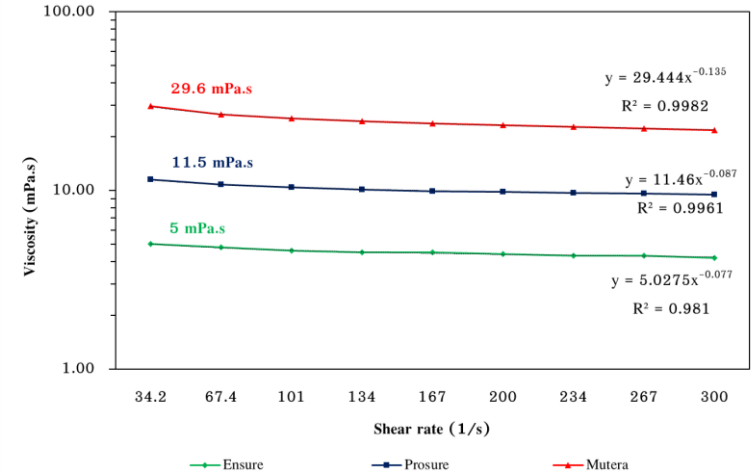
ตารางที่ 2 ลักษณะปรากฏและสมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของเครื่องดื่มทางการค้า

ตัวอย่าง	สีที่ปรากฏ	L* (ความสว่าง)	a* (สีแดง-สีเขียว)	b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	TSS (°Brix)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง
Prosure		$79.28^{c}\pm0.13$	$15.53^{a}\pm0.05$	$34.30^{a}\pm0.30$	$29.8^{a}\pm0.20$	$6.56^{a}\pm0.05$
Ensure		$87.23^{b}\pm0.08$	$5.15^{b}\pm0.20$	$19.31^{b}\pm0.52$	$21.1^{b}\pm0.30$	$6.78^{a}\pm0.08$
Mutera		$92.80^{a}\pm0.14$	$1.29^{c}\pm0.04$	$16.02^{c}\pm0.47$	$11.35^{c}\pm0.25$	$7.11^{a}\pm0.02$

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$)

จากการวัดความหนืดที่ Shear rate ช่วง 34.2-300 s^{-1} พบว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 3 ยี่ห้อ มีพฤติกรรมการไหลแบบ pseudoplastic (รูปที่ 9) และที่ Shear rate เท่ากับ 34.2 s^{-1} ยี่ห้อ Mutera มีความหนืดปรากฏสูงกว่า Prosure และ Ensure คือ ความหนืด 29.6 mPa.s, 11.5 mPa.s และ 5 mPa.s ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลจากการวัดความหนืดมา fit กับสมการ power law จะได้ค่า behavior index (n) และ ค่า consistency coeffeient (k) โดยค่า n ขึ้นอยู่กับลักษณะของของเหลว ถ้า n=1 แสดงว่าของเหลวมีพฤติกรรมการไหลแบบ Newtonian แต่ถ้า $n\neq1$ แสดงว่าของเหลวมี พฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian ซึ่งหาก n<1 จะเป็นชนิด pseudoplastic และหาก n>1 จะเป็นชนิด dilatant



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเฉือน(Shear rate) กับความหนืด(Viscosity) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้า และสมการ power law

ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวแปรที่ได้จากการนำข้อมูลความหนืดของผลิตภัณฑ์ทางการค้าในรูปที่ 9 มา fit กับสมการ power law จะเห็นได้ว่าค่า n ของยี่ห้อ Prosure, Ensure, Mutera มีค่าน้อยกว่า 1 คือ -0.087, -0.077, -0.135 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นพฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian ชนิด pseudoplastic

ตารางที่ 3 พฤติกรรมการไหลของผลิตภัณฑ์ทางการค้าทั้ง 3 ยี่ห้อ

ตัวอย่าง	consistency index(k)	flow behavior index(n)
Prosure	11.46	-0.087
Ensure	5.03	-0.077
Mutera	29.44	-0.135

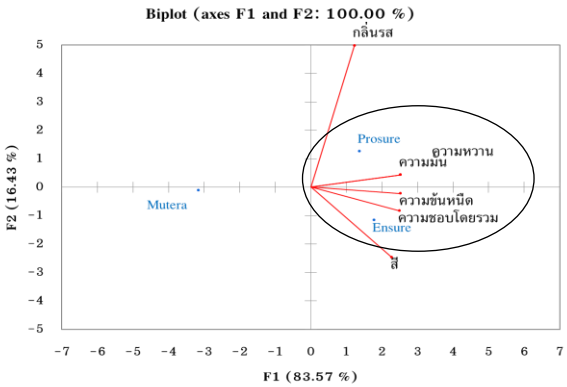
จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale ของผลิตภัณฑ์ทางการค้า 3 ยี่ห้อ พบว่า คะแนนความชอบในด้าน สี ความข้นหนืด กลิ่นรส ความหวาน ความมัน และ ความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบ 9-point Hedonic Scale ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าจากผู้ทดสอบจำนวน 31 คน

ตัวอย่าง	ลักษณะคุณภาพ					
	สี	ความข้นหนืด	กลิ่นรส	ความหวาน	ความมัน	ความชอบโดยรวม
Prosure	6.2 ^{a}±1.3	6.2 ^{a}±1.4	6.5 ^{a}±1.61	6.2 ^{a}±1.9	6.2 ^{a}±1.6	6.6 ^{a}±1.8
Ensure	6.4 ^{a}±1.6	6.2 ^{a}±1.5	6.0 ^{a}±1.51	6.2 ^{a}±1.9	6.2 ^{a}±1.5	6.7 ^{a}±1.6
Mutera	6.0 ^{a}±1.2	6.0 ^{a}±1.3	6.0 ^{a}±1.6 6	5.9 ^{a}±2.0	6.0 ^{a}±1.7	6.3 ^{a}±1.9

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เมื่อนำข้อมูลการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PCA พบว่าความแปรปรวนของข้อมูล มาจาก 2 องค์ประกอบหลัก โดยองค์ประกอบหลักที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 83.57 และองค์ประกอบหลักที่ 2 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 16.43 ทั้งนี้ยี่ห้อ Ensure อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ายี่ห้อ Ensure มีลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้ต้องการมากกว่าอีก 2 ยี่ห้อ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 กราฟ Biplot ของเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารทางการค้าด้วยโปรแกรม XLSTAT ver.2016 จากผู้ทดสอบจำนวน 31 คน

จากการวิเคราะห์ Factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสในแต่ละปัจจัยพบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สำคัญในปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย สี ความข้นหนืด ความหวาน ความมัน ความชอบโดยรวม และกลิ่นรส เป็นลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สำคัญในปัจจัยที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 Factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสในแต่ละปัจจัย

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2
สี	0.901	-0.433
ความข้นหนืด	0.999	-0.040
กลิ่นรส	0.486	0.874
ความหวาน	0.997	0.075
ความมัน	0.997	0.075
ความชอบโดยรวม	0.989	-0.146

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี JAR ของผลิตภัณฑ์ทางการค้า 3 ยี่ห้อ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งค่า Total penalty เป็นค่าที่คำนวณจากความถี่ที่ผู้ทดสอบรู้สึกว่าน้อยไป หรือ มากไป มาถ่วงน้ำหนักกับคะแนนความชอบโดยรวม หากค่า Total penalty มีค่ามากกว่า |0.50| แสดงว่าควรปรับปรุง โดยการเพิ่มหรือลดความเข้มในลักษณะคุณภาพนั้นๆ หากมีค่ามากกว่า |0.25| แสดงว่าอาจนำมาพิจารณาว่าควรจะปรับปรุงหรือไม่ จากตารางที่ 6 พบว่า ยี่ห้อ Prosure มีค่า Total penalty ของความข้นหนืด ในด้าน Too low มากกว่า 0.5แสดงว่าผู้บริโภคกลุ่มนี้รู้สึกว่ายี่ห้อ Prosure มีความข้นหนืดน้อยเกินไป ควรเพิ่มความข้นหนืด ยี่ห้อ Prosure มีค่า Total penalty ของสีและความมัน ในด้าน Too low มากกว่า 0.25 อาจต้องพิจารณาปรับให้มีสีเข้มขึ้น และมีความมันมากขึ้น ยี่ห้อ Ensure มีค่า Total penalty ของความข้นหนืด ความหวานและความมัน ในด้าน Too low มากกว่า 0.25 อาจต้องพิจารณาปรับให้มีความข้นหนืด ความหวานและความมันเพิ่มขึ้น ยี่ห้อ Mutera มีค่า Total penalty ของความข้นหนืด กลิ่นรส ความหวาน และความมัน ในด้าน Too low มากกว่า 0.25 อาจต้องพิจารณาปรับให้มีความเข้มมากขึ้น จากสมบัติทางประสาทสัมผัสของทั้ง 3 ยี่ห้อ ทำให้ทราบแนวทางที่ผู้บริโภคต้องการ จึงนำข้อมูลนี้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 6 ค่า Total penalty ของผลิตภัณฑ์ทางการค้า จากผู้ทดสอบจำนวน 31 คน

ตัวอย่าง	Total penalty					
	Scale	สี	ความข้นหนืด	กลิ่นรส	ความหวาน	ความมัน
Prosure	Low	0.31	0.70	-0.23	-0.07	0.39
	High	0	0	0.03	0	0
Ensure	Low	0	0.43	0.14	0.39	0.37
	High	0.15	0.19	-0.03	0.05	0.01
Mutera	Low	-0.05	0.33	0.39	0.42	0.40
	High	-0.07	0.23	0.19	0.04	0.01

อภิปรายผลการศึกษา

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ ทำให้ทราบว่าผู้สูงอายุกลุ่มที่ทดสอบต้องการผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารแบบพร้อมดื่ม กลืนได้ทันที มีสรรพคุณบำรุงกระดูกและบำรุงระบบขับถ่าย บรรจุในขวดแก้ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwartz et al. (2018) ที่กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ควรออกแบบอาหารให้มีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม สามารถเคี้ยวและกลืนได้ง่าย มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติ โภชนาการเหมาะสม มีแหล่งอาหารที่หลากหลาย บรรจุภัณฑ์สามารถเปิดได้ง่าย และในงานวิจัยของ Vandenberghe-Descamps et al. (2018) ที่ศึกษาผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อป้องกันภาวะการขาดสารอาหาร ได้กล่าวว่า ความสบายในช่องปาก ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการเคี้ยวและการกลืน จากผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ที่วางขายในท้องตลาดยังมีความข้นหนืด

น้อยเกินไป ความหนืดที่น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดการสำลักได้ และผลิตภัณฑ์ทางการค้ายังมีสมบัติอื่นที่ไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มนี้ เช่น ความหวาน สี และความมัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความชอบโดยรวม จึงสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุได้ โดยเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร จะเป็นอีกทางเลือกที่ทำให้ผู้สูงอายุสะดวกในการรับประทานอาหาร ได้รับสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

สรุปผลการศึกษา

จากผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุ ทำให้ทราบลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการโดยพบว่าผู้ทำแบบสอบถามที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่รับประทานอาหารไม่ครบ 3 มื้อ ส่วนใหญ่ไม่รับประทานอาหารในมื้อกลางวัน โดยดื่มเครื่องดื่มประเภทชา, กาแฟ ทดแทนอาหารในมื้อนั้น เพราะความสะดวกต่อการรับประทาน ลักษณะผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารที่ผู้บริโภคต้องการ คือ ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบพร้อมดื่ม มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่สามารถกลืนได้เลย บรรจุในภาชนะรูปแบบกล่อง UHT มีสรรพคุณเด่น คือ บำรุงกระดูก ช่วยในการขับถ่าย บำรุงสมองตามลำดับ มีปริมาณบรรจุ 201-250 มล. และราคาจำหน่าย 31-50 บาท ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารให้มีสี ความข้นหนืด ความหวาน และความมันให้มากกว่าเครื่องดื่มทางการค้า เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมกับที่ผู้สูงอายุต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนทุนวิจัย และผู้สูงอายุทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

อนันต์ อนันตกูล. (2560). สังคมสูงวัย...ความท้าทายประเทศไทย. สืบค้น 11 มิถุนายน 2561, เข้าถึงได้จาก http://www.royin.go.th/wp-ontent/uploads/2017/12

Amarya, S., Singh, K., & Sabharwal, M. (2015). Changes during aging and their association with malnutrition. Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics, 6(3), 78-84.

Doets, E. L., & Kremer, S. (2016). The silver sensory experience – A review of senior consumers' food perception, liking and intake. Food Quality and Preference, 48, 316-332.

Noakes M., F. P. R., Jennifer B. Keogh, Peter M. Clifton. (2004). Meal Replacements Are as Effective as Structured Weight-Loss Diets for Treating Obesity in Adults with Features of Metabolic Syndrome. The Journal of Nutrition, 134(8), 1894-1899.

Schwartz, C., Vandenberghe-Descamps, M., Sulmont-Rossé, C., Tournier, C., & Feron, G. (2018). Behavioral and physiological determinants of food choice and consumption at sensitive periods of the life span, a focus on infants and elderly. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 46, 91-106.

Vandenberghe-Descamps, M., Labouré, H., Septier, C., Feron, G., & Sulmont-Rossé, C. (2018). Oral comfort: A new concept to understand elderly people's expectations in terms of food sensory characteristics. Food Quality and Preference, 70, 57-67.

ความสัมพันธ์ระหว่างสนิปส์ rs3764261 ของยีน *CETP* กับไลโปโปรตีนชนิดย่อยในผู้ป่วยที่ได้รับยากลุ่มสแตติน

ปุณยนุช รอดเจริญ[1] พรเพ็ญ ศรีสวัสดิ์[2] ชลภัทร สุขเกษม[3] สมลักษณ์ วนะวนานต์[4]
และอัญชลี จิตธรรมมา[5*]

Association of SNP rs3764261 on *CETP* gene and lipoprotein subclass in patient treated with statin

Punyanuch Rodcharoen[1], Pornpen Srisawasdi[2], Chonlaphat sukasem[3],
Somlak Vanavanan[4] and Anchalee chittamma[5]

[1]ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400
[2]หน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400
[3]หน่วยเภสัชพันธุศาสตร์และการรักษาเฉพาะบุคคล ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400
[4]หน่วยเคมีคลินิก ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400
[1]Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital; Rama 6 Road, Bangkok 10400, Thailand.
[2]Division of Clinical Chemistry, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand.
[3]Division of Pharmacogenomics and Personalized Medicine, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital; Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand.
[4]Division of Clinical Chemistry, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand.
*Corresponding author. E-mail : slimbood@gmail.com

บทคัดย่อ

ยากลุ่มสแตติน (statin) หรือ HMG-CoA reductase inhibitors เป็นยาหลักสำหรับลดระดับไขมัน low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ในเลือด แต่อย่างไรก็ตามพบว่า มีผู้ป่วยจำนวนหนึ่งยังคงมีปัจจัยเสี่ยงของการมีภาวะไขมันในเลือดผิดปกติคงเหลืออยู่ และก่อให้เกิดเหตุการณ์ภาวะหลอดเลือดแดงแข็งได้ ไขมันในเลือดที่ผิดปกติมักพบไลโปโปรตีนที่เป็นรูปแบบ atherogenic lipoprotein phenotype คือ การมีระดับ triglyceride (TG) สูง, small dense LDL (sdLDL) สูง ร่วมกับระดับ HDL-C ต่ำในเลือด มีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* พบว่าส่งผลให้เกิดความผิดปกติทั้งระดับเอนไซม์ CETP ระดับความเข้มข้นของ TG, HDL-C และชนิดของ LDL subclass อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นบนยีน *CETP* สนิปส์ rs3764261C>A กับ LDL subclass ในผู้ป่วยที่ได้รับยาลดระดับไขมันในกลุ่มสแตติน จำนวน 185 ราย กลุ่มตัวอย่างที่คัดเข้ามาศึกษาคือผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดีที่ได้รับยาลดระดับไขมันในกลุ่มสแตตินเพียงชนิดเดียว การตรวจวิเคราะห์ของยีน ใช้เทคนิควิธี TaqMan real-time polymerase chain reaction ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถี่จีโนไทป์ของยีน *CETP* แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ homozygousCC (87 คน ร้อยละ 47.0) heterozygousCA (87 คน ร้อยละ 42.7) และ homozygous AA (19 คน ร้อยละ 10.3) โดยพบว่าจีโนไทป์แบบ rs3764261CC สัมพันธ์กับระดับ TG สูง small dense LDL สูง และ HDL-C ต่ำ ในเลือด (P=0.002, P=0.0048 และ P=0.039 ตามลำดับ) แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับระดับ total cholesterol (P=0.107) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปการศึกษานี้แนะนำว่าการเกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* สนิปส์ rs3764261C>A อาจเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่ช่วยคาดคะเนการเกิดภาวะไขมันในเลือดผิดปกติได้

คำสำคัญ: ยีน *CETP* โรคหัวใจและหลอดเลือด แอลดีแอลชนิดย่อย ยาสแตติน สนิปส์ 3764261

Abstract

Statin (HMG-CoA reductase inhibitor) are the main drug of choice in the treatment of elevated low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) concentration. However, the statin therapy achieved lower levels of LDL-C, the atherosclerotic cardiovascular events continue to occur with unacceptable frequency. The atherogenic lipoprotein phenotype, including that increase triglyceride (TG) and small dense LDL (sdLDL) together with decrease high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) are a component of major residual cardiovascular risk remains in patients treated with statin. Genetic variations at *CETP* locus have been shown to be a significant determinant of the level and activity of CETP, TG, HDL-C, as well as LDL subclass concentrations. The aim of this study is to determine the association of *CETP* at 3764261C>A polymorphism and LDL subclass levels in Thai patients treated with statin. A total of 185 patients at the Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital who have received statin monotherapy will be included. Genotyping study was performed by TaqMan real-time polymerase chain reaction. The result showed that the three commom allelic frequencies were homozygousCC (87 of 47.0%), heterozygousCA (79 of 42.7%) and homozygousAA (19 of 10.3%). The rs3764261CC was significantly associated with high TG and sdLDL with low HDL-C level (P=0.002, P=0.0048 and P=0.039 respectively), but no statistically significant association with total cholesterol level (P=0.107). In conclusion, this finding suggested that CETP rs3764261C>A polymorphism could be essential genetic marker for predicting dyslipidemia in patients treated with statin

Keywords: *CETP* GENE, cardiovascular disease, LDL subclass, statin, rs3764261 SNP

บทนำ

โรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular disease) เป็นสาเหตุหลักของการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรและถือเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของทั่วโลก (Roth et al., 2017)จากข้อมูลยุทธศาสตร์ความร่วมมือระหว่างประเทศขององค์การอนามัยโลกแห่งประเทศไทยปี 2560-2563 พบว่าการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดคิดเป็น 29% ของจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด 501,000 คน และคาดการณ์ว่าจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต (World Organization, 2017) โรคหัวใจและหลอดเลือดมีสาเหตุจากหลอดเลือดแดงโคโรนารีเกิดภาวะตีบแข็ง (atherosclerosis) เนื่องจากมีคราบไขมันพอกที่ผนังหลอดเลือดทำให้ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจไม่เพียงพอเกิดภาวะหัวใจขาดเลือดหรือภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตาย (Libby, 2013, pp.2004-2013) การเกิดหลอดเลือดแดงแข็งสามารถเกิดได้กับหลอดเลือดแดงทั่วร่างกายหากเกิดหลอดเลือดแดงแข็งที่หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะใดของร่างกายจะทำให้เกิดการขาดเลือดไปเลี้ยงที่อวัยวะนั้น ๆ ลักษณะความผิดปกติที่พบบ่อย ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) โรคหลอดเลือดสมองตีบ (stroke) และโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลายตีบ (peripheral artery disease) ความผิดปกติของระดับไขมันในเลือดถือเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Hajar, 2017, p.109) สำหรับภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ (dyslipidemia) เป็นภาวะที่ร่างกายมีระดับไขมันและไลโปโปรตีนในเลือด เช่น total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) และ high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ต่างไปจากเกณฑ์ที่เหมาะสมในคนปกติ (Gross & Reese, 2005, pp.169-175)ดังนั้นจุดมุ่งหมายในการรักษาภาวะไขมันในเลือดผิดปกติจึงเพื่อลดความเสี่ยงของผู้ป่วยในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในอนาคตอีกทั้งแนวทางเวชปฏิบัติระหว่างประเทศมีคำแนะนำให้ผู้ป่วยภาวะไขมันในเลือดผิดปกติปรับพฤติกรรมและรับการรักษาด้วยยาลดระดับไขมันในกลุ่มสแตติน

ยาสแตติน (statins) หรือ 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl coenzyme A reductase inhibitor จะออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl coenzymeA (HMG-CoA) reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสร้างคอเลสเตอรอล ดังนั้นยาสแตตินถือเป็นยาที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับไขมันในเลือดได้ดีโดยเฉพาะการลดระดับ TC และ LDL-C (Pedro-Botet et al., 2015, pp.431-438) แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่ายากลุ่มสแตตินจะเป็นเป้าหมายหลักของการรักษาภาวะไขมันในเลือดผิดปกติแต่ยังพบว่ามีผู้ป่วยมากกว่าร้อยละ 40 ถึง 50 ที่ได้รับการรักษาด้วยยานี้แต่ไม่สามารถควบคุมระดับไขมันในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ (Krauss, 2004, pp.1496-

1504) และยังคงมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งซึ่งนำมาสู่การเกิดเหตุการณ์โรคหัวใจและหลอดเลือดได้ จึงมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเสี่ยงที่เหลืออยู่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในผู้ป่วยบางกลุ่มโดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีอาการภาวะเมแทบอลิกและภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Rawshani et al., 2018, pp.633-644) ดังนั้นการทำนายหาความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นและการจัดการปัจจัยเสี่ยงที่คงเหลืออยู่คาดว่าจะสามรถช่วยให้การรักษาเป็นไปตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

พลาสมาไลโปโปรตีนมีหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่มีคุณสมบัติก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (atherogenic lipoprotein particle) ได้แก่ very low density lipoprotein (VLDL) intermediate density lipoprotein (IDL) และ LDL ซึ่งแต่ละอนุภาคจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในด้านขนาด ความหนาแน่น อัตราการลอยตัว ชนิดของไขมันและโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบ รวมทั้งการเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้า จึงสามารถแยกได้เป็นชนิดย่อย (Carmena, Duriez, & Fruchart, 2004, pp.2-7) สำหรับอนุภาค LDL อาจแบ่งได้เป็นกลุ่มย่อย (LDL subclass) 2 แบบ ได้แก่ LDL ขนาดอนุภาคใหญ่ (large buoyant LDL, lbLDL) และ LDL ขนาดอนุภาคเล็ก (small dense LDL, sdLDL) จากการศึกษาถึงคุณสมบัติของอนุภาค LDL subclass พบว่า การมีระดับ sdLDL สูงในเลือดจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเนื่องจากมีอนุภาคขนาดเล็ก สามารถผ่านเข้าสู่ผนังหลอดเลือดแดงได้ง่าย เกิดปฏิกิริยา oxidation ง่าย และมีอัตราการกำจัดโดยตับช้ากว่าเมื่อเทียบกับ ldLDL (Ivanova et a.l, 2017) จากการศึกษาก่อนหน้าชี้ให้เห็นว่าความเด่นของ sdLDL ในเลือดสัมพันธ์กับการมีระดับ TG สูงและ HDL-C ต่ำผิดปกติ ซึ่งรวมเรียกภาวะที่มีระดับไขมันผิดปกติรูปแบบนี้ว่า atherogenic lipoprotein phenotype เป็นชนิดที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Abd-Allha et a.l, 2014, p.94)

กระบวนการสร้าง sdLDL จะพบเพิ่มมากขึ้นในสภาวะที่ร่างกายมีระดับ TG ในเลือดสูง โดยตับจะสร้างไลโปโปรตีน VLDL สูงขึ้น ซึ่ง VLDL เป็นอนุภาคที่มี TG เป็นส่วนประกอบหลัก (TG-rich lipoprotein) จากนั้น TG ใน VLDL จะถูกแลกเปลี่ยนกับ cholesteryl ester (CE) ของอนุภาค LDL และ HDL ซึ่งมี cholesterol เป็นส่วนประกอบหลัก (cholesteryl-rich lipoprotein) โดยผ่านขบวนการปฏิกิริยาของเอนไซม์ซีอีทีพี (CETP) (Sparks, & Adeli, 2012, pp.2104-2112) ขั้นตอนนี้ทำให้ VLDL มีปริมาณ cholesterol สูง ในทางกลับกัน LDL และ HDL มีปริมาณ TG สูงขึ้น สำหรับอนุภาค LDL และ HDL ที่มีปริมาณ TG สูง จะเป็นสารตั้งต้นที่ดีในการเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส โดย TG ในอนุภาคของ TG-rich LDL และ TG-rich HDL จะถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ hepatic lipase เพื่อย่อย TG ที่อยู่ในอนุภาคออก จนสุดท้ายกลายเป็น LDL และ HDL ที่มีขนาดเล็ก ความหนาแน่นสูง จากบทบาทของเอนไซม์ซีอีทีพีที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยน CE กับ TG ระหว่างอนุภาค VLDL, LDL และ HDL จึงนำมาสู่การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและการทำงานของ CETP กับระดับไขมันในเลือด (Chapman, Le Goff, Guerin, & Kontush, 2009, pp.149-164) การศึกษาก่อนหน้าพบว่าหากการทำงานของเอนไซม์ CETP ลดลง ในการขาดเอนไซม์ CETP จะทำให้ระดับของ HDL สูงขึ้น และมักมีความเสี่ยงต่ำในการเกิดความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของ CE ในอนุภาคของ TG-rich LDL และ TG-rich HDL (Thompson et al., 2008, pp2777-2788) ในทางตรงกันข้ามมักพบการมีระดับเอนไซม์ CETP สูงขึ้นในผู้ที่มีภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ โดยเฉพาะผู้ที่มีไขมันรูปแบบ athergenic lipoprotein phenotype (ระดับ TG สูง, sdLDL มาก และ HDL-C ต่ำ) กลไกการสร้างเอนไซม์ CETP เกิดขึ้นที่ตับโดยตับจะสร้างโปรตีน cholestery ester transfer protein ที่มีลักษณะเป็น hydrophobic plasma glycoprotein มียีนที่ควบคุมการสร้างอยู่ที่โครโมโซมคู่ที่ 16 (16q12-16q21) (Parra et al., 2011, p.87) ซึ่งมีการศึกษาที่แสดงถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* มักพบว่าจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณและการทำงานของเอนไซม์ CETP รวมทั้งการเกิดภาวะไขมันในเลือดผิดปกติเช่น TG, HDL-C และขนาดของ LDL subclass อย่างมีนัยสำคัญ (Yue et al., 2016, pp.630-638)

จะเห็นได้ว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* อาจช่วยบ่งชี้การทำงานของ CETP และระดับความเข้มข้นของ TG, HDL-C และชนิดของ LDL subclass ได้ ซึ่งคาดว่าจะสัมพันธ์กับระดับไขมันในเลือดของผู้ป่วยที่มีกลุ่ม

อาการภาวะเมแทบอลิก ภาวะดื้อต่ออินซูลินและโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งผู้ป่วยเหล่านี้มักจะใช้ยาในกลุ่มสแตตินเพื่อการรักษาร่วมด้วย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ของสนิปส์ rs3764261 (C>A) ของยีน *CETP* กับไลโปโปรตีนชนิดย่อยในผู้ป่วยชาวไทยที่กินยาสแตติน คาดว่าผลของงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการตรวจวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางพันธุกรรมในผู้ป่วยที่มีภาวะไขมันเลือดผิดปกติและได้รับการรักษาด้วยยาสแตตินที่มีปัจจัยเสี่ยงคงเหลืออยู่เพื่อจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจในอนาคตต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางพันธุกรรมของยีนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการสร้างและการทำงานของเอนไซม์ CETP กับระดับไขมันและชนิดของ LDL subclass ในผู้ป่วยชาวไทยที่ได้รับการรักษาด้วยยากลุ่มสแตติน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ตามเอกสารรับรองเลขที่ ID 03-61-45 ว โดยโครงการวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง คัดเลือกผู้ป่วยเพศชายและหญิงชาวไทยอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ที่ได้รับการรักษาด้วยยาลดไขมันในกลุ่มสแตตินเพียงชนิดเดียว ณ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร จำนวน 185 ราย พิจารณาคำนวณตัวอย่างจากค่าความถี่อัลลีลประชากร

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. การวิเคราะห์ปัจจัยทางพันธุกรรม

1.1 การสกัด DNA จากตัวอย่างเลือด

สกัด DNA จากตัวอย่างเลือดครบส่วนที่เก็บด้วย EDTA blood tube ปริมาตร 3 mL ทำการสกัดตัวอย่างเลือดด้วยเครื่อง MagNa Pure Compact (Roche Applied Science, Penzberg, Germany) อาศัยเทคนิค magnetic-bead จะได้ตัวอย่าง DNA ใน TE buffer และเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ -20°C

1.2 การวิเคราะห์ SNP genotyping ด้วยเทคนิค TaqMan®Real-time PCR

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความหลากหลายทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นบนยีน *CETP* สนิปส์ rs3764261 C>Aกับการเกิดไลโปโปรตีนชนิดย่อย จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง DNA ที่สกัดได้เพื่อหา SNP genotyping ด้วยเทคนิค TaqMan Real-time PCR (Applied Biosystems®ViiA7TM Real-time PCR instrument) โดยจะใช้ตัวอย่าง DNA ความเข้มข้น 5 ng/µL ปริมาตร 2 µL ผสมกับสารละลาย TaqMan SNP genotyping Mastermix (Life Technologies) ทำการวิเคราะห์ด้วย PCR program ทั้งหมด 50 cycles รายละเอียดค่าความถี่ของสนิปส์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความถี่อัลลีลของสนิปส์ rs3764261 บนยีน *CETP*

Alleles	SNP ID	CHB	1000 Genomes
CETP C>A	rs3764261	A = 0.15	A = 0.29

*CHB; Minor allele frequency of Han Chinese in Beijing, China; SNPs; Single Nucleotide Polymorphisms

2. การวิเคราะห์ปัจจัยทางชีวเคมี

การตรวจวิเคราะห์สารบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและเมแทบอลิก ได้แก่ TC , LDL-C, HDL-C และ TG ด้วยเทคนิค enzymatic analysis (Siemens Medical Solution Diagnosis, Tarrytown, NY, USA) และการตรวจวิเคราะห์ขนาดและชนิดของอนุภาค LDL subclass ด้วยเทคนิค polyacrylamide tube gel electrophoresis (Quantimetrix Lipoprint™, Redondo Beach, CA, USA) เทคนิคนี้สามารถแยกอนุภาค LDL ตามขนาดของอนุภาคออกเป็น 7 subclass ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ LDL-I และ LDL-II มีขนาดอนุภาคมากกว่าหรือเท่ากับ 265 µm จัดเป็น IbLDL และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ LDL-III, LDL-IV, LDL-V, LDL-VI และ LDL-VII มีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 265 µm จัดเป็น sdLDL ซึ่งกลุ่มนี้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด สำหรับการจำแนกประเภทไลโปโปรตีนหากพบ

ปริมาณ IbLDL สูง จะจัดเป็นประเภท A (typeA) และหากพบปริมาณ sdLDL สูง จะจัดเป็นประเภท ไม่บ่งบอกถึงประเภท A (not indicative of type A)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปใช้สถิติเชิงบรรยายโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่ามัธยฐาน (25th-75th percentile) สำหรับข้อมูลแบบ continuous variable โดยขึ้นกับการกระจายของข้อมูลเพื่อใช้อธิบายคุณลักษณะส่วนบุคคล สำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่มจะวิเคราะห์โดยใช้ chi-square test ทุกการทดสอบกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ *P*-value น้อยกว่า 0.05 การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 22.0

ผลการศึกษา

1. ลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษา

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าจำนวน ร้อยละ ของลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยากลุ่มสแตติน จำนวน 185 ราย

ลักษณะข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	64	34.6
หญิง	121	65.4
ชนิดและขนาดยาสแตติน		
High-intensity statin	6	3.2
Atorvastatin 40 mg/day	6	3.2
Moderate-intensity statin	72	38.9
Simvastatin 20-40 mg/day	61	33.0
Atorvastatin 10-20 mg/day	10	5.4
Pitavastatin 1 mg/day	1	0.5
Low-intensity statin	107	57.8
Simvastatin 10 mg/day	107	57.8
ผลการตรวจชีวเคมี		
LDL subclass*		
Type A หรือ lbLDL (LDL-I, LDLII) สูง	54	29.2
Not Indicative of Type A หรือ sdLDL (LDL-III ถึง LDL-VII) สูง	131	70.8

*ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค polyacrylamide tube gel electrophoresis

ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่ามัธยฐานของลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยากลุ่มสแตติน จำนวน 185 ราย

ลักษณะข้อมูล	ค่ามัธยฐาน (ความเชื่อมั่นที่ 95%)
อายุ (ปี)	64.0 (63.0-65.6)
ดัชนีมวลกาย (Kg/m^2)	26.2 (26.0-27.6)
Systolic blood pressure (mmHg)	134.0 (132.9-138.1)
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.0 (75.1-77.7)
ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ	
Total cholesterol (mg/dL)	195.0 (192.0-203.1)
LDL-cholesterol (mg/dL)	110.0 (106.8-116.0)
HDL-cholesterol (mg/dL)	46.0 (47.8-52.10)
Triglyceride (mg/dL)	181.0 (176.5-196.9)

จากตารางที่ 2 และ 3 แสดงถึงผลของการศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยที่ได้รับยากลุ่มสแตติน ณ โรงพยาบาลรามาธิบดี จำนวน 185 ราย พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.4 และเพศชาย ร้อยละ 34.6 ค่ามัธยฐานของอายุเท่ากับ 64 ปี ค่ามัธยฐานของดัชนีมวลกายเท่ากับ 26.2 Kg/m^2 ค่ามัธยฐานของความดันโลหิต systolic blood pressure เท่ากับ 138.0 mmHg และ diastolic blood pressure เท่ากับ 77.0 mmHg ผลการจำแนกการใช้ยากลุ่มสแตตินดังนี้ กลุ่มที่ 1 high-intensity statin กลุ่มที่ 2 moderate-intensity statin และ กลุ่มที่ 3 low-intensity statin เท่ากับร้อยละ 3.2, 38.9 และ 57.8 ตามลำดับ สำหรับผลของปัจจัยทางชีวเคมีพบว่าผู้ป่วยแสดงค่ามัธยฐานของระดับ total choleterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol และ triglyceride เท่ากับ 195.0, 110.0, 46.0 และ 181.0 mg/dL ตามลำดับ รวมทั้งการตรวจพบชนิด LDL subclass แยกออกเป็น 2 แบบได้แก่ type A หรือ ปริมาณ IbLDL สูง และ not indicative of type A หรือปริมาณ sdLDL สูง เท่ากับร้อยละ 29.2 และ 70.8 ตามลำดับ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่จีโนไทป์ของสนิปส์ rs3764261 บนยีน *CETP*

ผลการศึกษาพบว่ามีความถี่จีโนไทป์ของยีน *CETP* มี 3 รูปแบบ ดังนี้ homozygousCC, heterozygousCA และ homozygousAA ร้อยละ 47.0, 42,7 และ 10.3 ตามลำดับ แสดงค่าความถี่อัลลีล A ร้อยละ 3.2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงความถี่จีโนไทป์ของสนิปส์ rs3764261 บนยีน *CETP*

ความหลากหลายทางพันธุกรรม	จำนวน (%)	ความถี่อัลลีล
CETP rs3764261		
CC	87 (47.0%)	A= 0.316 (3.2%)
CA	79 (42.7%)	
AA	19 (10.3%)	

3 ความสัมพันธ์ของยีน *CETP* กับระดับไขมันในเลือด

ตารางที่ 5 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* กับระดับไขมันในเลือดจำนวน 185 ราย

ความหลากหลายทางพันธุกรรม	Lipid parameter (mg/dL)									
	Total cholesterol		LDL-Cholesterol		HDL-Cholesterol				Triglyceride	
	<200	≥ 200	<130	≥ 130	เพศชาย		เพศหญิง		<150	≥ 150
					≤ 40	>40	≤ 50	>50		
	n=100	n=85	n=136	n=49	n=27	n=37	n=60	n=61	n=58	n=12
CETP rs3764261										
CC										
n=87	48	39	69	18	18	16	32	21	16	71
ร้อยละ	55.2%	44.8%	79.3%	20.7%	20.7%	18.4%	36.8%	24.1%	18.4%	81.6%
CA										
n=79	46	33	58	21	7	14	26	32	34	45
ร้อยละ	58.2%	41.8%	73.4%	26.6%	8.9%	17.7%	32.9%	40.5%	43.0%	57.0%
AA										
n=19	6	13	9	10	2	7	2	8	8	11
ร้อยละ	31.6%	68.4%	47.4%	52.6%	10.5%	36.8%	10.5%	42.1%	42.1%	57.9%
X^2	4.462		8.172		3.758		6.496		12.824	
P-value	0.107		0.017		0.153		0.039		0.002	

*Statistic significance was calculated by Chisquared test

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* และระดับไขมันในเลือด แสดงให้เห็นว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ CC, CA และ AA กับความผิดปกติของระดับ HDL-C เพศชาย และ

ระดับ TC ทั้งชายและหญิง (*P*=0.153 และ *P*=0.107 ตามลำดับ) ในขณะที่พบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์กับความผิดปกติของระดับ HDL-C เพศหญิง, LDL-C และ TG ทั้งชายและหญิง (*P*=0.039, *P*=0.017 และ *P*=0.002 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ยากลุ่มสแตตินและความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* กับชนิดของ LDL subclass จำนวน 185 ราย

ลักษณะข้อมูล	จำนวน (%) N=185	LDL subclass		X^2	P-value*
		[a]Type A (n=54)	[b]Not indicative of type A (n=131)		
การใช้ยากลุ่มสแตติน					
High-intensity statin	6 (3.2%)	0 (0%)	6 (100.0%)	2.859	0.239
Moderate-intensity statin	65 (35.1%)	18 (27.7%)	47 (72.3%)		
Low-intensity statin	114 (61.6%)	36 (42.1%)	78 (57.9%)		
ความหลากหลายทางพันธุกรรม *CETP* (rs3764261C>A)					
CC	87 (47.0%)	18 (20.7%)	69 (79.3%)	6.069	0.048
CA	79 (42.7%)	28 (35.4%)	51 (64.6%)		
AA	19 (10.3%)	8 (57.9%)	11 (57.9%)		

*Statistic significance was calculated by Chisquared test, [a]Type A หรือ ปริมาณ LDL subclass ชนิด IbLDL สูงในเลือด
[b]Not indicative of type A หรือ ปริมาณ LDL subclass ชนิด sdLDL สูงในเลือด

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ยากลุ่มสแตตินกับ LDL subclass แต่พบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ CC, CA และ AA กับ LDL subclass ซึ่งส่วนใหญ่พบในลักษณะของการมีปริมาณ sdLDL สูงในเลือด (*P*=0.048) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาจำนวนมากชี้ให้เห็นว่าผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยากลุ่มสแตตินเพื่อลดระดับไขมันในเลือดยังคงมีความเสี่ยงที่เหลืออยู่ในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และจากการศึกษาบทบาทของเอนไซม์ CETP ซึ่งมีส่วนสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิสึมของพลาสมาไลโปรตีนโดยทำหน้าที่ในการขนส่งและแลกเปลี่ยน CE กับ TG ในอนุภาคของ VLDL, LDL และ HDL จึงนำมาสู่การศึกษาถึงปริมาณและการทำงานของเอนไซม์ CETP กับภาวะไขมันในเลือด ผลของการศึกษาพบความถี่อัลลีล A ของสนิปส์ rs3764261 แตกต่างจากผลการศึกษาที่คล้ายกันในประเทศอื่น ๆ โดยแสดงความถี่อัลลีล A สูงกว่า (A=0.38) เมื่อเทียบกับฐานข้อมูลของสนิปส์ ในการศึกษา 1000 Genome และประเทศจีน (A=0.29 และ 0.15 ตามลำดับ) โดยแสดงยีนจีโปไทป์แบบ CA และ AA สูงกว่า อีกทั้งจีโนไทป์แบบ CC มีความสัมพันธ์กับระดับ TG สูง และ HDL-C ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ สิ่งนี้สอดคล้องกับ Wang และคณะ (2014) ที่ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง 6 สนิปส์ของยีน *CETP* กับปัจจัยของภาวะเมทาบอลิกในประชากรฮั่น ประเทศจีน พบว่าระดับเอนไซม์ CETP จะเพิ่มสูงขึ้นในผู้ที่มีภาวะไขมันในเลือดผิดปกติโดยเฉพาะระดับ TG สูง และ HDL-C ต่ำ ซึ่งความผิดปกติดังกล่าวมักพบในผู้ที่มีภาวะเมแทบอลิก ภาวะดื้อต่ออินซูลิน และโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Hou และคณะ (2017, pp.653-658) เป็นการศึกษาในประชากรประเทศจีนเช่นเดียวกัน และ Radovica และคณะ (2013) ศึกษาในประชากรสหรัฐ แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Wangwei และ Zhen (2010) ที่รายงานว่าอัลลีลของยีน *CETP* ไม่ถือเป็นปัจจัยเสี่ยงทางพันธุกรรมต่อการเกิดภาวะไขมันในเลือดผิดปกติในประชากรกลุ่มไหหลำ เมื่อพิจารณาจำนวนผู้ป่วยของแต่ละจีโนไทป์พบว่าผู้ป่วย 185 ราย มีผู้ที่มีจีโนไทป์ แบบ CC มากกว่า จีโนไทป์แบบ CA และ AA ตามลำดับ ส่วนใหญ่จะมีระดับ TC และ LDL-C ต่ำหรืออยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ สิ่งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chang และคณะ (2011, pp.523-533) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาในประชากรเชื้อชาติงสิงคโปร์ที่รายงานว่า ปริมาณ

ผู้ที่มีจีโนไทป์แบบ AA สัมพันธ์กับระดับ TC สูง ผลลัพธ์เหล่านี้ช่วยบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ของความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* กับระดับไขมันในเลือดได้

ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* ณ ตำแหน่ง rs3764261 C>A กับระดับไขมันที่ผิดปกติในเลือดที่ยังคงเหลืออยู่ภายหลังจากการตอบสนองต่อยากลุ่มสแตติน โดยผู้ที่มีจีโนไทป์แบบ homozygousCC มีความเสี่ยงต่อการเกิดไขมันในเลือดผิดปกติรูปแบบ athergenic lipoprotein phenotype (TG สูง sdLDL มาก และ HDL-C ต่ำในเลือด) มากกว่าผู้ที่จีโนไทป์แบบ heterozygousCA และ/หรือ homozygousAA แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ยากลุ่มสแตตินกับ LDL subclass จะเห็นได้ว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการพิจารณาการรักษาเพิ่มเติมเช่น การปรับขนาดยาในกลุ่มสแตตินหรือเพิ่มการใช้ยาในกลุ่ม CETP inhibitor เพื่อช่วยลดระดับไขมันในเลือดร่วมด้วยเพื่อช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดจากการมีภาวะไขมันในเลือดผิดปกติได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวช่วยแนะนำได้ว่าการเกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *CETP* อาจเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่ช่วยคาดคะเนการเกิดภาวะไขมันในเลือดผิดปกติที่ยังเกิดได้ในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยาสแตตินเพื่อช่วยให้การรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบความสัมพันธ์และผลของปัจจัยทางพันธุกรรมของยีน *CETP* ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการสร้างและการทำงานของเอนไซม์ CETP กับระดับไขมันในเลือด ได้แก่ total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride และชนิดของ LDL subclass ในผู้ป่วยชาวไทยที่ได้รับการรักษาด้วยยากลุ่มสแตติน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจากสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดลปีการศึกษา 2562 ขอขอบพระคุณคณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

Abd-Allha, E., Hassan, B. B., Abduo, M., Omar, S. A., & Sliem, H. (2014). Small dense low-density lipoprotein as a potential risk factor of nephropathy in type 2 diabetes mellitus. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, *18*(1), 94.

Carmena, R., Duriez, P., & Fruchart, J.-C. (2004). Atherogenic lipoprotein particles in atherosclerosis. Circulation, 109(23_suppl_1), III-2-III-7.

Chang, M.-h., Ned, R. M., Hong, Y., Yesupriya, A., Yang, Q., Liu, T., Dowling, N. F. J. C. c. g. (2011). Racial/ethnic variation in the association of lipid-related genetic variants with blood lipids in the US adult population. 4(5), 523-533.

Gross, Z., & Reese, G. (2005). Dyslipidaemia: the condition and non-drug management. *Hospital Pharmacist*, *12*, 169-175.

Hajar, R. (2017). Risk factors for coronary artery disease: historical perspectives. Heart views: *the official journal of the Gulf Heart Association*, *18*(3), 109.

Hou, H., Ma, R., Guo, H., He, J., Hu, Y., Mu, L., & Zhang, J. (2017). Association between Six CETP Polymorphisms and Metabolic Syndrome in Uyghur Adults from Xinjiang, China. *International journal of environmental research and public health*, *14*(6), 653-658.

Krauss, R. M. (2004). Lipids and lipoproteins in patients with type 2 diabetes. *Diabetes care*, *27*(6), 1496-1504.

Libby, P. (2013). Mechanisms of acute coronary syndromes and their implications for therapy. *New England Journal of Medicine, 368*(21), 2004-2013.

Parra, E. S., Urban, A., Panzoldo, N. B., Nakamura, R. T., Oliveira, R., & de Faria, E. C. (2011). A reduction of CETP activity, not an increase, is associated with modestly impaired postprandial lipemia and increased HDL-cholesterol in adult asymptomatic women. *Lipids in health and disease, 10*(1), 87.

Pedro-Botet, J., Climent, E., Chillaron, J., Toro, R., Benaiges, D., & Flores-Le Roux, J. Statins for primary cardiovascular prevention in the elderly. *J Geriatr Cardiol. 2015; 12* (4): 431-438

Radovica, I., Fridmanis, D., Vaivade, I., Nikitina-Zake, L., & Klovins, J. J. P. O. (2013). The association of common SNPs and haplotypes in CETP gene with HDL cholesterol levels in Latvian population. 8(5), e64191.

Rawshani, A., Rawshani, A., Franzén, S., Sattar, N., Eliasson, B., Svensson, A.-M., & Rosengren, A. (2018). Risk factors, mortality, and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes. *New England Journal of Medicine, 379*(7), 633-644.

Radovica, I., Fridmanis, D., Vaivade, I., Nikitina-Zake, L., & Klovins, J. J. P. O. (2013). The association of common SNPs and haplotypes in CETP gene with HDL cholesterol levels in Latvian population. *Plos one medicine, 8*(5), e64191.

Roth, G. A., Johnson, C., Abajobir, A., Abd-Allah, F., Abera, S. F., Abyu, G., & Alam, K. J. J. o. t. A. C. o. C. (2017). Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol, 70*(1), 1-25.

Sparks, J. D., Sparks, C. E., & Adeli, K. (2012). Selective hepatic insulin resistance, VLDL overproduction, and hypertriglyceridemia. Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology. *Arterioscler Thromb Vasc Biol, 32*(9), 2104-2112.

Thompson, A., Di Angelantonio, E., Sarwar, N., Erqou, S., Saleheen, D., Dullaart, R. P., & Danesh, J. (2008). Association of cholesteryl ester transfer protein genotypes with CETP mass and activity, lipid levels, and coronary risk. *Jama, 299*(23), 2777-2788.

Wang, Q., Zhou, S.-B., Wang, L.-J., Lei, M.-M., Wang, Y., Miao, C., & Jin, Y.-Z. (2014). Seven functional polymorphisms in the CETP gene and myocardial infarction risk: a meta-analysis and meta-regression. *PLoS One, 9*(2), e88118.

Yue, Y.-H., Bai, X.-d., Zhang, H.-j., Li, Y.-m., Hu, L., Liu, L.-y., . . . Dila, N.-m. (2016). Gene polymorphisms affect the effectiveness of atorvastatin in treating ischemic stroke patients. *Cellular Physiology and Biochemistry, 39*(2), 630-638.

Wangwei, Z., & Zhen, Z. Y. X. J. W. J. J. o. C. C. (2010). Study of correlations between six polymorphic loci of cholesterol ester transfer protein gene and coronary heart disease. *Molecular Biology Reports, 45*, 1929-1935

World Organization, H. (2017). WHO country cooperation strategy, Thailand: 2017-2021.

เครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สาย

สมชาย สาลีขาว* กนกวรรณ แพ่งคำ และณัฐวุฒิ เกิดสมบัติ

Wireless Landslide Warning System

Somchai Saleekaw*, Kanokwan Pangkum and Nuttawut Kuardsombat

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Department of Electronics Engineering Technology, College of Industrial Technology King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
*Corresponding author. E-mail : somchai.s@cit.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายที่ทำการตรวจวัดความชื้นในดิน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3ส่วนดังนี้ส่วนแรกเป็นเครื่องแม่ข่าย (Master) จะรับข้อมูลที่ได้จากเครื่องลูกข่าย โดยจะส่งค่าความชื้นในดินทุก ๆ 15 นาที เครื่องแม่ข่ายจะแสดงผลค่าความชื้นในดินที่รับมาจากเครื่องลูกข่ายบนหน้าจอแอลซีดีถ้าความชื้นในดินมีปริมาณมากเกินค่าที่กำหนดไว้ จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงและสัญญาณไฟกระพริบ อีกทั้งยังมีการบันทึกค่าความชื้นในดินลงฐานข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลไว้ทำสถิติได้ส่วนที่สองเป็นเครื่องลูกข่าย (Slave) จะเชื่อมต่อกับโพรบเพื่อวัดค่าความชื้นในดินโดยค่าที่วัดได้จะออกมาเป็นแรงดันแล้วส่งค่าให้เครื่องแม่ข่าย ผ่านโมดูลไร้สายโดยเครื่องลูกข่ายจะมีระบบโซล่าเซลล์เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรเครื่องลูกข่ายและส่วนสุดท้ายจะเป็นแอปพลิเคชันจะแสดงผลค่าความชื้นในดินที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล โดยจะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงเมื่อค่าความชื้นในดินถึงเกณฑ์ที่กำหนดในส่วนการตั้งค่าของแอปพลิเคชันจะป้อนค่าแจ้งเตือนความเสี่ยงได้ จากการทดสอบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายนั้นพบว่าสามารถแจ้งเตือนตามค่าที่กำหนด รับส่งข้อมูลได้ในระยะ 50 เมตร พบว่าเครื่องมีค่าความผิดพลาด 1.91 เปอร์เซ็นต์ โดยความเสี่ยงจะมีค่าอยู่ที่ 90-100 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดดิน

คำสำคัญ: เตือนภัยดินสไลด์ ความอิ่มตัวของดิน เครื่องแม่ข่าย เครื่องลูกข่าย

Abstract

Wireless Landslide Warning Machine is dividing our work into 3 parts as follows: The first part is the Server (Master) will receive the information from the Client. By sending moisture in the soil every 15 minutes. The Server will display the soil moisture received from the Client on the LCD screen. If the moisture in the soil exceeds the specified value there will be a notification with sound and flashing lights. It also records the moisture in the soil into the database. To collect data, make statistics. The second part is the Client (Slave) connected to the probe to measure soil moisture. The measured value will come out as a voltage and then send the value to the Server via a wireless module. The Client will have a solar cell system as a power supply to the Client circuit. The last part is the app application. The application will display the soil moisture values recorded in the database with a voice notification. When the moisture content in the soil reaches the specified threshold in the application settings section, you can enter risk notification values. From testing Wireless Landslide Warning Machine found that it can be alerted according to the specified value. Data can be transmitted at 50 meters. It is found that the machine has a 1.91 percent error. The risk is 90-100 percent, depending on the soil type. A Server and Client are able to work efficiently.

Keywords: Landslide Warning, Master, Slave

บทนำ

ภัยพิบัติตามธรรมชาติในประเทศไทยทุก ๆ ปีจะมีเหตุการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นมากเรื่อย ๆ และมีแนวโน้มที่รุนแรงมากขึ้นทุกปีภัยพิบัติที่สำคัญ ได้แก่ อุทกภัย แผ่นดินไหว และดินถล่มหรือดินสไลด์ โดยเป็นภัยพิบัติที่รุนแรงอย่างต่อเนื่อง เหตุการณ์ ดินถล่มหรือดินสไลด์มักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ฉับพลัน ส่งผลให้เกิดอันตรายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน การเกิด ดินถล่มหรือดินสไลด์นั้น มักเกิดขึ้นในบริเวณลาดดินตามธรรมชาติ และลาดดินที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์

เช่นการทำเกษตรในพื้นที่ลาดชันเชิงเขา การกำจัดพืชที่ปกคลุมดิน และการตัดไม้ทำลายป่า ฯลฯ และสาเหตุสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดดินถล่มหรือดินสไลด์ส่วนใหญ่มักมาจากปริมาณน้ำฝนมากเกินปกติ ทำให้เกิดความชื้นในดินสูง และความสามารถต้านทาน แรงเฉือนของดินลดลง การอุ้มน้ำของดินไม่สามารถรองรับน้ำได้อีก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ลาดเชิงเขา ส่งผลให้เกิดดินถล่มหรือดินสไลด์ลงมาทับบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำการเกษตร และเส้นทางจราจรสร้างความเสียหายอย่างมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าภัยพิบัติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็น ดินถล่มดินสไลด์ น้ำท่วมฉับพลัน และน้ำป่ามักเกิดขึ้นโดยไม่ทันตั้งตัว จึงไม่อาจเตรียมตัวเพื่อรับมือต่อภัยพิบัติได้ทันท่วงที ด้วยสาเหตุของปัญหาที่ได้กล่าวมานั้นทำให้ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เกิดความคิดที่จะสร้างเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในระบบเตือนภัยที่ดำเนินการโดยเทคโนโลยีการตรวจวัดความชื้นในดินและส่งข้อมูลจากระยะไกล

1.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดดินถล่ม

ปัจจัยการเกิดดินถล่ม [1] สามารถแบ่งออกได้หลัก ๆ 4 ประการ ดังนี้คือ

1.สภาพธรณีวิทยาโดยปกติชั้นดินที่เกิดการถล่มลงมาจากภูเขา เป็นชั้นดินที่เกิดจากการผุกร่อนของหิน ทำให้เกิดเป็นดิน โดยหินแต่ละชนิดเวลาผุจะให้ชนิดและความหนาของดินที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากชั้นหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่นหินแกรนิตจะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว และให้ชั้นดินหนาเป็นต้น

2.สภาพภูมิประเทศลักษณะภูมิประเทศเป็นผลที่เกิดจากขบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก การผุพังที่แตกต่างกันของชั้นหินและลักษณะการวางตัวของโครงสร้างชั้นหิน ซึ่งเป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อเสถียรภาพของดินบนภูเขา ค่าความลาดชันจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเสถียรภาพของดินที่อยู่บนภูเขา ยิ่งบริเวณใดที่มีความลาดชันสูงยิ่งมีโอกาสที่ดินจะเกิดการสูญเสียเสถียรภาพและเคลื่อนที่ลงมาตามลาดชันของภูเขาได้สูง นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นร่องเขาหน้ารับน้ำฝนและเป็นบริเวณที่น้ำฝนไหลมารวมกันจะทำให้ปริมาณน้ำในมวลดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

3.ปริมาณน้ำฝนดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทยจะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลานาน โดยน้ำฝนจะไหลซึมลงไปในชั้นดินจนกระทั่งชั้นดินชุ่มน้ำ และไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ เนื่องจากความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (Piezometric head) เป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของเม็ดดิน (Pore Pressure) ทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง ส่งผลให้ดินมีกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินลดลงและถ้าหากปริมาณน้ำในมวลดินเพิ่มขึ้นจนมวลดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำจะเกิดการไหลบนผิวดินและกัดเซาะหน้าดิน และลาดดินเริ่มมีการเคลื่อนตัวตามระนาบของการเคลื่อนตัวของดิน และถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานออกไป น้ำจะไหลลงไปในระนาบของรอยการเคลื่อนตัวและชะล้างเม็ดดินที่เป็นดินเหนียวออกไปตามแนวระนาบทำให้ค่าแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินบริเวณระนาบการเคลื่อนตัวลดลงไปอย่างมากก่อให้เกิดดินถล่มลงมาตามความลาดชันของไหล่เขา

4.สภาพสิ่งแวดล้อม จากบันทึกเหตุการณ์ดินถล่ม
ในอดีต พบว่าพื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภูเขาสูงชันและหลาย ๆ พื้นที่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดินที่มีรากไม้ยึดเกาะจะมีค่าแรงยึดเหนียวระหว่างเม็ดดินมากกว่าดินที่ไม่มีรากไม้ ซึ่งทำให้ค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากรากพืชที่แทรกตัวในเนื้อดิน จะแทรกซอนผ่านแนวระนาบเฉือนของพื้นราบ ซึ่งจะช่วยรับแรงดึงและยึดโครงสร้างดินทำให้ดินมีค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินสูงขึ้นการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินจะมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับคุณสมบัติ ความหนาแน่นของรากพืช

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาวาเอกอนุสรณ์ ยังคุ้มญาติ และคณะ[2] ได้ทำการวิจัยการประยุกต์ระบบเฝ้าระวังภัยดินถล่ม โดยปัจจัยสภาพอากาศ แรงดันน้ำใต้ดิน และการเคลื่อนตัวของดินโดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนเนื่องจากดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากน้ำฝนเป็นปัจจัยกระตุ้นสุดท้าย เมื่อเราพิจารณาตั้งแต่เริ่มฝนตกในพื้นที่ที่มีต้นไม้ปกคลุม ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งจะถูกกักไว้ด้วยต้นไม้ ก่อนที่จะไหลซึมสู่ดินในขณะที่ถ้าหน้าดินปราศจากพืชปกคลุม เม็ดฝนจะกระแทกเม็ดดินจนกระเด็น

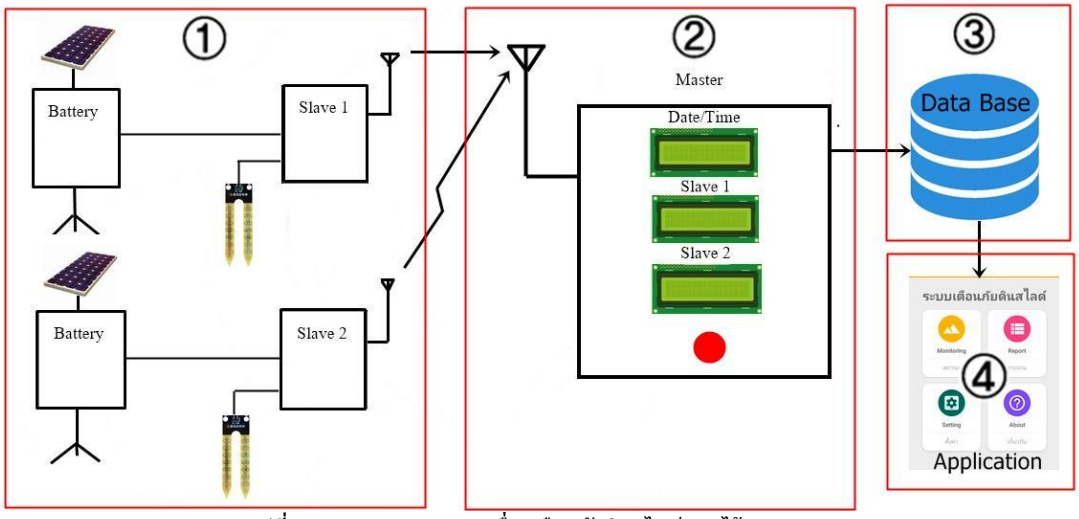
หลุด ร่วมกับน้ำไหลบ่าพัดพาทำให้เกิดการกัดเซาะ รวมทั้งน้ำซึมลงสู่ดินอย่างรวดเร็วเพราะไม่มีพืชดูดซับไว้ เมื่อฝนตกหนักต่อเนื่องยาวนานจะเกิดแรงดันน้ำในโพรงดิน (Pore water pressure) สูงขึ้นเรื่อย จากระดับตื้นไปลึก และเมื่อแรงดันน้ำสูงขึ้นมากในบริเวณที่เรียกว่าแนวการเคลื่อนพัง (Failure surface) ดินจะอ่อนตัวจนรับน้ำหนักตัวเองไม่ได้ จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญ ในสภาวะที่ฝนตกไม่หนักมาก แรงดันน้ำจะมีค่าติดลบ นั่นคือดินที่ยังไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ แต่เมื่อน้ำฝนไหลซึมลงสู่ลาดดินเป็นปริมาณมาก น้ำในโพรงดินจะมีแรงดันสูงมากขึ้นจนมีค่าเป็นบวก ซึ่งจะผลักอนุภาคดินให้ห่างออกจากกัน และเมื่อแรงดันน้ำสูงขึ้นเกือบถึงผิวดินจะทำให้ดินมีความอ่อนตัวมากเกือบเป็นของเหลว ลาดดินเริ่มเคลื่อนตัวและไหลลงมาตามแรงโน้มถ่วงเกิดเป็นดินโคลนถล่มดังในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ความเสียหายจากน้ำป่าและโคลนบ้านต้นขนุน ตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์

รองศาสตราจารย์ ดร.อภินิติ (2551) ได้ศึกษาและติดตามลักษณะแรงดันน้ำในลาดภูเขาและปริมาณน้ำฝน พบว่าบางกรณีแรงดันน้ำในดินอาจค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในวันฝนตกน้อยมากหรือฝนไม่ตกเลย เนื่องจากน้ำจะใช้เวลาในการซึมลงสู่ดินในระดับลึก และมักพบว่าหากฝนตกหนักมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน ก็จะเกิดระดับน้ำใต้ดินขึ้นมา และหลังฝนหยุดตกไปแล้วประมาณ 1-2 วันน้ำก็ยังสะสมอยู่ในลาดชันและอาจเพิ่มขึ้นสูงได้อีกหากมีน้ำฝนเพียงเล็กน้อยเติมลงมา ดังนั้นเวลาวิกฤติที่ดินจะถล่มอาจเป็นวันที่มีฝนตกน้อยก็ได้ หากค่าความชื้นในดินที่สะสม 2-3 วันก่อนหน้ามีค่ามาก เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น กรณีที่เป็นดินเหนียวทึบน้ำ ๆ จึงซึมลงไปได้ช้า หรือเป็นการไหลของน้ำใต้ดินจากภูเขาด้านบนซึ่งต้องใช้เวลา ดังนั้นการเตือนภัยดินถล่มโดยอาศัยเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนควรจะพิจารณาทั้ง ค่าน้ำฝนรายวันและค่าน้ำฝนสะสมก่อนหน้าด้วยสมมุติฐานว่าน้ำฝนที่ตกไปแล้วนานเกินกว่า 3 วันที่แล้วจะระบายออกไปจากลาดจนแทบไม่มีอิทธิพลต่อน้ำในดินซึ่งน้ำฝนที่ทำให้เกิดดินถล่ม จะแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือระดับที่ 1 ระดับที่อาจมีดินถล่มเฉพาะจุดที่เสี่ยงมาก ๆ เช่น บริเวณที่ตัดเขาให้มีความชันมากหรือมีการกัดเซาะรุนแรงอยู่แล้ว โดยดินอาจถล่มเมื่อน้ำฝนหนึ่งวันบวกกับน้ำฝนสะสม 3 วัน ได้มากกว่า 150 มิลลิเมตร และระดับที่ 2 คือระดับที่อาจมีดินถล่มหลายจุดเป็นบริเวณกว้างรวมกับน้ำป่าไหลหลาก เมื่อน้ำฝน 1 วัน กับน้ำฝนสะสม 3 วันรวมแล้วมากกว่าประมาณ 300 มิลลิเมตร หรือมีค่าสูงกว่าน้ำฝนวิกฤติปริมาณน้ำฝนรายวันและน้ำฝนสะสม สามารถใช้คาดการณ์โอกาสเกิดดินถล่มได้ในเบื้องต้นความถูกต้องของการคาดการณ์จะขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ ซึ่งขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดหิน รอยแตกของหิน ระดับน้ำใต้ดิน สภาพป่าไม้ ฯลฯ การตรวจวัดแรงดันน้ำในโพรงดิน เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยบอกระดับความปลอดภัยของที่ลาดได้ละเอียดขึ้น แต่ก็ยังเป็นการวัดเฉพาะจุดเท่านั้น

วิธีดำเนินการ

เครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายในขั้นตอนแรกจะเริ่มจากศึกษา หาข้อมูลเกี่ยวกับดินสไลด์ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดค่าความชื้นในดินโดยอาศัยหลักการใช้เทคโนโลยีการตรวจวัดความชื้นในดินและศึกษาอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะนำมาควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายหลังจากนั้นจึงเริ่มทำการวางแผนและออกแบบโครงสร้างออกแบบการทำงานของวงจรและเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆโดยจะใช้บอร์ด ESP-8266 และบอร์ด Arduino UNO R3 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายทั้งหมด

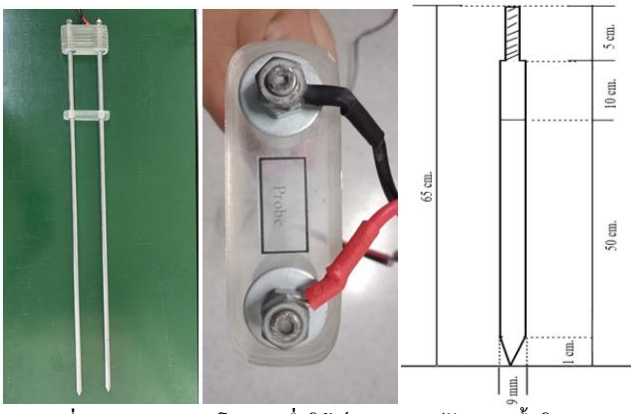


รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สาย

ส่วนที่หนึ่งเครื่องลูกข่ายเป็นเครื่องที่วัดค่าแรงดันจากโพรบแล้วส่งค่าไปที่เครื่องแม่ข่ายโดยการส่งสัญญาณแบบไร้สายและมีระบบโซล่าเซลล์ ซึ่งเป็นตัวจ่ายไฟเลี้ยง 9 โวลต์ไปเลี้ยงวงจรเครื่องลูกข่ายเพื่อให้ทำงานวัดค่าได้โดยมีโพรบเป็นเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัววัดค่าแรงดันในดิน ส่วนที่สองเครื่องแม่ข่ายใช้รับข้อมูลแบบไร้สายจากเครื่องลูกข่ายการแสดงผลทางหน้าจอแอลซีดี จะใช้จอขนาด 16 x 2 ใช้ทั้งหมด 3 จอ โดยจะแสดงค่าความชื้นในดินและความเสี่ยงจำนวน 2 จอ และอีก 1 จอจะใช้แสดงวันที่และเวลาและมีบัสเซอร์และสัญญาณไฟกระพริบ ไว้สำหรับการแจ้งเตือน แล้วส่งค่าความชื้นในดินไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล ส่วนที่สามเป็นฐานข้อมูลทำหน้าที่เก็บข้อมูลค่าความชื้นในดินที่เครื่องแม่ข่ายส่งไปบันทึกไว้บนฐานข้อมูล และเก็บค่าการตั้งค่าการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชัน และส่วนสุดท้ายเป็นแอปพลิเคชันจะทำหน้าที่แสดงค่าของความชื้นในดินของเครื่องลูกข่ายทั้งสองเครื่องและแจ้งเตือนความเสี่ยงให้กับผู้ใช้งานทั้งนี้ผู้ใช้สามารถป้อนค่าแจ้งเตือนได้

2.1 โพรบของเครื่องลูกข่าย

โพรบจะเป็นเซนเซอร์ที่เชื่อมกับเครื่องลูกข่าย อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าภายในดินและอาศัยหลักการทำงานของวงจรวีทสโตนบริดจ์เพื่อเปลี่ยนค่าความต้านทานในดินเป็นแรงดันไฟฟ้านำแรงดันที่ได้ส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นค่าความชื้นในดิน ซึ่งโพรบมีลักษณะเป็นสแตนเลสแท่งกลมปลายแหลมที่ใช้ฝังหรือเสียบลงภายในดิน ขาของโพรบข้างหนึ่งจะทำหน้าที่ปล่อยแรงดันและอีกข้างจะทำการวัดค่า การวัดค่านั้นจะใช้แรงดันไฟตรงขนาด 5.5 โวลต์ที่วัดได้จากทริมพอร์ต การหาค่าความชื้นในดินซึ่งจะมีการหมุนปรับค่าให้ค่าของเซนเซอร์ที่วัดในดินมีค่าเสถียร และใกล้เคียงกับเครื่องวัดมาตรฐานมากที่สุด

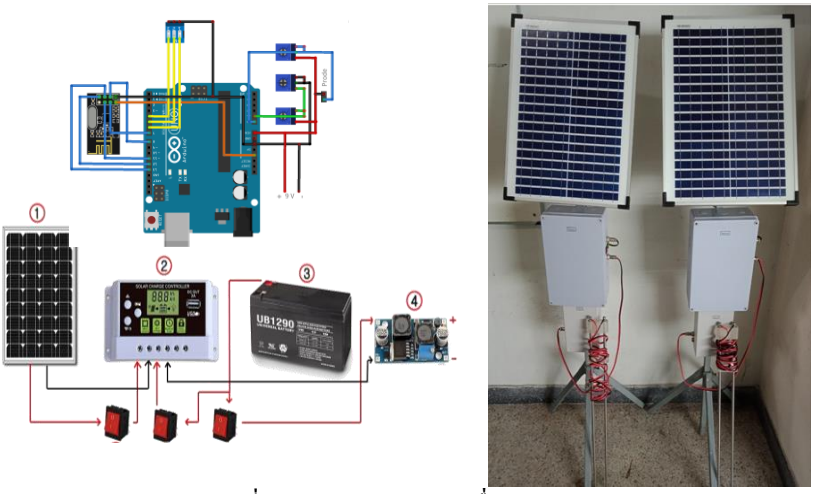


รูปที่ 3 การออกแบบโพรบ เพื่อใช้เป็นเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

โพรบที่ใช้เป็นเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน ดังในรูปที่ 3 ในการออกแบบนั้นจะมีขนาดความยาว 65 เซนติเมตร ความกว้าง 0.9 เซนติเมตรและส่วนปลายด้านบนที่เป็นเกลียวมีความยาว 5 เซนติเมตร โดยส่วนบนจะถูกยึดให้อยู่คู่กันด้วยอะคิลิคหนาหลายชั้นและมีอะคิลิคที่สามารถปรับขึ้นปรับลงได้เพื่อใช้ยึดคู่ระหว่างขา ส่วนปลายบนสุดจะถูกติดสายไฟเพื่อไว้เชื่อมต่อไปยังเครื่องลูกข่ายโดยการวัดค่าจะใช้แรงดันไฟที่ 5.5 โวลต์เพื่อใช้วัดโดยฝั่งสายสีแดงจะเป็นตัวจ่ายแรงดัน และสายสีดำจะทำการวัดค่า

2.2 เครื่องลูกข่าย

เครื่องลูกข่าย (Slave) ตามรูปที่ 4 จะใช้บอร์ด Arduino UNO R3 เป็นบอร์ดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด และใช้โมดูล NRF24L01 ในการส่งข้อมูลไร้สายให้กับเครื่องแม่ข่าย และใช้ดิฟสวิตช์เป็นตัวเลือกชนิดดิน และใช้ทริมพอร์ตในการปรับค่าแรงดันวัดความชื้นในดิน การทำงานของเครื่องลูกข่ายจะมีดิฟสวิตช์เพื่อเป็นการเลือกชนิดของดิน3 ชนิดได้แก่ ดินร่วน, ดินเหนียว และดินลูกรัง เมื่อทำการเชื่อมต่อโพรบกับเครื่องลูกข่ายแล้ว เครื่องลูกข่ายจะทำการอ่านค่าแรงดันจากโพรบแล้วส่งค่าความชื้นในดินที่อ่านได้ส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย โดยส่งผ่านโมดูลไร้สาย NRF24L01



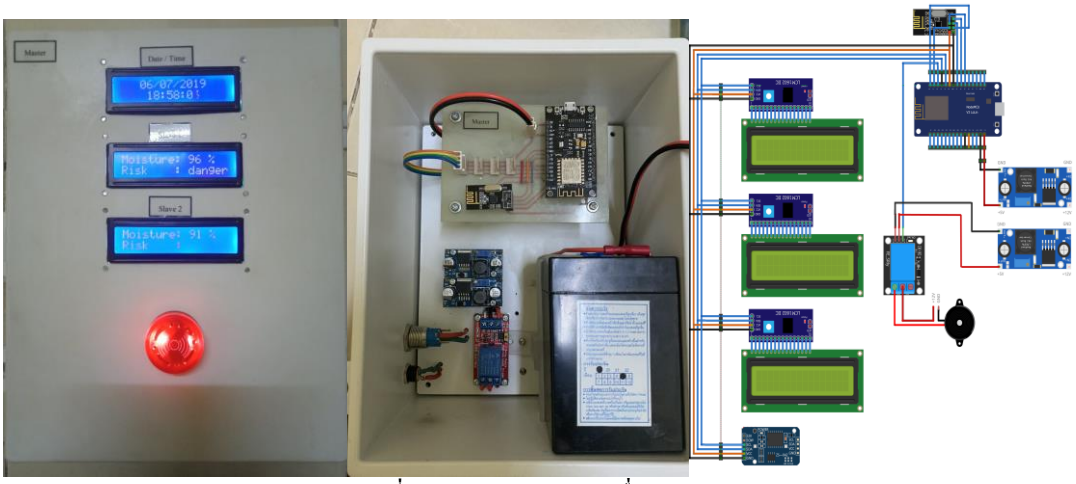
รูปที่ 4 วงจรการทำงานของเครื่องลูกข่าย

อีกส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องลูกข่ายจะมีระบบไฟเลี้ยง ที่มีแผงโซล่าเซลล์(หมายเลข1)เป็นแผงชนิดผลึกโพลีซิลิกอนขนาด 20 วัตต์ใช้รับพลังงานแสงอาทิตย์และใช้วงจรชาร์จ(หมายเลข2)ในการควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์(หมายเลข3) ซึ่งใช้เป็นแหล่งเก็บพลังงานและปล่อยพลังงานตอนที่ไม่มีการรับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ 14 ชั่วโมง และมีโมดูล LM2596HV (หมายเลข4)ทำหน้าที่แปลงไฟจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ให้เหลือไฟ 9 โวลต์เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องลูกข่าย

2.3 เครื่องแม่ข่าย

เครื่องแม่ข่าย(Master) ตามรูปที่ 5 จะมีบอร์ด ESP-8266 เป็นบอร์ดหลักที่ใช้ควบคุมการทำงานการส่งข้อมูลไร้สายโดยใช้โมดูล NRF24L01 ในการรับข้อมูลจากเครื่องลูกข่าย โดยมีแอลซีดีในการแสดงผล และใช้โมดูลนาฬิกา DS3231 RTC ในการตั้งเวลา จะใช้รีเลย์ในการควบคุมบัสเซอร์และสัญญาณไฟกระพริบ และในส่วนการจ่ายไฟเลี้ยงจะใช้โมดูล LM2596HV แปลงไฟจากแบตเตอรี่ให้เหลือ 9 โวลต์ จ่ายไฟให้วงจรเครื่องแม่ข่าย

การทำงานของเครื่องแม่ข่าย ขั้นตอนแรกจะทำการเชื่อมต่อ Wi-Fi และฐานข้อมูลก่อนแล้วจึงเริ่มอ่านค่าแรงดันที่ได้จากเครื่องลูกข่าย โดยรับข้อมูลผ่านโมดูลไร้สายเมื่อเครื่องแม่ข่ายได้รับค่าแรงดันก็นำค่ามาแปลงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น แล้วทำการอ่านค่าจากโมดูลเวลาเพื่อนำไปแสดงบนจอแอลซีดี จากนั้นระบบจะทำการอ่านค่าการแจ้งเตือนบนฐานข้อมูล เมื่อเสร็จขั้นตอนการรับค่าและแปลงค่าแล้ว จะส่งข้อมูลทั้งหมดไปแสดงบนจอแอลซีดี

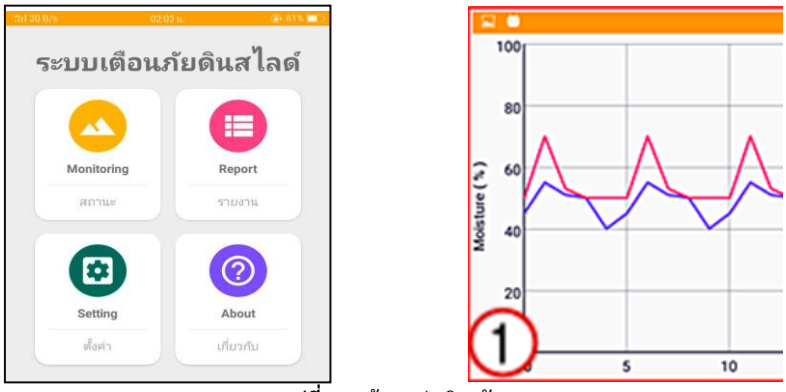


รูปที่ 5 วงจรการทำงานของเครื่องแม่ข่าย

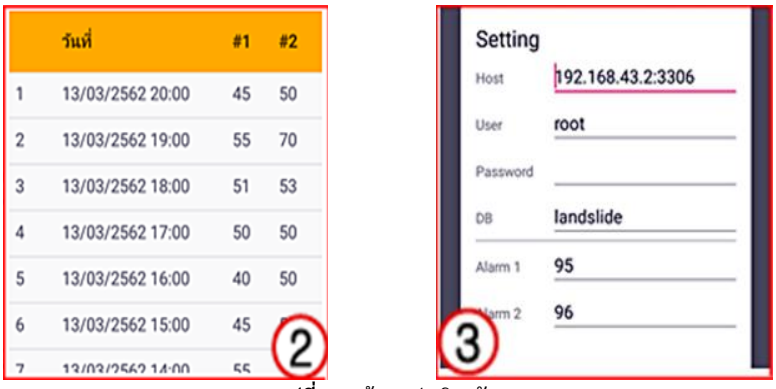
โดยกำหนดให้ แอลซีดีตัวที่หนึ่ง(LCD1)เป็นการแสดงวันที่และเวลา แอลซีดีตัวที่สอง(LCD2)เป็นตัวแสดงผลที่อ่านได้จากเครื่องลูกข่ายตัวที่หนึ่ง และแอลซีดีตัวที่สาม(LCD3) เป็นตัวแสดงผลที่อ่านได้จากเครื่องลูกข่ายตัวที่สองโดยมีเงื่อนไขการแจ้งเตือนที่ได้จากการอ่านค่าบนฐานข้อมูลและเมื่อถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้แสดงคำว่า "Danger (อันตราย)" เมื่อมีการแจ้งเตือนขึ้นระบบจะส่งค่าไปให้บัสเซอร์และสัญญาณไฟกระพริบเริ่มทำงาน และขั้นสุดท้ายเครื่องแม่ข่ายจะทำการส่งค่าความชื้นในและชนิดดินไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงที่แอปพลิเคชัน

2.4 แอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 6 และ 7 จะเป็นหน้าตาของแอปพลิเคชัน โดยแบ่งออกเป็น 4 เมนู หมายเลขที่1 Monitoring ทำการแสดงข้อมูลค่าความชื้นในรูปของกราฟเส้น หมายเลขที่2 Report แสดงข้อมูลในรูปแบบตารางโดยประกอบด้วย ลำดับที่, วันที่และเวลา, ความชื้นลูกข่าย1, ความเสี่ยงลูกข่าย1, ความชื้นลูกข่าย2 และความเสี่ยงลูกข่าย2 หมายเลขที่3Settingเป็นการตั้งค่าไอพีอินเทอร์เน็ต, ชื่อผู้ใช้งาน, พาสเวิร์ด และชื่อฐานข้อมูล และในส่วนของอะลาร์ม1 และอะลาร์ม2 จะเป็นการตั้งค่าการแจ้งเตือนและหมายเลขที่ 4 About จะแสดงข้อมูลผู้จัดทำและเกี่ยวกับแอปพลิเคชัน



รูปที่ 6 หน้าแอปพลิเคชัน



รูปที่ 7 หน้าแอปพลิเคชัน

ผลการดำเนินงาน

ผลที่ได้จากการออกแบบสร้างเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สาย สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดในการออกแบบรับส่งข้อมูลได้ระยะ50 เมตร ในส่วนของการวัดค่าโดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในการตรวจวัดหาความชื้นในดิน ซึ่งค่าที่ได้ออกมาจะเป็น %RH ส่วนของการแสดงผลมีการแสดงผลค่าความชื้น และ ความเสี่ยงของการเกิดดินสไลด์มาแสดงผ่านหน้าจอแอลซีดี และมีการส่งค่าไปไว้ที่ฐานข้อมูลแล้วขึ้นแสดงข้อมูลออกผ่านแอปพลิเคชัน

การทดสอบการวัดความชื้นในดิน จะทำการเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานกับเครื่องที่ได้ทำการสร้างดังรูปที่ 8 โดยเครื่องมือวัดความชื้นในดินที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรุ่น ETP306 / JEDTO ในการทดสอบจะทดสอบกับดินทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว ดินลูกรัง โดยจะทำการทดสอบดินแต่ละชนิดจำนวน 10 ครั้ง

รูปที่ 8 การทดสอบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์ กับ เครื่องวัดมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์ กับ เครื่องวัดมาตรฐาน

	ดินร่วน		ดินเหนียว		ลูกรัง	
	เครื่องวัดมาตรฐาน (%RH)	เครื่องลูกข่าย (%RH)	เครื่องวัดมาตรฐาน (%RH)	เครื่องลูกข่าย (%RH)	เครื่องวัดมาตรฐาน (%RH)	เครื่องลูกข่าย (%RH)
1	57	56	48	47	57	56
2	82	81	61	60	91	90
3	46	45	75	73	63	61
4	61	60	50	49	47	47
5	79	79	89	89	73	71
6	53	51	95	94	87	86
7	45	44	82	80	51	49
8	68	66	68	65	67	65
9	74	72	57	56	49	49
10	51	51	45	43	58	57

จากการทดสอบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐานนั้น พบว่าเครื่องเตือนภัยดินสไลด์มีค่าความผิดพลาด 1.91 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความเสี่ยงที่จะเกิดดินสไลด์ความชื้นในดินจะต้องมีค่าอยู่ที่ 90-100 เปอร์เซ็นต์ (อภินิติ โชติสังกาศ, 2555)

สรุปผลการดำเนินงาน

เครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายประกอบไปด้วย 4 ส่วน ส่วนแรกคือเครื่องลูกข่ายจะมีโพรบใช้เป็นเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน ส่วนที่สองเป็นเครื่องลูกข่ายที่มีระบบโซล่าเซลล์ทำหน้าที่ชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้แบตเตอรี่เพื่อเป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับเครื่องลูกข่าย ส่วนที่ 3 คือเครื่องแม่ข่ายทำหน้าที่รับข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลความชื้นในดินที่เครื่องลูกข่ายส่งมาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล และแจ้งเตือนความเสี่ยงเมื่อค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด และส่วนที่ 4 คือแอปพลิเคชันจะทำหน้าที่แจ้งเตือนค่าความชื้นที่มีค่าตามเกณฑ์ ที่กำหนด และภายในแอปพลิเคชันจะมีการแสดงกราฟ ข้อมูลความชื้น วันที่ เวลา ของเครื่องลูกข่าย จากการทดสอบเครื่องเตือนภัยดินสไลด์แบบไร้สายเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานนั้น มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดคือ 1.91 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่สนับสนุนให้ ทำการวิจัย ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อภินิติ โชติสังกาศ สาขาวิชาวิศวกรรมปฐพี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ข้อมูลในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ไกรโรจน์ มหรรณพกุล, ดร.อภินิติ โชติสังกาศ.(2558). *การทำนายค่าแรงดันน้ำช่องว่างดินจากปริมาณน้ำฝนกรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 1009 ดอยอินทนนท์*, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19. ขอนแก่น ประเทศไทย

ดร.อภินิติ โชติสังกาศ.(2551) *การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมดินถล่ม*. การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน, 28 - 29 มกราคม 2008, ขอนแก่น ประเทศไทย

เสวก จีนโต, อภินิติ โชติสังกาศ. (2562) *การประยุกต์ระบบวัดความชื้นดินเพื่อการวัดความสมบูรณ์ของโครงสร้างชั้นทางเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์.* การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 24. อุดรธานี ประเทศไทย

อภินิติ โชติสังกาศ และคณะ.(2555). *การติดตามลักษณะแรงดันน้ำลาดภูเขาและปริมาณน้ำฝน.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

Y. Anusor and Research team.(2014). *Water pressurein the soil cavity*. Research and Development for Landslide Protection on Highland Slope Project under the King Initiation. Thailand.

แนวทางการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย

อรสา โพธิ์ชัยประดิษฐ์[1*] กันยานุช เทาประเสริฐ[2] และยิ่งยง เทาประเสริฐ[3]

Guidelines for caring hypertension patients with Thai Traditional Medicine wisdom

Orasa Phochaipradit[1*], Kanyanoot Taoprasert[2] and Yingyong Taoprasert[2]

[1]การแพทย์แผนไทยมหาบัณฑิตวิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ตำบลบ้านดู่ จังหวัดเชียงราย 57100

[2]วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ตำบลบ้านดู่ จังหวัดเชียงราย 57100

[1]Master of Traditional Medicine(M.TM.), School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang RaiRajabhat University, Bandoo District,Chiang Rai Province, Postal Code 57100

[2]School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang RaiRajabhat University, Bandoo District,Chiang Rai Province, Postal Code 57100

*Corresponding author. krataejojae@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย โดยการตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงในตำราการแพทย์แผนไทยดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่าตามภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยไม่ปรากฏชื่อโรคความดันโลหิตสูง แต่พบเพียงการอธิบายถึงลักษณะอาการที่สอดคล้องกับอาการของโรคความดันโลหิตสูง ได้แก่ อาการปวดศีรษะและวิงเวียนศีรษะ นอกจากนี้ยังพบว่าอาการเหล่านี้สอดคล้องกับลักษณะอาการที่เกิดจากลมขึ้นเบื้องสูงและโลหิตตีขึ้นในทางการแพทย์แผนไทย ซึ่งลักษณะอาการเหล่านี้มีสาเหตุมาจากลมกำเริบ โดยแนวทางในการดูแลหรือการแก้อาการเหล่านี้ในทางการแพทย์แผนไทยมีการกล่าวถึงการใช้ยาสมุนไพรรสร้อน เพื่อไปจัดการกับลมโดยการขับลมและกระจายลมให้สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ และใช้การนวดเพื่อบริหารเลือดลมให้ไหลเวียนได้ตามปกติ รวมทั้งการปรับพฤติกรรมการอยู่การกินให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนไทย

คำสำคัญ: ความดันโลหิตสูง โอกาสดูแล ลมกำเริบ

Abstract

This documentary research focuses on the guidelines for hypertension patients with Thai Traditional Medicine knowledge by determining the knowledge in Thai Traditional Medicine textbooks. The results indicated that the name of hypertension are not found in the Thai Traditional Medicine knowledge, but the symptoms involved with hypertension including headache and dizziness were mentioned.Moreover, these symptoms related with ascending wind and blood in Thai Traditional Medicine. There symptoms are caused by increasing of wind element. The way for caring or treatment of there symptoms is using hot flavour herb that can drive and disperse wind back to normal function. Nuad-Thai therapy was used to manage blood wind for normal blood circulation. Besides, improving Thai way of living and eating behaviors is very useful.

Keywords: High blood pressure, Care opportunity, Increasing of wind

บทนำ

สถานการณ์ความดันโลหิตสูงในประเทศไทยพบว่าปีพ.ศ. 2556-2560 มีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้นจาก 3,936,171 คนเป็น 5,597,671 คน (กรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ กลุ่มพัฒนาระบบสาธารณสุข, 2561) และปัจจุบันเป็นโรคที่รักษาไม่หาย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2557) ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาของการแพทย์แผนปัจจุบันเป็นการดูแลรักษาแบบประคับประคอง คือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการใช้ยาควบคุมระดับความ

ดันโลหิต (พีระ บูรณะกิจเจริญ และคนอื่น ๆ, 2558 : 15-19) จากสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลทำให้รัฐบาลต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาผู้ป่วยมากขึ้น ดังปรากฏข้อมูลค่าใช้จ่ายในการรักษาของกรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุขในปี พ.ศ. 2559 พบว่าผู้ป่วยนอกมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยรายละ 831 บาท ส่วนผู้ป่วยในมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยรายละ 4,586 บาท และคาดการณ์ว่าหากมีผู้ป่วยจำนวน 10 ล้านคนต่อปี รัฐบาลจะต้องเสียค่าใช้จ่ายปีละ 79,263 ล้านบาท (กระทรวงสาธารณสุข กรมการแพทย์ สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์, 2557 : 12)

เพื่อแก้ไขปัญหาสุขภาพของประชาชนรัฐบาลจึงได้แสวงหาทางเลือก โดยหันมาส่งเสริมและสนับสนุนการพึ่งพาภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร ซึ่งได้กำหนดเป็นแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทยฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564 และสอดคล้องกับหน้าที่ของรัฐในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพ.ศ. 2560 มาตรา 55 ว่ารัฐต้องดำเนินการให้ประชาชนได้รับบริการสาธารณสุขที่มีประสิทธิภาพอย่างทั่วถึง เสริมสร้างให้ประชาชนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการพัฒนาภูมิปัญญาด้านแพทย์แผนไทยให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แนวทางการแก้ปัญหาจากโรคความดันโลหิตสูงที่เป็นอยู่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการแสวงหาทางเลือกในการเยียวยารักษาตนเองของผู้ป่วยจำนวนมาก โดยคาดหวังว่าจะรักษาโรคนี้ให้หายขาดหรือหาวิธีการป้องกันการเกิดโรคนี้ด้วยทางเลือกอื่น ๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์สมุนไพร กระทั่งเกิดกระแสนิยมผลิตภัณฑ์สมุนไพรและการแพทย์แผนไทย จึงเป็นโอกาสให้ผู้ผลิตหรือผู้ขายผลิตภัณฑ์สมุนไพรโฆษณาผลิตภัณฑ์ในลักษณะโอ้อวดสรรพคุณ ทั้งในรูปแบบการขายตรง การโฆษณาผ่านทางวิทยุชุมชน โทรทัศน์ อินเทอร์เน็ต ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นยังมีการรับรองหรือยกย่องสรรพคุณโดยบุคคล คณะบุคคลหรือสถาบัน ซึ่งมักอ้างอิงข้อมูลผลการวิจัยสรรพคุณจากสารสำคัญของพืชสมุนไพรในระดับหลอดทดลองและระดับสัตว์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ของหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ รวมทั้งอาศัยความน่าเชื่อถือของผู้มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในสังคมมาช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สมุนไพร ซึ่งมีการกล่าวถึงสรรพคุณในการรักษาโรคความดันโลหิตสูง

จากสถานการณ์ข้างต้นทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ยังรู้ไม่เท่าทันกับการโฆษณาผลิตภัณฑ์สมุนไพรดังกล่าว ซึ่งมีทั้งตำรับยาแผนไทยและผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่พัฒนาจากสมุนไพร โดยมีการบิดเบือนข้อมูลเกี่ยวกับสรรพคุณของผลิตภัณฑ์สมุนไพรทำให้ประชาชนเกิดความสับสนหรือหลงเชื่อข้อมูลตามการโฆษณาจนทำให้เสียโอกาสในการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในทางการแพทย์แผนปัจจุบัน ในขณะที่ความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงของการแพทย์แผนไทยยังไม่ได้ถูกรวบรวมไว้ ดังนั้นการจะใช้ประโยชน์จากภูมิปัญญาดั้งเดิมของไทยนั้นจำเป็นต้องมีการรวบรวมความรู้ดั้งเดิมที่ปรากฏในเอกสารตำราการแพทย์แผนไทย เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงตามแนวคิดทฤษฎีของการแพทย์แผนไทย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. แหล่งข้อมูลที่ศึกษา คือตำราการแพทย์แผนไทยที่มีการบันทึกหลักฐานความรู้ดั้งเดิมไว้ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 ขึ้นไป ซึ่งเป็นตำราที่มีการบันทึกความรู้เนื้อหาในช่วงสมัยกรุงศรีอยุธยาจนกระทั่งถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น ได้แก่

1) คัมภีร์ธาตุพระนารายณ์ฉบับใบลาน

2) ตำราพระโอสถรัชกาลที่ 2 และตำราโรงพระโอสถ

3) จารึกวัดราชโอรสารามราชวรวิหาร

4) ศิลาจารึกวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม

5) ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวงรัชกาลที่ 5

6) ตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ของพระยาพิศณุประสาทเวช

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา แบบบันทึกข้อมูลการเปรียบเทียบอาการโรคความดันโลหิตสูงกับอาการที่ปรากฏในตำราการแพทย์แผนไทย

3. ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1) ประมวลความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูง

1.1) ประมวลความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงจากตำราการแพทย์แผนปัจจุบัน

1.2) ประมวลความรู้เกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงจากตำราการแพทย์แผนไทย

2) ตรวจสอบวิเคราะห์อาการข้อบ่งชี้ สาเหตุปัจจัยการเกิดโรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

3) วิเคราะห์แนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยมีทั้งหมด 3 ส่วน คือ 1) โรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนปัจจุบัน 2) โรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย 3) แนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. โรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนปัจจุบัน

โรคความดันโลหิตสูงเกิดจากแรงดันเลือดขณะที่หัวใจบีบตัวสูงขึ้น ซึ่งมีเหตุปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกายตามอายุที่มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ เป็นต้น โดยโรคความดันโลหิตสูงถูกจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) ความดันโลหิตสูงชนิดปฐมภูมิ เป็นความดันโลหิตสูงที่ไม่พบโรคหรือภาวะผิดปกติหรือสิ่งที่เป็นต้นเหตุ ความดันโลหิตสูงชนิดปฐมภูมิพบได้กว่าร้อยละ 95 ของผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงทั้งหมด ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะเริ่มเป็นเมื่ออายุประมาณ 25-55 ปี แต่จะพบมากในผู้ที่อายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป และยิ่งอายุมากขึ้นก็มีโอกาสพบได้มากขึ้น ส่วนใหญ่โรคความดันโลหิตสูงในผู้สูงอายุมักเป็นชนิดปฐมภูมิ 2) ความดันโลหิตสูงชนิดทุติยภูมิ เป็นความดันโลหิตสูงที่ตรวจพบโรคหรือภาวะผิดปกติหรือสิ่งที่เป็นต้นเหตุ เช่น โรคไต ไตอักเสบ ไตวาย หลอดเลือดไตตีบ หลอดเลือดแดงใหญ่ตีบ ลิ้นหัวใจเอออร์ติกรั่ว เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ป่วยที่เป็นมักไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ ปรากฏ แต่ผู้ป่วยส่วนน้อยอาจมีอาการปวดมึนท้ายทอย ตึงที่ต้นคอ วิงเวียน ซึ่งมักมีอาการในช่วงตื่นนอน หรือบางรายอาจมีอาการปวดศีรษะ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย ใจสั่น เจ็บหน้าอก ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงพบว่าระดับความดันโลหิตมีค่าตั้งแต่ 140/90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป (สุรเกียรติ อาชานานุภาพ, 2551 : 682-683) แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูง ได้แก่ การใช้ยาร่วมกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (พีระ บูรณะกิจเจริญ และ คนอื่น ๆ, 2558 : 15-29) อย่างไรก็ตามโรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคเรื้อรังที่ต้องมีการรักษาโดยการใช้ยาแผนปัจจุบันในการควบคุมและรักษาแบบประคับประคอง (กระทรวงสาธารณสุข กรมการแพทย์ สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์, 2557) เพื่อควบคุมความดันโลหิตให้อยู่ในระดับปกติและป้องกันภาวะแทรกซ้อน

2. โรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

จากการตรวจสอบความรู้ในตำราการแพทย์แผนไทยดั้งเดิม 6 แหล่งซึ่งมีจำนวน 33 คัมภีร์ พบว่าไม่ปรากฏ "ชื่อโรคความดันโลหิตสูง" แต่พบเพียงการกล่าวถึงลักษณะอาการที่ใกล้เคียงหรือสอดคล้องกับอาการของโรคความดันโลหิตสูง เช่น อาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก ซึ่งเป็นอาการที่มีความสัมพันธ์กับธาตุลมแปรปรวนในลักษณะของลมกำเริบ ลมขึ้นเบื้องสูง วาโยกำเริบ โลหิตตีขึ้น โดยลักษณะเหล่านี้พบในคัมภีร์การแพทย์แผนไทยจำนวน 13 คัมภีร์ ได้แก่ คัมภีร์ฉันทศาสตร์ คัมภีร์ชวดาร คัมภีร์สมุฏฐานวินิจฉัย คัมภีร์วรโยคสาร คัมภีร์ธาตุวิวรณ์ คัมภีร์มรณญาณสูตร คัมภีร์ธาตุบรรจบ คัมภีร์โรคนิทาน คัมภีร์มหาโชตรัต คัมภีร์กษัย คัมภีร์แผนนวด คัมภีร์สรรพลักษณะสรรพคุณ คัมภีร์ยา ซึ่งในคัมภีร์เหล่านี้มีการอธิบายถึงลักษณะอาการ สมุฏฐานการเกิดโรคและแนวทางในการเยียวยารักษาโรคไว้ โดยอาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ และเจ็บหน้าอก ในทางการแพทย์แผนไทยเกิดจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุที่สำคัญและสอดคล้องกับสาเหตุการเกิดโรคความดันโลหิตสูงคือเกิดจากลมมากระทำในลักษณะของลมกำเริบ ซึ่งลมตามหลักพุทธปรัชญามีบทบาทหน้าที่ช่วยพัดพาให้เลือด (ของเหลว) ไหลเวียนไปทั่วร่างกายในสภาวะของไหล (Fluid State) หากลมในร่างกายมีมากหรือทำหน้าที่มากกว่าปกติอาจส่งผลให้เลือดไหลเวียนไปส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมากขึ้นเช่นกัน กระทั่งทำให้เกิดโทษในที่สุด ดังคำกล่าวตอนหนึ่งในคัมภีร์ชวดาร ตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 2 หน้า 148-149 ว่า "...แลโลหิตทำพิษตีขึ้นดังนี้ ในคัมภีร์ชวดารว่าแต่กำลังโลหิตไม่ให้ตีขึ้นไปได้ ต่ออาไศรยลมจึงตีขึ้นไปได้ อุประมาเหมือนคลื่นอันอาไศรยลม ๆ กล้า แล้วซัดท่วมขึ้นไปบนฝั่งและภูเขา อันโลหิตตีขึ้นไปให้ชายให้หญิงถึงแก่พินาศนั้น ..."

การแพทย์แผนไทยอาศัยทฤษฎีธาตุของพุทธศาสตร์ในการทำความเข้าใจร่างกายมนุษย์ กลไกการเจ็บป่วยตลอดจนเป็นหลักในการกำหนดกระบวนการในการเยียวยารักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วย โดยร่างกายมนุษย์เกิดจากการทำหน้าที่

ร่วมกันของธาตุทั้ง 5 ได้แก่ ปถวีธาตุ (ธาตุดิน) เป็นสภาวะที่แข็งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่คงรูปของร่างกายเทียบเคียงได้กับสถานะของแข็ง อาโปธาตุ (ธาตุน้ำ) เป็นสภาวะที่เอิบอาบทำหน้าที่ลำเลียงสิ่งต่าง ๆไปหล่อเลี้ยงร่างกายเทียบเคียงได้กับสถานะของเหลว วาโยธาตุ (ธาตุลม) เป็นสภาวะที่พัดไปมาทำหน้าที่พัดพาเลือดลมไหลเวียนไปทั่วร่างกายเทียบเคียงได้กับสถานะของไหล เตโชธาตุ (ธาตุไฟ) เป็นสภาวะที่ร้อนทำหน้าที่ให้พลังงานและความร้อนแก่ร่างกายเทียบเคียงได้กับพลังงานและความร้อนและอากาศธาตุ (ช่องว่างในร่างกาย) ซึ่งหากธาตุไม่สมดุลกันเกิดความผิดปกติก็จะส่งผลให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ได้ ในภาวะความดันโลหิตสูงเป็นการทำบทบาทหน้าที่ของธาตุลม ซึ่งอยู่ในสภาวะของไหลที่พัดพาให้ของเหลวหรือเลือดเกิดการเคลื่อนไหวและไหลเวียนไปทั่วร่างกาย การเกิดโรคความดันโลหิตสูงในทางการแพทย์แผนไทยมองว่าความดันโลหิตสูงเป็นผลจากการทำหน้าที่ของลมในลักษณะที่มากเกินไปเรียกว่า "ลมกำเริบ" นอกจากนี้ยังพบสาเหตุปัจจัยกระตุ้นให้ธาตุลมกำเริบ ได้แก่ อุตุสมุฏฐาน อายุสมุฏฐาน กาลสมุฏฐาน ประเทศสมุฏฐาน และพฤติกรรมก่อโรค โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุตุสมุฏฐาน หมายถึง สาเหตุปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพดินฟ้าอากาศในแต่ละฤดูกาลซึ่งในช่วงฤดูร้อนหรือคิมหันตฤดูมักจะมีสภาพอากาศร้อนจัด ซึ่งอาจส่งผลทำผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีอาการรุนแรงขึ้น แพทย์แผนไทยจึงควรแนะนำให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงการอยู่ท่ามกลางอากาศที่ร้อนจัดเป็นเวลานาน เนื่องจากอาจส่งผลทำให้ธาตุไฟกำเริบซึ่งธาตุไฟเป็นพลังไปกระตุ้นให้ธาตุลมทำหน้าที่มากกว่าปกติและฤดูฝนเป็นฤดูที่มีสภาพอากาศแปรปรวนร้อนชื้นซึ่งกระทบต่อการทำหน้าที่ของธาตุลมได้โดยตรงทั้งนี้ธาตุลมสามารถเกิดการแปรปรวนได้ทั้ง 3 ฤดูขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่มากระตุ้น

อายุสมุฏฐาน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกายในแต่ละช่วงวัยความเสื่อมของร่างกายก็จัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงโดยผู้ป่วยที่จัดอยู่ในกลุ่มปัจฉิมวัยคืออยู่ในช่วงตั้งแต่อายุ 32 ปีหรือจนสิ้นอายุขัยมักเกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคหรืออาการที่เกิดจากลมกำเริบซึ่งตรงกับความรู้ในทางการแพทย์แผนปัจจุบันที่ระบุว่าโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มักพบในผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงวัยสูงอายุ

กาลสมุฏฐาน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของการทำหน้าที่ของธาตุในแต่ละช่วงเวลาของวันโดยทั่วไปโรคความดันโลหิตสูงมักจะมีอาการกำเริบในตอนเช้าซึ่งตรงกับกาล 3 กลางคืนตั้งแต่ 9 ทุ่มถึงย่ำรุ่ง (02.00-06.00น.) ซึ่งในเวลานี้เป็นช่วงที่วาตะหรือลมมักจะกระทำให้เกิดการเจ็บป่วยหากอยู่ในช่วงฤดูร้อนซึ่งในช่วงตอนกลางวันและกลางคืนมักจะมีสภาพอากาศร้อนที่ยาวนานกว่าปกติอาจทำผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีอาการรุนแรงขึ้นได้

ประเทศสมุฏฐาน หมายถึง สาเหตุปัจจัยการเจ็บป่วยจากสภาพแวดล้อมถิ่นที่อยู่สภาพที่อยู่อาศัยและวัฒนธรรมการกินอาหารล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงทั้งสิ้นเช่นหากผู้ป่วยอยู่ในพื้นที่ที่แออัดหรือมีเสียงและกลิ่นรบกวนเป็นประจำก็อาจส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดความเครียดได้หรือหากผู้ป่วยอยู่ในครอบครัวที่มีวัฒนธรรมการกินอาหารรสเค็มจัดและอาหารที่มีไขมันสูงเป็นประจำสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงได้

พฤติกรรมก่อโรค หมายถึง พฤติกรรมการดำเนินชีวิตประจำวันที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วย เช่น การกินอาหาร การเคลื่อนไหว อารมณ์ การพักผ่อน ซึ่งในตำราการแพทย์แผนไทยได้อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดลมกำเริบเกิดจากพฤติกรรมก่อโรคดังข้อความตอนหนึ่งในคัมภีร์วรโยคสาร ตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 2 หน้า 47 ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ลมกำเริบว่า "...ถ้ากลั้นมูตร์หรือคูธก็ดี มิได้กินอาหารก็ดี อดนอนก็ดี พูดมากก็ดี แบกหามของหนักก็ดี ขี่ช้าง ม้า หรืออูฐก็ดี กินของเผ็ดหรือขมก็ดี กินอาหารไม่เลอียดก็ดี มีวิตกคิดไปต่าง ๆ ก็ดี...จิตรคิดกลัวไปก็ดี...เปนทุกข์เศร้าโศกก็ดี...ประเภทที่กล่าวมาดังนี้เปนเหตุทำให้ลมกำเริบ..." จากข้อความดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสาเหตุที่ทำให้ลมกำเริบนั้นเกิดจากพฤติกรรมการกลั้นอุจจาระ ปัสสาวะ การอดอาหาร การอดนอน การพูดมาก การทำงานหนัก ขาดการออกกำลังกาย การเดินทางไกล การกินอาหารเผ็ดหรือขม และเคี้ยวอาหารไม่ละเอียด การวิตกกังวล การตกใจ การเศร้าโศกเสียใจ ซึ่งสอดคล้องกับลมชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุส่งผลทำให้ลมกำเริบได้เช่นกัน คือลมหทัยวาตะ ซึ่งเกิดขึ้นในน้ำเลี้ยงหัวใจ ส่งผลให้เกิดอารมณ์ความโกรธหรือลมที่มักทำให้เกิดผลทางจิตใจทำให้โกรธเป็นประจำ หากมีความโกรธเป็นประจำอาจส่งผลให้เกิดลมกำเริบได้ ดังคำกล่าวในจารึกตำรายาวัดราชโอรสารามราชวรวิหาร หน้า 93 ตอนหนึ่งว่า "...อันว่าลมหทัยวาตกำเริบ คือพัดดวงหทัยให้รส่ำรสาย คุ้มดีคุ้มร้ายแลมักขี้โกรธ ให้หิวโหยหาแรงมิได้... " โดยเหตุปัจจัยเหล่านี้ยังสอดคล้องกับสาเหตุการเกิดโรคความดัน

โลหิตสูงในทางการแพทย์แผนปัจจุบันที่เกิดจากพฤติกรรมการกินอาหารรสจัด การขาดการออกกำลังกาย ความเครียด เป็นต้น

ในทางการแพทย์แผนไทยมีแนวทางในการดูแลการทำหน้าที่ของธาตุลมให้กลับสู่สภาวะปกติด้วยการใช้ยาเพื่อช่วยขับลม กระจายลมและสลายลม รวมทั้งการนวดเพื่อบริหารเลือดลมไม่ให้เกิดการติดขัด ดังข้อความในตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 2 หน้า 148 คัมภีร์ชวดารตอนหนึ่งว่า "...อนึ่งให้แพทย์พึงพิจารณาว่าลมนั้นบังเกิดเพื่อในเส้น แลเนื้อ แลโลหิต แลกระดูก แลผิวหนัง แลหัวใจ พึงพิจารณาลมนั้นก่อน แล้วจึงพิจารณายาที่จะทราบไปในที่นั้น ๆ ให้ควรแก่โรคลม ถ้าลมจำพวกใดบังเกิดขึ้นในเส้นชอบนวด แลยาประคบกินยาแก้ลมในเส้นจึงหาย"

ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยเป็นหนึ่งในแนวทางที่ให้ความสำคัญที่เน้นให้ผู้ป่วยเข้าใจหลักและวิธีปฏิบัติเพื่อดูแลสุขภาพของตนเองให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตการอยู่การกิน รวมทั้งเน้นการดูแลรักษาผู้ป่วยทั้งทางร่างกายและทางจิตใจควบคู่กัน ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทยได้อธิบายว่าเลือดหรือโลหิตและลมมีความสำคัญและเกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งชีวิตของมนุษย์จะดำรงอยู่ได้ต้องอาศัยเลือดและลมไปหล่อเลี้ยง การวินิจฉัยโรคตามทฤษฎีของการแพทย์แผนไทยจึงมักจะกล่าวว่าการเจ็บป่วยต่าง ๆ เกิดจาก "เลือดลมไม่ปกติจึงทำให้ร่างกายไม่ปกติไปด้วย" ดังนั้นหากต้องการที่จะแก้ไขลักษณะอาการที่เรียกว่า "ลมกำเริบ" จึงต้องมุ่งแก้ไขที่เลือดลม โดยการนวดเพื่อบริหารเลือดลมให้สามารถไหลเวียนได้ตามปกติ ประกอบกับการใช้ยาแผนไทยและสมุนไพรที่มีสรรพคุณช่วยในการขับลม รวมทั้งผสมผสานการปรับพฤติกรรมสุขภาพ เน้นการดูแลตนเองตามวิถีชีวิตดั้งเดิมของคนไทยในเรื่องการอยู่และการกิน เพื่อช่วยแก้ไขปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ลมกำเริบ

3. แนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

แนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย มุ่งเน้นแก้ไขการทำหน้าที่ของธาตุลมให้กลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งมีทั้งการใช้ยาขับลมกระจายลมและสลายลม รวมทั้งการนวดเพื่อบริหารเลือดลมไม่ให้เกิดการติดขัด การรับประทานอาหารประจำถิ่นตามฤดูกาลที่มีส่วนประกอบของสมุนไพรที่ช่วยปรับสมดุลและบำรุงเลือดลม ตลอดจนการทำกิจกรรมที่ช่วยบริหารร่างกายและจิตใจ อย่างไรก็ตามแนวทางการดูแลผู้ป่วยที่กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถใช้ได้ทั้งในส่วนของการป้องกันโรคและการดูแลในระหว่างเกิดการเจ็บป่วย โดยการนวดเพื่อบริหารเลือดลมให้สามารถไหลเวียนได้ตามปกติ ประกอบกับการใช้ยาแผนไทยและสมุนไพรที่มีสรรพคุณช่วยในการขับลม รวมทั้งผสมผสานการปรับพฤติกรรมสุขภาพเน้นการดูแลตนเองตามวิถีชีวิตดั้งเดิมของคนไทยในเรื่องการอยู่และการกิน เพื่อช่วยแก้ไขปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ลมกำเริบ โดยขั้นตอนในการดูแลผู้ป่วยมีดังนี้

3.1 ขั้นตอนการตรวจวินิจฉัย ในทางการแพทย์แผนไทยถือเป็นกระบวนการในขั้นตอนแรกที่สำคัญของการดูแลผู้ป่วย เนื่องจากการที่จะวางแผนการดูแลรวมทั้งการติดตามผลและประเมินสุขภาพผู้ป่วยได้จะต้องอาศัยขั้นตอนในการตรวจและวินิจฉัยโรค เพื่อหาสาเหตุการเกิดโรคหรือภาวะผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วย ซึ่งมีรายละเอียดในการตรวจดังนี้

3.1.1 การสอบถามประวัติของผู้ป่วย

3.1.1.1 สอบถามประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยทั้งชื่อ-สกุล วันเดือนปีเกิด อายุ ที่อยู่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการทำทะเบียนประวัติผู้ป่วย

3.1.1.2 สอบถามประวัติโรคประจำตัวเพื่อให้ทราบประวัติโรคประจำตัวอื่น ๆ ที่ผู้ป่วยเป็นนอกจากโรคความดันโลหิตสูง หรือหากผู้ป่วยเคยประสบอุบัติเหตุกระทบกระแทกบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมาก่อนกรณีนี้แพทย์แผนไทยอาจจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในการดูแล รวมทั้งสอบถามระยะเวลาของการเจ็บป่วยประวัติการการรักษาด้วยการแพทย์แผนปัจจุบันหรือการรักษาด้วยการแพทย์ทางเลือกอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้ประกอบการวางแผนการดูแลผู้ป่วยต่อไป

3.1.1.3 สอบถามประวัติการแพ้สมุนไพร เนื่องจากการแพทย์แผนไทยมีการใช้สมุนไพรร่วมกับการดูแลด้วยการนวด แพทย์แผนไทยจำเป็นต้องทราบข้อมูลก่อนว่าผู้ป่วยแพ้สมุนไพรอะไร เพื่อวางแผนการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยอย่างถูกต้อง

3.1.1.4 สอบถามอาการเจ็บป่วย เช่น ความรุนแรงของโรคและสอบถามชื่อยาแผนปัจจุบันที่ผู้ป่วยต้องกินเป็นประจำ การตรวจวินิจฉัยโรคความดันโลหิตสูงในทางการแพทย์แผนไทยจะใช้การสังเกตและการสอบถามอาการผู้ป่วย ซึ่งได้อธิบายการตรวจวินิจฉัยดังกล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ทั้งนี้แพทย์แผนไทยควรให้ผู้ป่วยนั่งพักก่อน 5-10 นาที โดยให้อยู่ในอิริยาบถที่สบายและผ่อนคลาย จากนั้นจึงทำการตรวจร่างกายผู้ป่วย

3.1.2 การตรวจร่างกาย การตรวจสภาพทั่วไปของผู้ป่วยเป็นการตรวจโดยใช้ตาสังเกตลักษณะทั่วไปร่วมกับการสอบถามข้อมูลประกอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนการวินิจฉัยโรคและวางแผนการดูแลผู้ป่วย ซึ่งมีรายละเอียดการตรวจดังนี้

3.1.2.1 การสังเกตรูปร่างสีหน้าท่าทางและลักษณะการเดินเพื่อประเมินสภาพร่างกายผู้ป่วย เช่น

1) รูปร่าง เช่น ส่วนใหญ่ผู้ป่วยมักจะมีรูปร่างอ้วนหรือเป็นผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 30 ขึ้นไป เนื่องจากคนที่มีรูปร่างอ้วนมักจะกินอาหารที่มีไขมันสูงเป็นประจำหรือขาดการออกกำลังกาย ทั้งนี้ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงอาจไม่จำเป็นต้องมีรูปร่างอ้วนเสมอไปขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มากระตุ้น

2) ใบหน้าผู้ป่วยที่อ้วนมักจะมีใบหน้าที่อ้วนด้วยคืออาจมีกระพุ้งแก้มยุ้ยเป็นพวง หนังตาหนาจนตาตี่แคบ ซึ่งอาจเกิดจากการกินอาหารมากเกินไปจนทำให้ร่างกายอ้วน นอกจากนี้ใบหน้าของผู้ป่วยอาจมีสีแดงกรณีที่เลือดขึ้นหน้ามากอันเนื่องมาจากการโกรธมากหรือเครียดมาก

3) ลักษณะการเดินผู้ป่วยมักจะเดินช้าเนื่องจากผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่อยู่ในวัยผู้สูงอายุซึ่งมักจะเดินช้ากว่าคนที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว

3.1.2.2 สังเกตอาการเจ็บป่วยตรวจดูบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น แขนขา ข้อต่อต่าง ๆ รวมทั้งสังเกตดูบริเวณกล้ามเนื้อและผิวหนังของผู้ป่วยว่ามีอาการบวมแดงร้อนหรือไม่ และสอบถามข้อมูลประกอบเนื่องจากผู้ป่วยบางรายอาจเกิดรอยช้ำได้ง่ายจากการนวด เพื่อนำข้อมูลจากการประเมินอาการและนำข้อมูลจากการสอบถามดังกล่าวนั้นมาวางแผนการดูแลผู้ป่วยที่ถูกต้อง

3.1.2.3 การคลำโดยการตรวจจากการจับชีพจรซึ่งเป็นการตรวจชีพจรบริเวณข้อมือแพทย์แผนไทยควรใช้ปลายนิ้วชี้และนิ้วกลางในการตรวจซึ่งปลายนิ้วมือทั้ง 2 นิ้วนี้เป็นส่วนที่รับความรู้สึกได้ดีกว่าปลายนิ้วอื่น ๆ โดยในคนปกติขณะนั่งพักชีพจรจะประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาทีส่วนคนที่กำลังตื่นเต้นตกใจกลัวโกรธหรือออกกำลังกายชีพจรจะเต้นเกิน 100 ครั้งต่อนาทีการคลำชีพจรดูความแรงของชีพจรหากชีพจรเต้นแรงมากแสดงว่าความดันโลหิตสูงแต่หากชีพจรเต้นเบามากแสดงว่าความดันโลหิตต่ำ

3.1.2.4 การตรวจด้วยเครื่องมืออื่น ๆ เช่นการตรวจวัดค่าความดันโลหิตซึ่งเป็นการตรวจวัดค่าแรงดันในการพัดพาของลมในร่างกายด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตชนิดปรอทหรือที่เรียกว่าเครื่อง Sphygmomanometer โดยค่าความดันโลหิตของผู้ป่วยจะอยู่ที่ 140/90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไปหากวัดค่าความดันโลหิตของผู้ป่วยติดต่อกัน 3-4 สัปดาห์แล้วพบว่าค่าความดันโลหิตของผู้ป่วยยังสูงอยู่อย่างต่อเนื่องแสดงว่าผู้ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยการแพทย์แผนไทยการตรวจประเมินผู้ป่วยก่อนวางแผนการดูแล ค่าความดันโลหิตของผู้ป่วยไม่ควรเกิน 180/110 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป เนื่องจากเป็นค่าความดันโลหิตสูงที่อยู่ในระดับรุนแรงและค่อนข้างอันตราย

3.2 การดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยการแพทย์แผนไทย

โรคความดันโลหิตสูงในทางการแพทย์แผนไทยมองว่าเป็นการทำบทบาทหน้าที่ของธาตุลมที่พัดพาให้เลือดไหลเวียนไปทั่วร่างกายในลักษณะที่มากกว่าปกติเรียกว่าเป็นภาวะลมกำเริบ ดังนั้นหลักสำคัญที่แพทย์แผนไทยต้องคำนึงถึงคือการลดการกำเริบของลมภายในร่างกาย โดยเฉพาะลมในระบบไหลเวียนเลือดหรือลมที่อยู่ในช่องอากาศต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีผลทำให้ความดันโลหิตหรือลมภายในเลือดสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็ต้องให้ความสำคัญกับการหลีกเลี่ยงปัจจัยกระตุ้นทั้งในเรื่องของสภาพอากาศหรือปัจจัยเชิงพฤติกรรมร่วมด้วย เช่น ความเครียด การกินอาหารรสเค็ม การอดหลับอดนอน เป็นต้น โดยแนวทางในการดูแลผู้ป่วยอาศัยหลักทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารเลือดลมผ่านทางรูปแบบการนวด การใช้ยาและการรับประทาน

อาหารที่มีส่วนประกอบของสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการขับลมกระจายลม การฝึกสงบจิตใจ การออกกำลังกายที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตและภูมิปัญญาของการแพทย์แผนไทยดังนี้

3.2.1 การบริหารเลือดลมโดยการนวด ช่วยแก้อาการตามจุดต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น อาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ และเจ็บหน้าอก ซึ่งเป็นหนึ่งในอาการของโรคความดันโลหิตสูงที่ระบุจุดตำแหน่งการนวดรักษาไว้ในจารึกวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม แผ่นที่ 17, 20, 21, 22 และ 30 นอกจากนี้ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทยได้มีการกล่าวถึงการนวดตามแนวเส้นประธาน 10 โดยเฉพาะเส้นกาลทารีซึ่งเป็นเส้นที่แล่นไปทั่วร่างกาย การนวดตามแนวเส้นนี้ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดลมให้ไหลเวียนปกติ

3.2.2 การบริหารเลือดลมโดยการใช้ยา ซึ่งมีสรรพคุณในการขับลมและกระจายลม เช่น ตำรับยาจิตรารมณ์ ยากล่อมอารมณ์ ยาวาตาพินาศ ยาเขียวประทานพิษ ยาประสะการบูร ยาชุมนุมวาโย ยามหาสมมิทธิ์ใหญ่ เป็นต้น ซึ่งตำรับยาเหล่านี้เป็นยาที่ช่วยปรับการทำงานของลมที่เคลื่อนไหวทั่วร่างกาย ซึ่งส่งผลต่อจิตใจ อารมณ์ความรู้สึกและการไหลเวียนของเลือด การใช้ยาเหล่านี้จึงถือว่าเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความผิดปกติที่เรียกว่าภาวะลมกำเริบ

3.2.3 การให้คำแนะนำการปฏิบัติตัว

นอกจากการดูแลด้วยการนวดและยาแล้วแพทย์แผนไทยควรให้คำแนะนำในการปฏิบัติตัว เพื่อให้ผู้ป่วยได้หลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่อาจจะส่งผลทำให้อาการกำเริบได้ รวมทั้งญาติก็มีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การดูแลรักษาเห็นผลได้ดีขึ้น โดยผู้ป่วยจะต้องปฏิบัติตัวตามคำแนะนำของแพทย์แผนไทยอย่างเคร่งครัด และญาติก็ต้องคอยช่วยดูแลผู้ป่วยด้วยเช่นกัน โดยแพทย์แผนไทยมีคำแนะนำและเงื่อนไขในการปฏิบัติตัวดังนี้ เช่น ผู้ป่วยต้องกินยาตามที่แพทย์แผนปัจจุบันสั่ง หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารรสเค็มจัด หวานจัด และปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารโดยเน้นอาหารประจำท้องถิ่นตามฤดูกาลในแต่ละภาคของตนเองที่มีส่วนประกอบของสมุนไพรรสร้อน เพื่อช่วยในการขับลมและกระจายลม ได้แก่ กระเทียม พริกไทย ขิงสด สะค้าน อบเชย กระชาย เป็นต้น เป็นการปรับพฤติกรรมการกินให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนไทย

ผู้ป่วยควรออกกำลังกายเป็นประจำ เพื่อช่วยให้สุขภาพผู้ป่วยแข็งแรง ช่วยให้ระบบไหลเวียนเลือด ปอด หัวใจทำงานดีขึ้น รวมทั้งช่วยควบคุมน้ำหนักตัวช่วยให้ระดับความดันโลหิตลดลง เช่น การเสริมสร้างสุขภาพด้วยการขยับกายด้วยการฝึกท่าฤาษีดัดตน ช่วยควบคุมให้สติเกิดสมาธิผ่านการเคลื่อนไหว จัดเป็นการออกกำลังกายที่เป็นแบบเฉพาะของไทย ซึ่งถือเป็นการบริหารร่างกายร่วมกับการบริหารจิตใจไปพร้อมกันการฝึกท่าฤาษีดัดตน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ที่ฝึกเกิดสมาธิช่วยให้หลุดพ้นจากอารมณ์หงุดหงิด และความเครียดได้

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงด้วยการแพทย์แผนไทย โดยตรวจสอบจากตำราที่มีการบันทึกไว้ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 ขึ้นไป เพื่อให้ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับโรคความดันโลหิตสูงในตำราการแพทย์แผนไทยแก่ประชาชน รวมทั้งเพื่อให้ผู้ป่วยได้มีแนวทางในการดูแลตนเองตามหลักการแพทย์แผนไทยที่ถูกต้อง ซึ่งการศึกษานี้เป็นการใช้ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเพื่อเสริมการรักษาของการแพทย์แผนปัจจุบัน โดยทางเลือกเหล่านี้อาจช่วยให้ผู้ป่วยไม่ต้องเพิ่มยาของแผนปัจจุบันเป็นการช่วยแบ่งเบาภาระของแพทย์แผนปัจจุบันในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง อีกทั้งยังเป็นทางเลือกให้ผู้ป่วยสามารถดูแลตนเองได้ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของทัศนีย์ ศรีญาณลักษณ์ และ คนอื่น ๆ (2554) ที่ศึกษาพบว่าการดูแลแบบผสมผสานของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเพื่อควบคุมโรคด้วยอาหารและสมุนไพร สมาธิ การนวด เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมและจัดระบบการดูแลผู้ป่วยแบบผสมผสานร่วมกับการแพทย์แผนปัจจุบันแก่ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้บงกช ศุภวิทย์กุล และ คนอื่น ๆ (2548) ได้ศึกษาพบว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ เช่น การออกกำลังกายเป็นประจำและสม่ำเสมอ การหลีกเลี่ยงภาวะเครียด การทำจิตใจให้ร่าเริงแจ่มใสอยู่เสมอ รู้จักปล่อยวาง พยายามควบคุมอารมณ์ตนเองให้ใจเย็น ทำสมาธิ ฟังธรรม ฟังเพลง รวมทั้งการสร้างครอบครัวให้อบอุ่นอยู่เสมอช่วยทำให้ผู้ป่วยไม่เกิดความเครียดซึ่งความเครียดถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง

สรุปผลการศึกษา

ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทยโรคความดันโลหิตสูงเป็นอาการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากธาตุลมกำเริบ ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงปัจฉิมวัยและมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมสภาพดินฟ้าอากาศในแต่ละฤดูกาลเป็นตัวสนับสนุนให้เกิดการกำเริบของลม ก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะและเจ็บหน้าอก ดังนั้นแนวทางการดูแลผู้ป่วยจึงมุ่งเน้นแก้ไขการทำบทบาทหน้าที่ของธาตุลมให้คืนสู่สภาวะปกติ โดยอาศัยทั้งกระบวนการใช้ยา การนวดเพื่อบริหารการไหลเวียนของเลือดลม การใช้อาหารปรับแก้สมดุลเลือดลมและบำรุงเลือดลม ตลอดจนใช้กิจกรรมเพื่อบริหารทางร่างกายและจิตใจ โดยสามารถใช้แนวทางนี้ได้ทั้งกรณีการป้องกันการกำเริบของลม เพื่อดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงให้สามารถดำเนินชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพ อย่างไรก็ตามแนวทางที่กล่าวมานี้ใช้ในการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำโดยแพทย์แผนไทย รวมทั้งสามารถนำแนวทางนี้มาประยุกต์เข้าสู่แนวการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ป่วยช่วยยกระดับให้ผู้ป่วยสามารถพึ่งพาตนเองได้ แต่ทั้งนี้ผู้ป่วยยังคงต้องรับการรักษาด้วยการแพทย์แผนปัจจุบันอยู่ นอกจากนี้แนวทางดังกล่าวจำเป็นต้องปรับให้เหมาะสมกับความจำเพาะของผู้ป่วยแต่ละราย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข กรมการแพทย์ สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์. (2557). *ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเฉลี่ยของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง*. เนติมา คูนีย์, (บรรณาธิการ). นนทบุรี: บริษัทอาร์ตควอลิไฟท์ จำกัด.

กระทรวงสาธารณสุข และองค์กรภาครัฐ - เอกชน. (2560). *แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564*. โสภณ เมฆธน, ธีรภัทร ประยูรสิทธิ, ชุติมา บุณยประภัศร และ คนอื่น ๆ, (บรรณาธิการ). นนทบุรี: บริษัททีเอสอินเตอร์พริ้นท์ จำกัด.

กรมควบคุมโรค สำนักโรคไม่ติดต่อ กลุ่มพัฒนาระบบสาธารณสุข. (2561). *ประเด็นสารรณรงค์วันความดันโลหิตสูงโลก* . สืบค้นเมื่อ4 มีนาคม 2562, จาก สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค: http://www.thaincd.com

กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2555). *คัมภีร์ธาตุพระนารายณ์ ฉบับใบลาน* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์.

_____. (2557ก). *ตำราการแพทย์แผนไทย ในศิลาจารึกวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม (วัดโพธิ์) เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.

_____. (2557ข). *ตำราการแพทย์แผนไทย ในศิลาจารึกวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม (วัดโพธิ์) เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.

_____. (2557ค). *ตำราการแพทย์แผนไทย ในศิลาจารึกวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม (วัดโพธิ์) เล่ม 3*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.

_____. (2558). *จารึกตำรายาวัดราชโอรสารามราชวรวิหาร*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.

คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2542ก). *ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

_____. (2542ข). *ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

ทัศนีย์ ศรีญาณลักษณ์, อุมาพร ปุญญโสพรรณ และ ไหมไทย ศรีแก้ว. (2554). *การดูแลผสมผสานของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง*. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 3(1), 61-73.

บงกช ศุภวิทย์กุล, วิหค สุริวงค์, โสภณ เนาว์ชมพู และ คนอื่น ๆ. (2548). *โครงการกระบวนการแก้ไขปัญหาโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงของผู้สูงอายุในตำบลแม่ไร่และเทศบาลตำบลจันจว้าอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย*. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.ภาค).

พิศณุประสาทเวช, พระยา. (2450ก). *แพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ศุภการจำรูญถนนอัษฎางค์.

_____. (2450ข). *แพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ศุภการจำรูญถนนอัษฎางค์.

พีระ บูรณะกิจเจริญ, ประเสริฐ อัสสันตชัย, วิไล พัววิไล และ คนอื่นๆ. (2558). *แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติทั่วไป พ.ศ. 2555 ฉบับปรับปรุง 2558*. สืบค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2562, จากสมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย: http://www.thaihypertension.org

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560. (2560, เมษายน 6). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 134 ตอนที่ 40 ก. หน้า 1-90.

วชิรญาณวโรรส, สมเด็จพระเจ้าบรมวงษ์เธอกรมพระยา สมเด็จพระมหาสมณะ. (2459). *ตำราพระโอสถครั้งรัชกาลที่ 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์โสภณพิพรรฒธนากร ถนนราชบพิธ. (พิมพ์แจกในงานศพอำมาตย์เอกพระยาประชุมประชานารถ)

สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. (2551). *ตำราการตรวจโรคทั่วไป* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: โฮลิสติก พับลิชชิ่ง.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2557). *ความดันโลหิตสูงเพชฌฆาตเงียบ*. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 พฤษภาคม 2562, จาก https://www.thaihealth.or.th

แนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ทรายแก้ว ชมชื่น* และพฤฑฒิพล พฤฑฒิกุล

Guidelines to Develop Change Management of School Administrator under the Office of KamphaengPhet Educational Service Area 1

Saikaew Chomchuen* and Pruettipol Pruettikul

สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร 62000
อาจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
*Corresponding author. E-mail: sasaiya.14@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสภาพและเปรียบเทียบความคิดเห็นของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาเกี่ยวกับการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1จำแนกตามเพศ ประสบการณ์การทำงาน และขนาดสถานศึกษา และหาแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต 1 กลุ่มตัวอย่างคือ ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ปฏิบัติงานจำนวน 320 คน ผู้ให้ข้อมูลในการหาแนวทางพัฒนา จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ การค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า (1)สภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (2) แนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา ด้านโครงสร้าง พบว่า ควรออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสมกับขนาดของสถานศึกษาของท่านและการเปลี่ยนแปลง ด้านเทคโนโลยี พบว่า ควรนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานของบุคลากร ด้านคน พบว่า การจัดทำแผนพัฒนาบุคลากร เพื่อบริหารการเปลี่ยนแปลงในสถานศึกษา และด้านวัฒนธรรม พบว่า ความเชื่อด้านการมีจิตสาธารณะแก่บุคลากรในสถานศึกษา

คำสำคัญ: การบริหารการเปลี่ยนแปลง ผู้บริหารสถานศึกษา แนวทาง

Abstract

This study was aimed to study the condition and opinion of teachers and educational personnel regarding to the change management of school administrator who work under the Kamphaeng Phet Primary Education Service Area. The study was also aimed to find a guideline in developing the mentioned change management. Sample was 320 teachers and educational personnel from Kamphaeng Phet Primary Educational Service Area 1 on 2017 academic year as well as 17 personnel who gave the information regarding the guideline. Tools used for the study were questionnaire and semi-structured interview. The data were analyzed in order to find frequency, percentage, average ($\overline{X}$), standard deviation (S.D.) and content analysis.The results show that the overall condition of change management of school administrator who work under Kamphaeng Phet Primary Educational Area Office 1 was at a high level. The results show that the guideline in developing the change management of school administrative. On the structure aspect, researcher found that the way in designing and developing the administrative structure that suited to the size and transformation of schools. On the technology side, researcher suggested in using new innovation and integrated into the personnel operation. On the personnel development, research suggest on using personnel development plan in order to manage change or transformation in schools. On the cultural aspect, researcher indicated that schools should encourage their personnel to believe in public mind or to be a more public minded person.

Keywords: Change management, School administrator, Guideline

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงจากการเปลี่ยนรัฐธรรมนูญใหม่ มีแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่เกิดขึ้นอีกด้วย และความจำเป็นในการจัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่นี้เกิดจากความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นแรงกดดันภายนอก ได้แก่การเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลก อันเนื่องจากการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) การเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) การดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ 2573 (Sustainable Development Goals : SDGs 2030) ที่ประเทศไทยได้ให้สัตยาบัน รวมทั้งผลกระทบของการเป็นประชาคมอาเซียน และความต้องการกำลังคนที่มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบกับแรงกดดันจากภายในประเทศจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรที่ส่งผลให้ประเทศเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้จากผลการพัฒนาการศึกษาในช่วงปี 2552 - 2559 พบว่า ไทยประสบความสำเร็จในหลายด้าน และมีอีกหลายด้านยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนในระยะต่อไป ด้านโอกาสทางการศึกษา รัฐมีนโยบายส่งเสริมสนับสนุนโอกาสทางการศึกษาค่อนข้างมากส่งผลให้ประชากรในวัยเรียน รวมทั้งเด็กด้อยโอกาสและผู้มีความต้องการจำเป็นพิเศษมีโอกาสได้รับ

การศึกษาสูงขึ้น ด้านคุณภาพการศึกษา ผลการพัฒนายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาก และต่ำกว่าหลายประเทศในแถบเอเชีย ส่วนประเด็นคุณธรรมจริยธรรมของเด็กและเยาวชนยังต้องมีการพัฒนาเพิ่มขึ้น ด้านประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน การบริหารจัดการ และการใช้จ่ายงบประมาณทางการศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาเชิงโครงสร้างและระบบการจัดการที่ต้องได้รับการปรับปรุงเป็นลำดับแรก โดยเฉพาะการบริหารจัดการสถานศึกษาขนาดเล็กซึ่งมีอยู่จำนวนมาก เพื่อเพิ่มคุณภาพการศึกษาและลดภาระงบประมาณ การใช้จ่ายงบประมาณเพื่อการศึกษาซึ่งได้รับค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ แต่ใช้จ่ายเพื่อพัฒนาผู้เรียน พัฒนาการเรียนการสอน และพัฒนาครูค่อนข้างน้อย การพัฒนาระบบข้อมูลและสารสนเทศทางการศึกษาที่เชื่อมโยงกัน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการสถานศึกษาโดยเฉพาะสถานศึกษาขนาดเล็ก การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการจัดและสนับสนุนการศึกษาเพื่อลด ภาระค่าใช้จ่ายของภาครัฐ และปฏิรูประบบการเงินเพื่อการศึกษา (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579) ที่กล่าวมาข้างต้นการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่ผู้บริหารสถานศึกษาต้องทำความเข้าใจและให้ความสำคัญ เนื่องจากผู้บริหารสถานศึกษาจะต้องออกแบบโครงสร้างการบริหารให้เหมาะสมกับนโยบายและการดำเนินงานของสถานศึกษา นอกจากนี้จากผลการติดตามและประเมินผลการบริหารและจัดการของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พ.ศ.2557 ประจำปีงบประมาณ 2557 (แผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา 4 ปี พ.ศ. 2559-2562) ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต ในมาตรฐานที่ 3 ผลการบริหารและการจัดการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ตัวบ่งชี้ที่ 3 ผู้เรียนทุกระดับการศึกษามีคุณภาพตามหลักสูตร ได้ 5 คะแนน อยู่ในระดับ ปรับปรุง ทั้ง ๆที่เป้าหมายของสถานศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นด้านวิชาการเป็นหลัก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการบริหารงานของผู้บริหารสถานศึกษานั้นมีปัญหาในการด้านการบริหารและการจัดการศึกษา เพราะคุณภาพผู้เรียนยังไม่ไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งการบริหารงานของผู้บริหารนั้นเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สำเร็จ และผู้บริหารต้องสามารถปรับเปลี่ยนการบริหารให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้รู้ถึงข้อมูลและปัญหาในการบริหารงานแล้วจะทำให้การบริหารงานของหน่วยงานนั้นเป็นไปอย่างไร้จุดมุ่งหมาย ไม่ทันต่อความเปลี่ยนแปลง ขาดความริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้นผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการบริหารการเปลี่ยนแปลง ต่อการพัฒนาสถานศึกษา ซึ่งเป็นองค์การทางการศึกษาที่ต้องเปลี่ยนแปลงตามแนวทางการบริหารงานที่มีการเปลี่ยนแปลงทางนโยบาย และแนวทางการกระจายอำนาจทางการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ น่าศึกษาค้นคว้าเพื่อการเสริมสร้าง และขยายองค์ความรู้ตลอดจนการนำมาประยุกต์ใช้กับการบริหารโรงเรียนและส่งผลให้โรงเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงการดำเนินงานตามแนวทางดังกล่าว ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการบริหารการเปลี่ยนแปลง ของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา

กำแพงเพชรเขต 1 อันจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชรเขต 1 และคุณภาพทางการศึกษาโดยรวมของประเทศต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ปฏิบัติงานในสถานศึกษา 204 โรง จำนวน 1,853 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 320 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับ สภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 การศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามพร้อมหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้สถานศึกษาแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าเก็บรวบรวมข้อมูล และรวบรวมแบบสอบถามให้ครบผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืน มาตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ ถูกต้องแต่ละฉบับแล้วดำเนินการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ส่งไปจำนวน 320 ฉบับได้รับกลับคืนจำนวน 265 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 82.81

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย ดังนี้ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ขั้นตอนที่ 2 การหาแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ผู้ให้ข้อมูล การหาแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 ท่าน โดยการสัมภาษณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่เกี่ยวกับแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 โดยครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านโครงสร้าง (Structure) 2) ด้านเทคโนโลยี (Technology) 3) ด้านคน (People) และ 4) ด้านวัฒนธรรม (Culture)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามให้ผู้สัมภาษณ์ล่วงหน้าก่อนไปสัมภาษณ์ ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์และจดบันทึกด้วยตนเอง และบันทึกเทป รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ให้ครบทุกท่าน และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยวิเคราะห์ตามแบบบันทึกผล การวิเคราะห์เนื้อหาในเอกสารในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และสรุปแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชร เขต 1

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ในเอกสารตามประเด็นที่เกี่ยวข้องโดยนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่และจัดกลุ่ม

ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ผลการศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต 1 สรุปได้ดังนี้ ในภาพรวมมีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าทุกด้านมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับ มาก ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติมากที่สุด ได้แก่ด้านวัฒนธรรม (Culture) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติรองลงมา ได้แก่ ด้านคน (People) ด้านโครงสร้าง (Structure) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ด้านเทคโนโลยี (Technology)

1.1 ด้านโครงสร้าง

ด้านโครงสร้าง โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการจัดแสดงแผนภูมิสายบังคับบัญชาและประกาศให้ทราบอย่างชัดเจน รองลงมาผู้บริหารสถานศึกษาชี้แจงให้บุคลากรเห็นถึงประโยชน์ของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างองค์การใหม่ และผู้บริหารสถานศึกษาปรับปรุงกระบวนการในการปฏิบัติงานบุคลากรในโครงสร้างใหม่ ให้เหมาะสมกับความสามารถของบุคลากร ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสมกับขนาดของสถานศึกษา และผู้บริหารสถานศึกษามีการกำหนดอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบตามสายบังคับบัญชามีการกระจายอำนาจคล่องตัว เอื้อต่อการปฏิบัติงานของบุคลากร

1.2 ด้านเทคโนโลยี

ด้านเทคโนโลยี โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาส่งเสริมเทคโนโลยีเชื่อมโยงเครือข่ายเพื่อการปฏิบัติงานของบุคลากร รองลงมาคือ ผู้บริหารสถานศึกษาออกแบบวิธีการทำงานใหม่ด้วยการใช้เทคโนโลยี และผู้บริหารสถานศึกษาใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่สนับสนุนการปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงผู้ใช้ในด้านความต้องการ ง่าย รวดเร็ว สอดคล้องกับการบริหารงานบุคลากร ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาสนับสนุนการนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานของบุคลากรเสมอ

1.3 ด้านคน

ด้านคน โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการวางแผนอัตรากำลังเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลง รองลงมาคือ ผู้บริหาสถานศึกษาปรับเปลี่ยนทัศนคติของครูและบุคลากรให้เกิดการยอมรับในการเปลี่ยนแปลง และผู้บริหารสถานศึกษามีการสื่อสารหรือประชาสัมพันธ์กับคณะครูและบุคลากรเกี่ยวกับแนวทางการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆอย่างต่อเนื่อง ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรเพื่อบริหารการเปลี่ยนแปลง และข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยรองลงเท่ากันคือ ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีการสั่งสมความเชี่ยวชาญ โดยขวนขวายหาความรู้ใหม่ ๆ มาพัฒนางาน และผู้บริหารสถานศึกษามีการประเมินสมรรถนะของบุคลากรภายหลังการเปลี่ยนแปลง

1.4 ด้านวัฒนธรรม

ด้านวัฒนธรรม โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการส่งเสริมให้คนมีความคิดริเริ่ม การวิจัย การสร้างนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยใช้การจูงใจด้วยการยกย่องชมเชยและให้รางวัล รองลงมาคือ ผู้บริหารสถานศึกษารับรู้และรับฟังความคิดเห็นของครูและบุคลากร และผู้บริหารสถานศึกษาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรในโรงเรียนให้สามารถปฏิบัติงานร่วมกันโดยมุ่งเน้นผลต่อผู้รับบริการเพียงอย่างเดียว ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการพัฒนาความเชื่อด้านการมีจิตสาธารณะแก่บุคลากร และผู้บริหารสถานศึกษาสร้างบรรยากาศการทำงานที่ดี บุคลากรมีความร่วมมือทำงานอย่างมีความสุข

2. ผลการศึกษาแนวทางพัฒนาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต 1 แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต ด้านโครงสร้างตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

2.1.1 แนวทางการออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสมกับขนาดของสถานศึกษาของท่านและการเปลี่ยนแปลง ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ การแบ่งโครงสร้างการบริหารงานในสถานศึกษาโดยการแบ่งงานเป็น 4 ฝ่าย ตามกฎกระทรวงซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการศึกษา พ.ศ.2550 โดยมีหัวหน้างานของงาน 4 ฝ่าย โดยจัดตามความรู้และความสามารถ รองลงมา ได้แก่ การแบ่งงาน 4 ฝ่าย ให้เน้นงานประกันคุณภาพ มุ่งเน้นพัฒนาด้านวิชาการเป็นหลัก และคำนึงถึงผลที่เกิดกับผู้เรียน และอันดับสามได้แก่ กำหนดนโยบายจุดเน้นเพื่อเป็นเป้าหมายในการดำเนินงาน 4 ฝ่ายให้ชัดเจน

2.1.2 แนวทางการกำหนดอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบตามสายบังคับบัญชามีการกระจายอำนาจคล่องตัว เอื้อต่อการปฏิบัติงานของบุคลากร ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ การให้ความสำคัญตามสายบังคับบัญชาเป็นลำดับขั้น และสายบังคับบัญชาให้น้อยลง รองลงมา ได้แก่ มีการกระจายอำนาจ และแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบงานที่ชัดเจน อันดับที่สาม ได้แก่ เปิดโอกาสให้บุคลากรได้แสดงความคิดเห็น และได้แสดงศักยภาพ และมีส่วนร่วมในการรับข้อมูลต่าง ๆ

2.1.3 แนวทางการติดตามการดำเนินงานของบุคลากรตามโครงสร้างองค์การของสถานศึกษา ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ แต่งตั้งคณะกรรมการนิเทศ ติดตามตามโครงการ/กิจกรรมตามแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา รองลงมา ติดตามการดำเนินงาน 4 ฝ่ายจากการประชุมในทุก ๆเดือน อันดับที่สาม ได้แก่ นิเทศติดตามเป็น 3 ระยะ โดยผู้บริหารต้องให้คำปรึกษา

2.2 แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต ด้านเทคโนโลยี ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

2.2.1 แนวทางการนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานของบุคลากร ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ส่งเสริมให้บุคลากรเข้ารับการอบรม และพัฒนาการนำเทคโนโลยีมาสร้างนวัตกรรมในการทำงาน รองลงมา ได้แก่ ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และจัดการประกวด และนำเสนอ เผยแพร่ผลงาน อันดับที่สาม ได้แก่ ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญ และประโยชน์ในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงาน

2.2.2 แนวทางการนำหลักการบริหารใหม่ ๆ มาใช้ในการบริหารสถานศึกษา ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ การนำหลักการบริหาร PDCA KM และPLC มาใช้ในการบริหารงานทั้ง 4 ฝ่าย โดยมุ่งเน้นผลสำเร็จสู่ผู้เรียน รองลงมา ได้แก่ นำหลักธรรมาภิบาล 6 ประการ มาบริหารสถานศึกษา อันดับที่สาม ได้แก่นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ร่วมกับหลักบริหารเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

2.2.3 แนวทางการพัฒนาห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย และเหมาะสมกับขนาดโรงเรียนควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ การติดตั้ง Smart TV และ WIFI ในทุกห้องเรียน ให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้ในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว รองลงมา ได้แก่ จัดสรรหรือระดมทุน ทรัพยากรในการพัฒนาห้องอิเล็กทรอนิกส์ทันสมัยเท่าทันโลกปัจจุบัน อันดับที่สาม ได้แก่ ควรจัดอุปกรณ์ให้มีจำนวนพียงพอต่อความต้องการ

2.3 แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต ด้านคน ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

2.3.1 แนวทางการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากร เพื่อบริหารการเปลี่ยนแปลงในสถานศึกษา ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ส่งเสริมสนับสนุนในการพัฒนาตนเองของบุคลากรทั้งในด้านความต้องการ ความถนัดหรือจุดที่ควรพัฒนา โดยให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรด้วย รองลงมา ได้แก่ ส่งเสริม สนับสนุน

ให้บุคลากรได้จัดกิจกรรม PLC เพื่อประโยชน์ในการพัฒนางาน และสามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยฐานะตาม ว. 21 ได้ อันดับที่สาม ได้แก่ ส่งเสริมให้บุคลกรมีการประเมินตนเองก่อนการเพื่อเข้ารับการพัฒนาประเมินตนเองในทุก ๆ ด้าน เช่น จุดอ่อน จุดแข็ง ของตนเอง

2.3.2 แนวทางการประเมินสมรรถนะของบุคลากรภายหลังการบริหารการเปลี่ยนแปลง ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ประเมินบุคลากรจากคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนโดยมีสื่อนวัตกรรมใหม่ ๆ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รองลงมา ได้แก่ มีการประเมินผลงาน และผลสำเร็จ ก่อนและหลังการจัดทำโครงการต่าง ๆ เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลง และสิ่งที่พัฒนาขึ้น อันดับที่สาม ได้แก่ ประเมินจากผลสำเร็จของโครงการที่รับผิดชอบ

2.3.3 แนวทางให้ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีการสั่งสมความเชี่ยวชาญ โดยขวนขวายหาความรู้ใหม่ ๆ มาพัฒนางานต่าง ๆ ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ส่งเสริม และหาแนวทางการพัฒนาสร้างผลงาน เพื่อพัฒนางานและพัฒนาตำแหน่งทางวิชาการ รองลงมา ได้แก่ สนับสนุนให้บุคลากรได้ศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ระดับปริญญาโท และปริญญาเอก อันดับที่สาม ได้แก่ ส่งเสริมการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้

2.4 แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต ด้านวัฒนธรรม ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

2.4.1 แนวทางพัฒนาความเชื่อด้านการมีจิตสาธารณะแก่บุคลากรในสถานศึกษา ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ให้ความสำคัญ และตระหนักเกี่ยวกับการมีจิตสาธารณะ รองลงมา ได้แก่ ประชาสัมพันธ์ ป้ายนิเทศให้เห็นถึงประโยชน์แก่ส่วนรวม และยกย่องผู้มีจิตอาสาอันดับที่สาม ได้แก่ ให้โรงเรียนก่อตั้งชมรมจิตอาสาและมีการรายงานผล

2.4.2 แนวทางพัฒนาการสร้างบรรยากาศการทำงานที่ดี บุคลากรมีความร่วมมือทำงานอย่างมีความสุข ควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ มอบหมายงานที่ตรงกับความสามารถและความสนใจ รองลงมา ได้แก่ สร้างบรรยากาศทำงานเป็นทีม ร่วมคิดร่วมทำร่วมแก้ปัญหาอันดับที่สาม ได้แก่ ส่งเสริมและสนับสนุน วัสดุ อุปกรณ์ งบประมาณให้อย่างเพียงพอ

2.4.3 แนวทางการสร้างบรรยากาศความไว้วางใจในการปฏิบัติงานใหม่ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงควรดำเนินการดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ สร้างบรรยากาศให้บุคลากรมีความเชื่อมั่นในศักยภาพและความสามารถของตนเองและความสำเร็จ รองลงมา ได้แก่ การมอบหมายงานให้ต้องกับความสามารถของบุคลากร อันดับที่สาม ได้แก่ ส่งเสริม นิเทศ ติดตาม ให้คำปรึกษา แนะนำ และร่วมกันแก้ปัญหา

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 มีสาระสำคัญอภิปราย ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1

ผลการศึกษาความคิดเห็นของข้าราชการครู และบุคลากรทางกาศึกษาต่อสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ผลการศึกษาพบว่า โดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก รวมทั้ง 4 ด้าน สอดคล้องกับ รัศมี เจริญรัตน์ (2551, หน้า 292) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารการเปลี่ยนแปลงกับประสิทธิผลการบริหารงานวิชาการในโรงเรียนนำร่องผู้นำการเปลี่ยนแปลง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดนครพนม พบว่า การบริหารการเปลี่ยนแปลงและประสิทธิผลการบริหารงานวิชาการในโรงเรียนนำร่องผู้นำการเปลี่ยนแปลง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดนครพนม ตามความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูผู้สอน และคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ สุรชิน วิเศษลา (2551, หน้า 65) ได้ศึกษาภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 พบว่า ความคิดเห็นของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา เกี่ยวกับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของ

ผู้บริหารโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่ามีความคิดเห็นเกี่ยวกับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารโรงเรียนอยู่ในระดับมากทุกด้าน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่าง ๆในการรองรับการเปลี่ยนแปลง การกระจายอำนาจการบริหารและการบริหารจัดการสถานศึกษา ทำให้เท่าทันสถานการณ์ต่าง ๆ และยึดหลักคุณธรรมจริยธรรมในการปฏิบัติงาน และผู้บริหารสถานศึกษาส่งเสริมและให้กำลังใจแก่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ได้ดี รวมทั้งมีการแนะนำเกี่ยวกับการพัฒนาตนเองเพื่อให้ไปสู่ความสำเร็จ และเมื่อพิจารณา เป็นรายด้าน สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1.1 ด้านโครงสร้าง (Structure) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมและรายข้อ พบว่าในภาพรวมมีระดับปฏิบัติอยู่ในระดับมาก โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติมากที่สุด คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการจัดแสดงแผนภูมิสายบังคับบัญชาและประกาศให้ทราบอย่างชัดเจน รองลงมาผู้บริหารสถานศึกษาชี้แจงให้บุคลากรเห็นถึงประโยชน์ของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างองค์การใหม่ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสมกับขนาดของสถานศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริหารเห็นความสำคัญในความชัดเจนของหน้าที่และความผิดชอบของแต่ละบุคคล และผู้บริหารมีประสบการณ์ในการเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้างให้ยืดหยุ่นทันต่อสถานการณ์ต่าง ๆ และกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรในแต่ละงานอย่างชัดเจน โดยจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ วิรัตน์ (2552, บทคัดย่อ) ศึกษาสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างองค์การของโรงเรียนบ้านจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในการเตรียมการบริหารการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างของโรงเรียน มีกำหนดวัตถุประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโรงเรียน และมีการจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโรงเรียน และได้ดำเนินการตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ

1.2 ด้านเทคโนโลยี (Technology) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมและรายข้อ พบว่าในภาพรวมมีระดับปฏิบัติอยู่ในระดับมาก โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาส่งเสริมเทคโนโลยีเชื่อมโยงเครือข่ายเพื่อการปฏิบัติงานของบุคลากร รองลงมาคือ ผู้บริหารสถานศึกษาออกแบบวิธีการทำงานใหม่ด้วยการใช้เทคโนโลยี ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติน้อยที่สุดได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาสนับสนุนการนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานของบุคลากรเสมอ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเทคโนโลยีได้เข้ามามีส่วนในการทำงานทุกระบบ และสร้างความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน ซึ่งผู้บริหารสถานศึกษาต้องเป็นผู้นำและเป็นผู้ส่งเสริมให้บุคลากรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิวิมล ทิมพิทักษ์ (2555, หน้า 106) ได้ศึกษาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 พบว่า การบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาตามความคิดเห็นของข้าราชการครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาในรายด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการบริหารการเปลี่ยนแปลง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการจัดทำเว็บไซต์ของโรงเรียนเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ และเผยแพร่กิจกรรมต่าง ๆภายในและภายนอกสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับมาก (= 4.20, S.D.= 0.61) รองลงมาได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษามีการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับนวัตกรรมเพื่อการบริหารการเปลี่ยนแปลงของสถานศึกษาอยู่ในระดับมาก (= 4.18, S.D.= 0.62) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการกระตุ้นและจัดหาเครื่องมือด้านเทคโนโลยีมาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานของฝ่ายต่าง ๆ ของสถานศึกษา อยู่ในระดับมาก (= 3.70, S.D.= 0.87)

1.3 ด้านคน (People) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมและรายข้อ พบว่าในภาพรวมมีระดับปฏิบัติอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการวางแผนอัตรากำลังเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลง และน้อยที่สุดคือ ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีการสั่งสมความเชี่ยวชาญ โดยขวนขวายหาความรู้ใหม่ ๆ มาพัฒนางาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคนหรือบุคลากรคือส่วนที่สำคัญในการพัฒนาและขับเคลื่อนองค์กรต่าง ๆให้ก้าวหน้า และบรรลุเป้าหมายขององค์กร ดังนั้นผู้บริหารสถานศึกษาจึงส่งเสริมการฝึกอบรมทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของครูและบุคลากรให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงซึ่งมีคุณสมบัติเช่น

ความสามารถในการสื่อสาร ความกระตือรือร้น ความสามารถในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความเป็นผู้ร่วมงานที่ดี และมีความริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ สุชาติ สถาพรเจริญชัย (2554, หน้า 148) พบว่า ระดับปฏิบัติของผู้บริหารเกี่ยวกับ การบริหารการเปลี่ยนแปลงในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 ด้านการบริหารการเปลี่ยนแปลงด้านกำลังคน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด 3 ข้อเรียงตามลำดับจากมากที่สุดลงมา 3 ลำดับ สร้างความเข้าใจและยอมรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ส่งเสริมความรับผิดชอบงานในหน้าที่ที่ส่งผลสำเร็จต่อการพัฒนาสถานศึกษา กระตุ้นจูงใจให้คนงานตระหนักในคุณค่าในผลลัพธ์ของงาน

1.4 ด้านวัฒนธรรม (Culture) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมและรายข้อ พบว่าในภาพรวมมีระดับปฏิบัติอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการส่งเสริมให้คนมีความคิดริเริ่ม การวิจัย การสร้างนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยใช้การจูงใจด้วยการยกย่องชมเชยและให้รางวัล และน้อยที่สุดคือ ผู้บริหารสถานศึกษามีการพัฒนาความเชื่อด้านการมีจิตสาธารณะแก่บุคลากร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นผู้นำการบริหารการเปลี่ยนแปลง และให้ความสำคัญในการสร้างบรรยากาศในการทำงานร่วมกัน รวมทั้งการเทคนิคต่าง ๆในการสร้างแรงจูงใจในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย และมีบุคลากรในสถานศึกษาที่มีความรับผิดชอบ และมีความเต็มใจในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม เหลี่ยมจุ้ย (2556, หน้า 143) พบว่าสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารวิทยาลัยการอาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ด้านวัฒนธรรมองค์กร ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ วิทยาลัยให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการวิทยาลัยให้มีคุณภาพ รองลงมา ได้แก่ บุคลากรส่วนใหญ่มีความจงรักภักดีและมีความผูกพันต่อวิทยาลัย และวิทยาลัยมีบรรยากาศการทำงานที่ดี บุคลากรมีความร่วมมือร่วมใจกันทำงานอย่างมีความสุข

2. ผลการหาแนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต 1 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ด้านโครงสร้าง การออกแบบและปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสมกับขนาดของสถานศึกษาของท่านและการเปลี่ยนแปลง พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ การแบ่งโครงสร้างการบริหารงานในสถานศึกษาโดยการแบ่งงานเป็น 4 ฝ่าย ตามกฎกระทรวงซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการศึกษา พ.ศ.2550 โดยมีหัวหน้างานของงาน 4 ฝ่าย โดยจัดตามความรู้และความสามารถ การกำหนดอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบตามสายบังคับบัญชามีการกระจายอำนาจคล่องตัว เอื้อต่อการปฏิบัติงานของบุคลากร มีแนวทางสำคัญ ได้แก่ การให้ความสำคัญตามสายบังคับบัญชาเป็นลำดับขั้น และสายบังคับบัญชาให้น้อยลง และการติดตามการดำเนินงานของบุคลากรตามโครงสร้างองค์การของสถานศึกษา พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ แต่งตั้งคณะกรรมการนิเทศ ติดตามตามโครงการ/กิจกรรมตามแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้บริหารสถานศึกษาต้องมีความสามารถในการออกแบบงานใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพการเปลี่ยนแปลงกับสถานศึกษาและบริบทต่าง ๆ โดยยึดโครงสร้างการบริหารงานของกฎกระทรวงซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการศึกษา พ.ศ.2550 โดยผู้บริหารติดตามข่าวสารความเคลื่อนไหวทางการศึกษาใหม่ ๆ และใช้หลักทฤษฎีในการบริหารการเปลี่ยนแปลง สร้างนวัตกรรมการบริหารงานรูปแบบใหม่เพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนาสถานศึกษา และพัฒนาทักษะต่าง ๆต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับของ นิคม เหลี่ยมจุ้ย (2557, หน้า 258) พบว่า ด้านโครงสร้าง วิทยาลัยพัฒนาระบบ มีการบริหารตามเกณฑ์สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) อย่างต่อเนื่อง วิทยาลัยปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการทำงาน พร้อมสื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัย การจัดโครงสร้างองค์กรมีความยืดหยุ่นและตอบสนองต่อภารกิจหลักเพื่อสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้

2.2 ด้านเทคโนโลยี การนำนวัตกรรมใหม่มาใช้ในการปฏิบัติงานของบุคลากร มีแนวทางสำคัญ ได้แก่ ส่งเสริมให้บุคลากรเข้ารับการอบรม และพัฒนาการนำเทคโนโลยีมาสร้างนวัตกรรมในการทำงาน ทางการนำหลักการบริหารใหม่ ๆ

มาใช้ในการบริหารสถานศึกษา พบว่ามีแนวทางสำคัญได้แก่ การนำหลักการบริหาร PDCA KM และPLC มาใช้ในการบริหารงานทั้ง 4 ฝ่าย โดยมุ่งเน้นผลสำเร็จสู่ผู้เรียน การพัฒนาห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย และเหมาะสมกับขนาดโรงเรียน พบว่ามีแนวทางสำคัญได้แก่ การติดตั้ง Smart TV และ WIFI ในทุกห้องเรียน ให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้ในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อาจเป็นเพราะ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีขยายตัวอย่างรวดเร็ว และหลากหลายในปัจจุบัน ดังนั้นผู้บริหารจึงมีความต้องการความก้าวหน้าและความมั่นคงในระยะยาวจึงพยายามนำแนวทางการบริหารและเทคโนโลยีใหม่ ๆ จึงมีการสนับสนุนเทคโนโลยีที่เหมาะสม และเพียงพอเพื่อช่วยให้บุคลากรทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วในการทำงาน และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พร้อมมีหลักการบริหารที่ทันสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลงมาใช้ในการบริหารสถานศึกษาโดยมีการคำนึงถึงบริบทของแต่ละสถานศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับของ ธันวา อ่วมมณี (2548, หน้า 79) ได้กล่าวความต้องการในการพัฒนาการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ ที่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1 ไว้ว่า การพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเพื่อการเรียนรู้ โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการให้ครบทุกระบบครอบคลุมภารกิจของสถานศึกษา ส่งเสริมการจัดเครือข่ายบุคลากร ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ เพื่อให้สถานศึกษาได้ร่วมกันใช้และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับแนวคิดของ ครรชิต มาลัยวงศ์ (2560) กล่าวว่า เทคโนโลยีการบริการศึกษาทำให้การบริหารจัดการของผู้บริหารการศึกษามีความสะดวกรวดเร็วและมีคุณภาพ ทำให้การสื่อสารและการประสานงานด้านการบริหารการศึกษาสะดวกรวดเร็ว ทำให้พัฒนาการด้านการศึกษาของประเทศดำเนินไปอย่างราบรื่นมั่นคง และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้สามรถผลิตผู้จบการศึกษาทุกระดับที่มีคุณภาพได้

2.3 ด้านคน การจัดทำแผนพัฒนาบุคลากร เพื่อบริหารการเปลี่ยนแปลงในสถานศึกษา พบว่ามีแนวทางสำคัญได้แก่ ส่งเสริมสนับสนุนในการพัฒนาตนเองของบุคลากรทั้งในด้านความต้องการ ความถนัด หรือจุดที่ควรพัฒนา โดยให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรด้วย การประเมินสมรรถนะของบุคลากรภายหลังการบริหารการเปลี่ยนแปลงพบว่ามีแนวทางสำคัญได้แก่ ประเมินบุคลากรจากคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนโดยมีสื่อนวัตกรรมใหม่ ๆ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีการสั่งสมความเชี่ยวชาญ โดยขวนขวายหาความรู้ใหม่ ๆ มาพัฒนางานต่าง ๆ พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ ส่งเสริม และหาแนวทางการพัฒนาสร้างผลงาน เพื่อพัฒนางานและพัฒนาตำแหน่งทางวิชาการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ คน หรือบุคลากรเป็นส่วนที่สำคัญที่จะนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ดังนั้นการมอบหมายงาน และการพิจารณาความดีความชอบต้องมีความยุติธรรมและชัดเจน และส่งเสริมบุคลากรในสถานศึกษาเข้ารับกาอบรม หรือสัมมนา และกำหนดแผนพัฒนาบุคลากร ซึ่งสอดคล้องกับ พิพัฒน์ โสรัตน์(2556, หน้า 83) ศึกษาแนวทางการพัฒนาโรงเรียนบ้านเกาะแก้วอนุสรณ์ ตำบลปางมะค่า อำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร ในด้านการบริหารบุคลากร มีความถี่สูง 3 อันดับแรก ได้แก่ การส่งเสริม สนับสนุนโดยจัดการอบรม สัมมนาเพิ่มความรู้ให้ผู้สอนมีความรู้ความสามารถและทักษะในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา รองลงมาได้แก่ การดำเนินการประสานการระดมทรัพยากรควบคุมดูแลบุคลากรให้เป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบและข้อบังคับของทางราชการ และผู้บริหารสถานศึกษาควบคุม ดูแลการบริหารงานบุคคลในสถานศึกษาให้สอดคล้องกับนโยบาย กฎระเบียบ ข้อบังคับ หลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด

2.4 ด้านวัฒนธรรม ความเชื่อด้านการมีจิตสาธารณะแก่บุคลากรในสถานศึกษา พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ ให้ความสำคัญ และตระหนักเกี่ยวกับการมีจิตสาธารณะ การสร้างบรรยากาศการทำงานที่ดี บุคลากรมีความร่วมมือทำงานอย่างมีความสุข พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ มอบหมายงานที่ตรงกับความสามารถและความสนใจ การสร้างบรรยากาศความไว้วางใจในการปฏิบัติงานใหม่ ภายใต้การเปลี่ยนแปลง พบว่ามีแนวทางสำคัญ ได้แก่ สร้างบรรยากาศให้บุคลากรมีความเชื่อมั่นในศักยภาพและความสามารถของตนเอง และความสำเร็จ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริหารสามารถสื่อสารให้บุคลากรได้รับรู้ถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในสถานศึกษา มีการสร้างความเข้าใจกับบุคลากร กรรมการสถานศึกษา ชุมชน เพื่อการบริหารงานและการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามนโยบายต่าง ๆ มีการจัดระบบนิเทศ

ภายในให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการบริหารงานร่วมกัน มีสร้างบรรยากาศ และปรับเปลี่ยนแนวคิด และทัศนคติโดยกระตุ้นให้เกิดความรักในองค์กร เห็นความสำคัญของเป้าหมายเดียวกัน การมีความเห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกัน ช่วยให้บุคลากรในสถานศึกกาเข้าใจถึงลักษณะการทำงานและการเลือกแนวทางที่ถูกต้องในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติงานร่วมกัน โดยให้ความสำคัญกับบุคลากรและงานไปพร้อม ๆ กัน ให้บุคลากรมีความคิดที่อิสระให้ทำงานอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและบริหารงาน โดยส่งเสริม สนับสนุนให้บุคลากรเกิดแรงจูงใจในการทำงาน มีความสุขกับการทำงานเห็นคุณค่าและความสามารถของตนเอง มีการตอบแทนและชื่นชมในผลงาน รวมทั้งการทำความดีในรูปแบบต่าง ๆด้วย ทำให้เข้าใจถึงความสำคัญของวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความเชื่อ ที่ปฏิบัติสืบต่อกันมา รวมทั้งการให้ความสำคัญการมีจิตสาธารณะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญทำให้วัฒนธรรมในสถานศึกษาเป็นแรงกระตุ้นให้ได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งสอดคล้องกับจารุวัฒน์ สัตยานุรักษ์ (2556, หน้า 168) พบว่าแนวทางกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับการบริหารการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์การของสถาบันการพลศึกษา จากการวิเคราะห์วัฒนธรรมภายในองค์การ เพื่อการกำหนดทิศทางของการเปลี่ยนแปลง พบว่า ณ ปัจจุบัน วัฒนธรรมองค์การของสถาบันการพลศึกษาเป็นวัฒนธรรมเน้นโครงสร้าง กล่าวคือ เป็นองค์การที่มีโครงสร้างการทำงานที่มีความเป็นทางการ มีกฎระเบียบและแบบแผนที่ชัดเจน สำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานแก่บุคลากรขององค์การ มีการระบุความชัดเจนของตำแหน่งงาน หน้าที่ความรับผิดชอบในทุกบทบาทของงานอย่างชัดเจน เป็นวัฒนธรรมเน้นการมีส่วนร่วม เน้นรูปแบบการทำงานที่มีการเปิดโอกาสในการทำงานร่วมกัน และทำงานเป็นทีมมากขึ้น ลดความเป็นทางการในการทำงานเพื่อเน้นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมากขึ้น โดยผู้นำขององค์การมุ่งเน้นการบริหารงานเชิงรุก มุ่งเน้นผลลัพธ์ของการทำงานเป็นหลัก พร้อมทั้งสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง พัฒนาทัศนคติ แนวคิดการทำงาน และการเกิดนวัตกรรมใหม่ขององค์การ เพื่อการสร้างผลการดำเนินงานที่ดี

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ พบสภาพการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กำแพงเพชรเขต 1 โดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับ มาก รวมทั้ง 4 ด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับ มาก ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติมากที่สุด ได้แก่ ด้านวัฒนธรรม (Culture) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติรองลงมา ได้แก่ ด้านคน (People) ด้านโครงสร้าง (Structure) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยในการปฏิบัติต่ำสุดได้แก่ ด้านเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งในด้านโครงสร้างพบว่า ผู้บริหารสถานศึกษาควรปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมาะสม กับขนาดของสถานศึกษา ควรกำหนดนโยบายจุดเน้นเพื่อเป็นเป้าหมายในการดำเนินงาน 4 ฝ่ายให้ชัดเจน และเน้นงานประกันคุณภาพ มุ่งเน้นพัฒนาด้านวิชาการเป็นหลัก ให้ความสำคัญตามสายบังคับบัญชาเป็นลำดับขั้น มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบงานที่ชัดเจน เปิดโอกาสให้บุคลากรได้แสดงศักยภาพและความสามารถที่ตนเองถนัด ด้านเทคโนโลยี ผู้บริหารสถานศึกษาควรส่งเสริมให้บุคลากรเข้ารับการอบรม และพัฒนาการนำเทคโนโลยีมาสร้างนวัตกรรมในการทำงาน และควรนำหลักการบริหารงานต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้บริหารงานทั้ง 4 ฝ่าย ควรพัฒนาห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย และเหมาะสมกับขนาดโรงเรียน และมีอินเทอร์เน็ตในทุกห้องเรียน ให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้ในการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ด้านคน ผู้บริหารสถานศึกษาควรส่งเสริมสนับสนุนในการพัฒนาตนเองทั้งในด้านความต้องการความถนัด หรือจุดที่ควรพัฒนา โดยให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากร ส่งเสริมการจัดกิจกรรม PLC เพื่อประโยชน์ในการพัฒนางาน ประเมินบุคลากรจากคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนโดยมีสื่อนวัตกรรมใหม่ ๆ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมการพัฒนาสร้างผลงาน เพื่อพัฒนางานและพัฒนาตำแหน่งทางวิชาการ และด้านวัฒนธรรมผู้บริหารสถานศึกษาควรให้ความสำคัญ และตระหนักเกี่ยวกับการมีจิตสาธารณะ มอบหมายงานที่ตรงกับความสามารถและความสนใจ สร้างบรรยากาศทำงานเป็นทีม ร่วมคิดร่วมทำร่วมแก้ปัญหา และส่งเสริมสนับสนุน วัสดุ อุปกรณ์ งบประมาณให้อย่างเพียงพอ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร. พฤฑฒิพล พฤฑฒิกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และคณะกรรมการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ซึ่งปรากฏนามในการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ และได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ตลอดจนผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก ผู้อำนวยการสถานศึกษา บุคลากรทางการศึกษาและข้าราชการครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือในการเก็บข้อมูล และตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 17 ท่าน ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ และข้อเสนอแนะด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระทุกท่าน ที่ได้ให้ความกรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น คุณค่า และประโยชน์อันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ผู้วิจัยขอน้อมบูชาในพระคุณของ บิดา มารดา คณาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าอิสระ จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มนโยบายและแผน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาแพงเพชร เขต 1.(2558). แผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562). สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาแพงเพชร เขต 1

ครรชิต มาลัยวงศ์. (2560). เทคโนโลยีการบริหารการศึกษา.สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2561, จาก http://www.drkanchit.com

จารุวัฒน์ สัตยานุรักษ์. (2556). กลยุทธ์การบริหารการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์การสถาบันการพลศึกษา. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา ผู้นำทางสังคม ธุรกิจและการเมือง มหาวิทยาลัยรังสิต.

ซาลีฮะห์ ดะเซ็ง. (2555). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาความความคิดเห็นของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ไตรรัตน์ โภคพลากรณ์. (2551). การบริหารการเปลี่ยนแปลง. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธันวา อ่วมมณี. (2548). การบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ธงชัย สันติวงศ์. (2546). การวางแผนเชิงกลยุทธ์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ธวัช บุณยมณี. (2551). ภาวะผู้นำและการเปลี่ยนแปลง. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ธิดารัตน์ เทพรัตน์ (2555).การบริหารการเปลี่ยนแปลง. [Online].Available: https://thidarat00.wordpress.com/2012/03/01/change-management [2560, มีนาคม 9].

นิคม เหลี่ยมจุ้ย. (2557). การพัฒนากลยุทธ์การบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารวิทยาลัยการอาชีพ.วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต.สาขาวิชายุทธศาสตร์การบริหารและการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

เนตร์พัณณา ยาวิราช. (2552). ภาวะผู้นำและผู้นำเชิงกลยุทธ์ (Leadership and Strategic Leader). (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ล กรุ๊ป.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน.(พิมพ์ครั้งที่ 5).กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.

ปทุมรัตน์ สีธูป. (2560). การพัฒนาคุณลักษณะผู้บริหารสถานศึกษายุคใหม่ของโรงเรียนขยายโอกาส. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสรรค์.

ปองสิน วิเศษศิริ. (2549). แนวคิดการบริหารการเปลี่ยนแปลงในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. วารสารการศึกษาไทย

ปัณรส มาลากุล. (2551). การพัฒนาองค์การ. กรุงเทพฯ: มิสเตอร์ก๊อปปี้.

พิพัฒน์ โสรัตน์. (2556). แนวทางการพัฒนาโรงเรียนบ้านเกาะแก้วอนุสรณ์ ตำบลปางมะค่า อำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

พรรณิภา วิสูญ. (2553). การศึกษาปัญหาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายโสธร เขต 1. สารนิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา สถานบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.

เมตตา สารีวงค์. (2558). การบริหารการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อการบริหารงานบุคคลในสถานศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

รัตติกรณ์ จงวิศาล. (2559). ภาวะผู้นำ LEADERSHIP ทฤษฎี การวิจัย และแนวทางสู่การพัฒนา. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รุจิรัตน์ นาครัมภะ.(2554). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารที่ส่งผลต่อความเป็นครูมืออาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพของครู.วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วันชัย มีชาติ. (2548). พฤติกรรมการบริหารองค์การสาธารณะ. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พริ้น.

วิเชียร วิทยาอุดม. (2550) การพัฒนาองค์การ. กรุงเทพฯ : บริษัท ธนวัชการพิมพ์ จำกัด.

วิรัตน์ มาตันบุญ. (2552). การบริหารการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างองค์การของโรงเรียนจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิลาวัลย์ อันมาก. (2556). การศึกษาการบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐ. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีรศักดิ์ ประจง. (2556). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาในกลุ่มโรงเรียนมิตรภาพ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 1. การค้นคว้าอิสระ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ศศิวิมล ทิมพิทักษ์. (2556). การบริหารการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

สุชาดา รังสินันท์. (2551). การบริหารการเปลี่ยนแปลง. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุชาติ สถาพรเจริญชัย. (2553). การบริหารการเปลี่ยนแปลงในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาลัยราชภัฏธนบุรี

สุรชิน วิเศษลา. (2551). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาลัยราชภัฏเลย

สุริพร บุญเมือง. (2555). ศึกษาระดับกระบวนการบริหารการเปลี่ยนแปลงตามองค์ประกอบการประกันคุณภาการศึกษาของสถานศึกษาในสังกัด เทศบาลนครภูเก็ต. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.

สมคิด บางโม. (2557). องค์กรและการจัดการ. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สมบูรณ์ นนท์สกุล. (2548). รูปแบบการบริหารการเปลี่ยนแปลงอย่างมีแผนของผู้บริหารในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์.สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ. (2556). แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบราชการไทย (พ.ศ. 2556 – พ.ศ. 2561). กรุงเทพฯ: วิชั่น พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย.

สมพร จำปานิล. (2550). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเลย.

เสริม กัลยารัตน์. (2550). การบริหารการเปลี่ยนแปลง : กรณีศึกษาการเตรียมออกนอกระบบราชการของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ภาคนิพนธ์ ร.ม. (การบริหารจัดการสาธารณะสำหรับนักบริหาร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Bartol,Kathryn M.(1998). Management. (3rd ed). New York : McGraw-Hill.

Nickols, F. (2010). Change Management. [Online]. Available From: http:// www.nickols.us/change.pdf . [April 9, 2014].

Robbins, S. P. & Coulter (2003). Organization Behavior. (10thed.). Upper River, New Jersey: Prentice-Hall.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ฐัฒพล แก้วศรีงาม ฐิตินันท์ ด้วงสุวรรณ* และสายทิตย์ ยะฟู

Factors Effecting Quality Assurance Management of School under Chainat Primary Educational Service Area

Thattapon Kaewsringam, Titinun Duangsuwan* and Saythit Yafu

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60000
Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000
Corresponding author. E-Mail address: thattaphol2@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาของสถานศึกษา 2) ศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา และ 4) สร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริหารสถานศึกษาและครู ปีการศึกษา 2561 ได้มาโดยทำการสุ่มอย่างง่าย ได้จำนวน 302 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษา มีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ได้ค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.66-1.00 และค่าความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับ 0.97 ผลการวิจัย พบว่า 1) สภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.37) 2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.36) 3) เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ พบว่า ปัจจัยด้านบุคลากร ด้านภาวะผู้นำ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการบริหาร ด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านการมีส่วนร่วม และด้านงบประมาณ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) เมื่อนำมาสร้างสมการพยากรณ์ พบว่า ได้สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา ดังนี้ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y' = 0.90+0.17(X_2)+0.18(X_3)+0.15(X_6)+0.13(X_4)+0.13(X_5))+0.09(X_7)+0.09(X_1)$ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $Z = 0.23(Z_2)+0.23(Z_3)+0.19(Z_6)+0.16(Z_4)+0.16(Z_5))+0.11(Z_7)+0.11(Z_1)$

คำสำคัญ: การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา

Abstract

The purpose of this study were 1) to investigate the quality assurance management in school, 2) to investigate factors effecting quality assurance management in school, 3) to investigate correlation of factors effecting quality assurance management in school and 4) to develop prediction equations to predict quality assurance management in school. A sample group was selected from the directors and government teachers in the 2018 academic year. The sample consisted of 302 selected through simple random sampling technique. The research instrument was the content validity of the developed test verified by the item-objective congruency (IOC) index ranging from 0.66 to 1.00 and verified overall Cronbach's α co-efficient reliability of questionnaires was 0.97. Research findings were as follows: 1) The quality assurance management state in school was at the good level ($\bar{X}$ = 4.37). 2) Factors effecting quality assurance management in school was at the good level in all verified items ($\bar{X}$ = 4.36). 3)Correlation with quality assurance management in school, was statistically significant at 0.01. (4) The prediction equations to predict quality assurance management in school could be written as follow: The prediction equations in the form of raw score: $Y' = 0.90+0.17(X_2)+0.18(X_3)+0.15(X_6)+0.13(X_4)+0.13(X_5))+0.09(X_7)+0.09(X_1)$ The prediction equation in the form of standard score: $Z = 0.23(Z_2)+0.23(Z_3)+0.19(Z_6)+0.16(Z_4)+0.16(Z_5))+0.11(Z_7)+0.11(Z_1)$

Keywords: quality assurance management of school

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวดที่6 ว่าด้วยมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา มาตรา 47 บัญญัติไว้ว่าให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทุกระดับ ประกอบด้วย ระบบการประกันคุณภาพภายในและระบบการประกันคุณภาพภายนอก มาตรา 48 บัญญัติไว้ว่าให้ หน่วยงานต้นสังกัดและสถานศึกษาจัดให้มีระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และให้ถือว่าการประกันคุณภาพภายในเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และเพื่อรองรับการประเมินคุณภาพภายนอกจากสาระบัญญัติดังกล่าว สถานศึกษาทุกแห่งต้องนำไปปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเจตนารมณ์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2555ก: 1)

การที่จะทำให้เกิดผลตามเกณฑ์การประกันคุณภาพสถานศึกษานั้นขึ้นอยู่กับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการนำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา จากรายงานผลการวิจัยของ สมศ. พบว่า สถานศึกษายังไม่เห็นความสำคัญต่อการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ผู้บริหารครูและผู้เกี่ยวข้องยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการประกันคุณภาพ การปฏิบัติงานการประกันคุณภาพจึงขาดประสิทธิภาพส่งผลให้การพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาไม่บรรลุเป้าหมาย (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. 2553: 2)

การดำเนินงานเพื่อจะให้เกิดผลตามเป้าหมาย สถานศึกษาจะต้องประชาสัมพันธ์เป้าหมายและจุดเน้นที่ต้องการตลอดจนแผนพัฒนาสถานศึกษาให้ทุกฝ่ายได้รับรู้เพื่อเป็นสัญญาประชาคม และให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีทิศทางการทำงานที่ชัดเจนสู่เป้าหมายเดียวกัน โดยโรงเรียนจักต้องพัฒนาระบบการประกัน ให้เป็นส่วนหนึ่งของการบริหาร โดยอาศัยหลักการคือ 1. เป้าหมายคือการพัฒนาผู้เรียน 2.ถือว่าการประกันคุณภาพการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการบริหาร 3.บุคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องมีส่วนร่วมผิดชอบ ตั้งแต่การวางแผน การติดตามและประเมินผล การปรับปรุง เป็นต้น (ธีระ รุญเจริญ. 2551: 80-81)

จากผลการประเมินการประกันคุณภาพภายนอกรอบที่สาม ปีการศึกษา 2554 พบว่า สถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 7,985 แห่ง ได้รับการรับรอง 5,690 แห่ง ไม่รับรอง 2,295 แห่ง ซึ่งสะท้อนได้ว่าสถานศึกษาที่ไม่ผ่านการรับรองมีจุดบกพร่องที่ต้องได้รับการพัฒนาใน การดำเนินงานประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาสาเหตุหลักที่ทำให้การประคุณภาพภายในไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องมาจาก ผู้บริหาร ครูผู้สอน และ การดำเนินงานของบุคลากรในโรงเรียนที่ไม่ได้ให้ความสำคัญ ระบบการบริหารจัดการประกันคุณภาพภายในไม่ต่อเนื่อง จึงทำให้ระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ไม่ประสบความสำเร็จได้ดีเท่าที่ควร (เจมรินี ใจเรือน. 2555: 3)

ในส่วนของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ได้ดำเนินงานตามมาตรฐานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พบว่า ในมาตรฐานที่ 3 ผลการบริหารและการจัดการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ตัวบ่งชี้ที่ 2 สถานศึกษามีคุณภาพตามมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งมีสถานศึกษาในสังกัดที่จัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเข้ารับการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (ปี พ.ศ. 2554 – 2558) รวม 183 แห่ง ผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสามในภาพรวม (12 ตัวบ่งชี้) ของสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำแนกตามผลการประเมิน คือ ระดับดีมาก จำนวน 33 แห่ง ระดับดี จำนวน 142 แห่ง และระดับพอใช้ จำนวน 8 แห่ง โดยสาเหตุหลักมาจาก 1. ความต่อเนื่องของระบบประกันคุณภาพภายในของโรงเรียน 2. เนื่องจากความไม่แน่นอนของนโยบายทำให้สถานศึกษาไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง 3. ผู้บริหาร และครูไม่ให้ความสำคัญเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังพบว่า สถานศึกษาสามารถจัดทำมาตรฐานโรงเรียนได้แต่ไม่ชัดเจน สถานศึกษาขาดการตรวจสอบคุณภาพภายในระหว่างการดำเนินงาน และการรายงานความก้าวหน้า สถานศึกษารายงานความก้าวหน้าไปยังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำหรับผลการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพการศึกษาในภาพรวมของสถานศึกษา จำแนกตามระดับคุณภาพ คือ ระดับดีเยี่ยม 106 แห่ง ระดับดีมาก 51 แห่ง ระดับดี 15 แห่ง ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินตามระบบประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา 8 องค์ประกอบ ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป ทั้งหมด (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. 2558: ออนไลน์)

จากที่กล่าวมาโดยสรุป คือ การประกันคุณภาพการศึกษาเป็นหลักสำคัญที่จะเป็นมาตรฐานให้ผู้รับบริการ นั้นคือ ผู้เรียน ผู้ปกครอง เกิดความเชื่อมั่น และพึงพอใจ แต่การดำเนินงานที่ให้สำเร็จได้นั้นสถานศึกษา ผู้บริหาร ครู ต้องร่วมมือกัน และให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก หากไม่ประสบผลสำเร็จก็ต้องหาแนวทางแก้ไขให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ร่วมมือกัน หาจุดบกพร่อง วิธีการดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้นยิ่ง ๆ ขึ้นไป

ดังนั้นด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท" เพื่อศึกษาสภาพ การดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา และปัจจัยที่ส่งผลต่อการประกันคุณภาพของสถานศึกษาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงระบบการประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาสภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

2.เพื่อศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

3.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับสภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

4.เพื่อสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ที่สามารถพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท" ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานการประกันคุณภาพการศึกษา มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภาพต่อไปนี้

ตัวแปรพยากรณ์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ประกอบด้วย
1.ปัจจัยด้านบุคลากร
2.ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ
3.ปัจจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
4.ปัจจัยด้านการบริหาร
5.ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร
6.ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม
7.ปัจจัยด้านงบประมาณ

→

ตัวแปรเกณฑ์

การบริหารจัดการในงานประกันคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วย
1.การบริหารจัดการผู้เรียน
1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน
1.2 การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบ
1.3 การดูแลส่งเสริมสุขภาพอนามัย และสุขภาพจิต
2. การบริหารจัดการสถานศึกษา
2.1 การบริหารจัดการคุณภาพของสถานศึกษา
2.2 การพัฒนาครูและบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญทางวิชาชีพ
3. การบริหารจัดการการเรียนรู้
3.1 การจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติจริง
3.2 การบริหารจัดการชั้นเรียน
3.3 การตรวจสอบและประเมินผลผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท" มีวิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาและครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในปีการศึกษา 2561 จำแนกเป็นผู้บริหารจำนวน 128 คน และครู จำนวน 1,209 คน ตามลำดับ รวมทั้งหมด จำนวน 1,337 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2561) (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. 2561: ออนไลน์)

2. กลุ่มตัวอย่าง

2.1 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Krejcie and Morgan (บุญชม ศรีสะอาดและคณะ. 2556: 21-23) โดยนำจำนวนกลุ่มตัวอย่างของผู้วิจัยจำนวน 1,337 คน ไปสุ่มในตารางสำเร็จรูปที่นักสถิติจัดทำไว้ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 302 คน

2.2 เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปแล้ว จากนั้นดำเนินการด้วยวิธีการจักฉลากโดยการเขียนหมายเลขข้อความประชากรตัวอย่าง คือ ผู้บริหารและครู ก่อนแล้วจึงจับฉลากขึ้นมา โดยไม่สุ่มประชากรที่ถูกสุ่มแล้วขึ้นมาอีก (Simple Random Sampling without Replacement) คือหยิบแล้วเอาออกได้เลยไม่ต้องใส่กลับลงไปอีก สามารถจำแนกเป็นผู้บริหารจำนวน 29 คน และครู จำนวน 273 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีข้อคำถามที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Best and Kahn. 1993: 246 – 250) แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

5 หมายถึง ปฏิบัติการในงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง ปฏิบัติการการในงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง ปฏิบัติการการในงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง ปฏิบัติการการในงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง ปฏิบัติการการในงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านบุคลากร 2) ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ 3) ปัจจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 4) ปัจจัยด้านการบริหาร 5) ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร 6) ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม 7) ปัจจัยด้านงบประมาณ มีข้อคำถามที่กำหนดค่าคะแนนแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ความหมาย ค่าเฉลี่ย ดังนี้

5 หมายถึง ระดับปัจจัยส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานการประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานการประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานการประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานการประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับน้อยที่สุด

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบของแบบสอบถามการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษา และการบริหารงานของผู้บริหารและครูในการประกันคุณภาพการศึกษา

2. สร้างแบบสอบถามตามที่ได้ศึกษา แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและพิจารณาแก้ไขข้อมูลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4. นำแบบสอบถามหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.66-1.00

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ เสนอประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มผู้บริหารสถานศึกษา และครู ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของครอนบาค (Cronbach 1974 : 202-203) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค

6. วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach 1974 : 202-203) ได้ค่าความเที่ยง 0.97

7. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบค่าความเที่ยงแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอรับความเห็นชอบและนำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และโครงสร้าง (Content Validity) ของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรของโรวิเนลลี่ และแฮมเบิลตัน

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีการของครอนบัค (Cronbach , 1990 : 204 อ้างถึงในพวงรัตน์ ทวีรัตน์ , 2540: 125 - 126)

2. สถิติที่พื้นฐาน ได้แก่

2.1 หาค่าความถี่ (Frequency)

2.2 หาค่าร้อยละ (Percentage)

2.3 หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรเฟอร์กูสัน

2.4 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2.5 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) (สุวิมล ติรกานันท์, 2546: 82)

2.6 ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ทดสอบค่า (t-test)

2.7 หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Coeffcients)

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ด้านการบริหารจัดการผู้เรียน ด้านการบริหารจัดการสถานศึกษา และด้านการบริหารจัดการเรียนรู้

2. ระดับปัจจัยการประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านงบประมาณ ด้านภาวะผู้นำ ด้านการบริหาร ด้านบุคลากร และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการประกันคุณภาพการศึกษากับการบริหารจัดการในงานประกันคุณภาพการศึกษา พบว่า ปัจจัยทางการบริหารทั้ง 7 ด้าน คือ ด้านบุคลากร ด้านภาวะผู้นำ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการบริหาร ด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านการมีส่วนร่วม และด้านงบประมาณ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา ในระดับค่อนข้างสูง คือ ด้านภาวะผู้นำ (r = .73) คือ ด้านการติดต่อสื่อสาร (r = .73) และ ด้านการบริหาร (r = .70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยใช้ปัจจัยการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาเป็นตัวพยากรณ์ พบว่า ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ ปัจจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม ปัจจัยด้านการบริหาร ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร ปัจจัยด้านงบประมาณ และปัจจัยด้านบุคลากร เป็นปัจจัยการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ร่วมกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสะสมเท่ากับ .82 สร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y' = 0.90+0.17(X_2)+0.18\ (X_3)+0.15\ (X_6)+0.13\ (X_4)+0.13\ (X_5)\ )+0.09\ +(X_7)+0.09\ (X_1)$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z = 0.23\ (Z_2)+0.23\ (Z_3)+0.19\ (Z_6)+0.16\ (Z_4)+0.16\ (Z_5)\ )+0.11+\ (Z_7)+0.11\ (Z_1)$$

อภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีข้อค้นพบที่ควรนำมาอภิปรายตามวัตถุประสงค์ และ สมมุตฐานการวิจัย ดังนี้

1. สภาพการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ด้านการบริหารจัดการผู้เรียน ด้านการบริหารจัดการสถานศึกษา และด้านการบริหารจัดการเรียนรู้มีประเด็นที่น่าสนใจและนำมาอภิปราย ดังนี้

ด้านการบริหารจัดการผู้เรียน มีการบริหารอยู่ในระดับมากลำดับแรก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า สถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ให้ความสำคัญในการส่งเสริมคุณภาพผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ให้ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสม และมีการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่เป็นค่านิยมที่ดี มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับในการอยู่ร่วมกันท่ามกลางความแตกต่างทางสังคมได้มีการพัฒนาสุขภาพจิตให้กับผู้เรียน มีการประเมิน ติดตามผลอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ด้านการบริหารจัดการผู้เรียนอยู่ในระดับมากลำดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Hoy, & Miskel (2008) กล่าวว่า การดำเนินงานของสถานศึกษาให้ประสบความสำเร็จจะต้องใช้ตัวบ่งชี้ความสำเร็จของสถานศึกษา ประกอบด้วยองค์ประกอบเชิงระบบ 3 ประการ คือ 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ซึ่งประกอบด้วย บุคลากร ทรัพยากรการศึกษา วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ และสื่อการเรียนการสอน 2) กระบวนการ (Transformation Processes) ประกอบด้วย โครงสร้างองค์การการบริหารและการจัดการ การปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนให้เหมาะสม และการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ 3) ผลผลิต (Output) ได้แก่ ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้และการใช้ชีวิตอย่างมีความสุข

สำหรับด้านการบริหารจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า มีการบริหารในระดับมากลำดับสุดท้าย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า สถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีนโยบายที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง ซึ่งครูผู้สอนส่วนใหญ่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเน้นกระบวนการคิดมากกว่าการให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการตรวจสอบและประเมินผลผู้เรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anita N.M. (2006) ผลการวิจัยพบว่า ผู้บริหารสถานศึกษามีส่วนสำคัญในการประกันคุณภาพการศึกษาและประสานเชื่อมโยงความสำคัญระหว่างบุคลากรของโรงเรียน และ คณะกรรมการโรงเรียน ทำให้การประกันคุณภาพ ประสบความสำเร็จ

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ผลการวิจัยพบว่า ผลโดยรวมและรายด้านส่งผลอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร ปัจจัยด้านงบประมาณ ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ ปัจจัยด้านการบริหาร ปัจจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และปัจจัยด้านบุคลากรมีประเด็นที่น่าสนใจและนำมาอภิปราย ดังนี้

2.1 ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม ผลการวิจัยพบว่า โดยรวมส่งผลอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้บริหารของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ให้ความสำคัญกับทำงานร่วมกันเป็นทีมในสถานศึกษา โดยการส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกับบุคคลหรือองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบสนองความต้องการของสถานศึกษา โดยมีการกำหนดอำนาจหน้าที่ไว้อย่างชัด และแบ่งหน้าที่ไว้ตรงกับความสามารถความถนัดของบุคลากรแต่ละคนเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ แนวทางการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง และองค์กรชุมชนในการดำเนินงานประกันคุณภาพ มุ่งเน้นให้ผู้ปกครอง ชุมชน และสังคม เข้ามามีส่วนร่วมในการเป็นคณะกรรมการสถานศึกษา ระดมการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายเข้ามาช่วยกันพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้บรรลุเป้าหมาย และนำพานโยบายสู่การปฏิบัติจริงซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วันเพ็ญ บุรีสูงเนิน (2552) ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการบริหารได้แก่ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการบริหารสถานศึกษา เจตคติที่ดีต่อสถานศึกษา ซึ่ง ผู้บริหารสถานศึกษา ครูและบุคลากรสถานศึกษาได้แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบในงานประกันคุณภาพการศึกษาที่มีส่วนเชื่อมโยงกันได้ถูกต้องเหมาะสมทำให้นการบริหารจัดการในงานประกันคุณภาพการศึกษาเกิดการมีส่วนร่วมที่เป็นประโยชน์ต่องานได้เป็นอย่างดี

2.2 ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร โดยรวมส่งผลอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริหารของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีการส่งเสริมให้มีการสร้างเครือข่ายการติดต่อสื่อสาร เพื่อพัฒนาระบบ

ประกันคุณภาพการศึกษา มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการวางแผน กำหนดเป้าหมาย ออกแบบการประเมินและพัฒนาปรับปรุง ให้ความสำคัญในการจัดระบบประกันคุณภาพโดยเน้นการสื่อสารเชิงบวก สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับบุคลากร โดยการจัดประชุม ชี้แจง ฝึกอบรม พาไปศึกษาดูงาน เกี่ยวกับระบบประกันคุณภาพ และมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับได้เข้าใจตรงกัน และผู้บริหารสถานศึกษาให้ข้อมูลที่เพียงพอ สามารถสื่อสารให้ทุกคนเข้าใจได้ สามารถดำเนินการวางแผน มีการจัดองค์การ สั่งการ ประสานงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิพิฐพนธ์ สลางสิงห์ และคนอื่น ๆ (2556) ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้การติดต่อสื่อสารส่งผลต่องานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับมาก เนื่องจากการสื่อสาร เป็นตัวแปรสำคัญให้ทุกคนเข้าใจตรงกัน ดำเนินงานได้ถูกต้อง และบรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้ตั้งไว้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากสถานศึกษา มีการดำเนินการตามมาตรฐานการศึกษาเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา และให้ความสำคัญในบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาที่ส่งผลต่อเป้าหมายของสถานศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จินตนา เทียมทิพร และคณะ (2555) ผลการวิจัย พบว่า ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร อิสระกับระบบประกันคุณภาพภายในมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกคู่ตัวแปรที่ศึกษา คือ ผู้บริหารกับระบบประกันคุณภาพภายใน ช่วยให้การดำเนินงานมีแนวทางที่ชัดเจน การบริหารจัดการกับระบบประกันคุณภาพภายในบุคลากรกับระบบประกันคุณภาพภายใน ช่วยให้เกิดความเข้าใจในงานสามารถดำเนินตามให้บรรลุวัตถุประสงค์ และทรัพยากรกับระบบประกันคุณภาพภายใน ช่วยให้เกิดความสมดุล เพียงพอกับทุกระบบงานทำให้การดำเนินงานเป็นไปได้ด้วยดี

4. ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยใช้ปัจจัยการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาเป็นตัวพยากรณ์ ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ ปัจจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม ปัจจัยด้านการบริหาร ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร ปัจจัยด้านงบประมาณ และปัจจัยด้านบุคลากร เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ร่วมกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสะสมเท่ากับ .90 สามารถพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษาได้ร้อยละ 82 สร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษา ได้ดังนี้ $Y' = 0.90+0.17(X_2)+0.18(X_3)+0.15(X_6)+0.13(X_4)+0.13(X_5))+0.09(X_7)+0.09(X_1)$

ในส่วนของปัจจัยด้านภาวะผู้นำ พบว่า มีผลต่อการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษามากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริหารของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เป็นผู้นำในการปฏิบัติงานตามแผน โครงการ กิจกรรมที่สถานศึกษากำหนดไว้ มีภาวะผู้นำทางวิชาการควบคู่กับการบริหารจัดการด้วยระบบคุณภาพ และระบบคุณธรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นิพิฐพนธ์ สลางสิงห์ และคณะ (2556) ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน อยู่ในระดับมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สร้างความมั่นคงและสร้างความเชื่อมั่นให้กับการทำงานของผู้ตามได้โดยไม่เกิดความลังเล หรือหลงทางไปทางอื่น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการบริหารงานของผู้บริหารสถานศึกษาและครูในการบริหารจัดการผู้เรียน เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลในเชิงลึกกับสถานศึกษาที่มีคุณภาพต่างกัน เพื่อจะได้พัฒนาสถานศึกษาให้มีการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาทุกแห่งให้มีประสิทธิภาพสู่ระดับสูงสุดต่อไป

2.2 ควรจะมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรในการบริหารจัดการการเรียนรู้ในสถานศึกษา เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการบริหารงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาให้ดีมากยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จินตนา สระทองขาว. (2554). ปัจจัยองค์การที่ส่งผลต่อการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน.วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการ ภาครัฐและภาคเอกชน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

นิพิฐพนธ์ สลางสิงห์, และคนอื่นๆ. (2556). รายงานการวิจัย เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผล การดำเนินงานการประกันคุณภาพ การศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด.(2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

วันเพ็ญ บุรีสูงเนิน. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการบริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยบูรพา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา. (2558). เอกสารประกอบการประชุมสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2561 จาก http://cnt.go.th/2018

_____. (2561). ข้อมูลพื้นฐานโรงเรียน สังกัด สพป.ชัยนาท. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2561, จาก http://data.bopp- obec.info/emis/school.php?Area_CODE=1801

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555ก). แนวทางการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ.2552- 2559) ฉบับสรุป. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

Anita, N. M. (2006). Connecting with consumer. 1th ed. United Kingdom: Oxford University Press

Best, & Kahn James V. (1993). Research in Education. (7th ed.) Boston: Allyn and Bacon.

Cronbach Lee Joseph. (1974). Essentials of Psychological testing. New York: Harper and Row.

Hoy, W.K., & Miskel Cecil M. (2001) Educational Administration : theory, Research, and Practice. (6th ed.) Singapore: McGraw Hill.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ดวงแข มานะปรีชางามเลิศ

Factors affecting academic administration of school under chainat primary educational service area office

Duangkhae Manapreechangamlerd

หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60000
Master of Education Program in Educational Administration, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000
Corresponding author. E-mail: dk.manapreechangamlerd@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อศึกษาระดับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา 2. เพื่อศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา 3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา 4. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 83 คน และครูในสถานศึกษา จำนวน 219 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 302 คน ได้จากการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามตารางของเครจซีและมอร์แกน แล้วสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามประมาณค่า 5 ระดับ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.98 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า 1. ระดับการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษา โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก 2. ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษา โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก 3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษามีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษา โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษา ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้บริหาร ปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านงบประมาณ ปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสะสมเท่ากับ .72 สามารถพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาได้ร้อยละ 52 สร้างสมการพยากรณ์ได้ดังนี้ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y' = 1.75 + 0.17(X_1) + 0.15(X_2) + 0.12(X_4) + 0.11(X_6)$ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $Z = 0.28(Z_1) + 0.24(Z_2) + 0.19(Z_4) + 0.16(Z_6)$

คำสำคัญ: การบริหารงานวิชาการ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการ

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the level of academic administration of school 2) to study the level of the factors affecting academic administration of school 3) to study the relationship between factors affecting the academic administration of schools and 4) to create the prediction equations of academic administration of school. The sample consisted of 302 persons, 83 administrators and 219 teachers selected by using the table of Krejcie and Morgan and simple random sampling. The research tool used was 5 point rating scale questionnaire, with a reliability coefficient of 0.98. The statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation, Pearson correlation coefficient and stepwise multiple regression analysis. The findings were as follow: 1. Overall, the level of the academic administration of schools was at high level. 2. Overall, the factor affecting academic administration of schools was at high level. 3. The relationship between the factors affecting academic administration of schools and academic administration was the positive relationship at high level with statistically significant at .01. 4. By using multiple regression analysis, the factors affecting academic administration of school were administrator, teachers, budget and educational technology at the .05 level of significance. The cumulative correlation coefficient was at .72. The prediction of academic administration was 57 percent and can be written in a prediction equation as follows: The predicting equation of raw scores was: $Y' = 1.75 + 0.17(X_1) +$

$0.15(X_2) + 0.12(X_4) + 0.11(X_6)$ The predicting equation of standard scores was: $Z = 0.28(Z_1) + 0.24(Z_2) + 0.19(Z_4) + 0.16(Z_6)$

Keywords: academic,administrtion, factors affecting academic administrtion

บทนำ

สถานศึกษามีหน้าที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เต็มศักยภาพ โดยการจัดการศึกษาเพื่อเป็นกระบวนการในการพัฒนามนุษย์ให้มีความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรมจริยธรรม การเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันมีผลกระทบต่อสังคมเป็นอย่างมาก ซึ่งการบริหารจัดการศึกษาของประเทศไทยจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เพื่อสามารถพัฒนาคนในประเทศให้มีศักยภาพในการดำรงชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม โดยดำรงความเป็นไทยไว้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นกฎหมายการศึกษาฉบับแรกของไทย ได้กระจายอำนาจในการบริหารงานสถานศึกษาออกเป็น 4 งาน ได้แก่ การบริหารวิชาการ การบริหารงบประมาณ การบริหารงานบุคคล และการบริหารงานทั่วไป ซึ่งการบริหารงานวิชาการเป็นงานหลักของสถานศึกษา ทั้งในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เป็นต้นนั้นกล่าวได้ว่า ผลที่ได้จากงานวิชาการเป็นสิ่งบ่งชี้ให้เห็นถึง มาตรฐานและคุณภาพของสถานศึกษานั้น ๆ ว่ามีอยู่มากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งงานวิชาการจะสัมฤทธิ์ผลหรือไม่นั้น มีปัจจัยหลายอย่างในการขับเคลื่อนงานวิชาการ ทั้งบทบาทและความรับผิดชอบของผู้บริหาร ในการให้ความสำคัญและทุ่มเทสติปัญญา กำลังกาย และกำลังใจเพื่อการบริหารงานวิชาการ ความร่วมมือและความช่วยเหลือจากบุคลากรทุกฝ่ายในสถานศึกษา โดยเฉพาะครู เจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายและชุมชน และหากบุคลากรในสถานศึกษาทุกคนให้ความร่วมมือ มีความตั้งใจจริงที่ปฏิบัติหน้าที่ของตนอย่างเต็มกำลังความสามารถ และมีความรับผิดชอบอย่างครบถ้วนสมบูรณ์แล้วนั้นย่อมจะเป็นปัจจัยสำคัญในอันที่จะทำให้งานวิชาการของสถานศึกษาพัฒนาต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพได้มาตรฐานและมีคุณภาพตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

การจัดการศึกษาภายในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ตามแผนปฏิบัติการที่ผ่านมา มุ่งเน้นพัฒนาด้านคุณภาพผู้เรียน สร้างโอกาสทางการศึกษา พัฒนาบุคลากรและกระบวนการบริหารให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งในการบริหารงานวิชาการประสบปัญหาในการจัดการศึกษาให้บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากกระทรวงศึกษาธิการได้เปลี่ยนโครงสร้างใหม่ทำให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องต้องปฏิบัติงานโดยที่มีแนวปฏิบัติไม่ชัดเจน บุคลากรขาดความพร้อมในด้านทักษะ ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานวิชาการ และแนวทางในการดำเนินงาน จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-Net) ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท พบว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2560 มีค่าเฉลี่ยดังนี้ภาษาไทย 45.77 ภาษาอังกฤษ 33.49 คณิตศาสตร์ 36.37 วิทยาศาสตร์ 38.41 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาษาไทย 43.14 ภาษาอังกฤษ 27.15 คณิตศาสตร์ 20.88 วิทยาศาสตร์ 28.81 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ในทุกวิชา (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. 2561: 9) ซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวชี้วัดให้เห็นคุณภาพการจัดการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้บริหาร ครูผู้สอนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมถึงทรัพยากรต่าง ๆ กระบวนการบริหารจัดการและกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้จะต้องเร่งพัฒนาอย่างเร่งด่วน เพราะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จการบริหารจัดการสถานศึกษา

จากสภาพปัญหาดังกล่าววชี้ให้เห็นว่า การจัดการศึกษาในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งอาจเป็นเพราะขาดปัจจัย สนับสนุนในการบริหารงานวิชาการ ทำให้งานวิชาการไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เพื่อได้ข้อมูลเป็นแนวทางสำหรับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาให้ประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้นอันจะส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

2. เพื่อศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

4. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ประสิทธิภาพความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

สมมุติฐานการวิจัย

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับค่อนข้างสูง

2. มีปัจจัยอย่างน้อย 1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาทได้

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 116 คน และครูในสถานศึกษา จำนวน 1,237 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 1,353 คน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 83 คน และครูในสถานศึกษา จำนวน 219 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 302 คน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ได้มาโดยวิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan , 1970: 608) กำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้บริหารและครูโดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนประชากรในแต่ละโรงเรียน และสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรพยากรณ์ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษามีทั้งหมด 6 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านผู้บริหาร 2) ปัจจัยด้านครูผู้สอน 3) ปัจจัยด้านงบประมาณ 4) ปัจจัยด้านผู้ปกครองและชุมชน 5) ปัจจัยด้านอาคารสถานที่ 6) ปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา

ตัวแปรเกณฑ์ คือ การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา ตามกรอบแนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ มีทั้งหมด 17 ด้านประกอบด้วย 1) ด้านการพัฒนาหรือดำเนินการเกี่ยวกับการให้ความเห็นการพัฒนาสาระหลักสูตรท้องถิ่น 2) ด้านการวางแผนงานด้านวิชาการ 3) ด้านการจัดเรียนการสอนในสถานศึกษา 4) ด้านการพัฒนาหลักสูตรในสถานศึกษา 5) ด้านการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ 6) ด้านการวัดผล ประเมินผล และการดำเนินการเทียบโอนผลการเรียน 7) ด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษา 8) ด้านการพัฒนาส่งเสริมให้มีแหล่งเรียนรู้ 9) ด้านการนิเทศการศึกษา 10) ด้านการแนะแนว 11) ด้านการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพในและมาตรฐานการศึกษา 12) ด้านการส่งเสริมชุมชนให้มีความเข้มแข็งด้านวิชาการ 13) ด้านการประสานความร่วมมือในการพัฒนา วิชาการกับสถานศึกษาและองค์กรอื่น 14) ด้านการส่งเสริมและสนับสนุนงานวิชาการแก่บุคคล ครอบครัว องค์กร หน่วยงาน สถานประกอบการและสถาบันอื่นที่จัดการศึกษา 15) ด้านการจัดทำระเบียบ และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับงานด้านวิชาการของสถานศึกษา 16) ด้านการคัดเลือกหนังสือ แบบเรียนเพื่อใช้ในสถานศึกษา 17) ด้านการพัฒนาและใช้สื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ประชากร คือ ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 116 คน และครูในสถานศึกษา จำนวน 1,237 คน รวม

ทั้งสิ้น จำนวน 1,353 คน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 302 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 83 คน และครูในสถานศึกษา จำนวน 219 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มี 3 ตอน ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 สอบถามการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา และตอนที่ 3 สอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่จะศึกษา เพื่อนิยามและเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

2. สร้างแบบสอบถามตามกรอบแนวคิด

3. นำแบบสอบถามเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบ และตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา สาระสำคัญให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และนิยามศัพท์

4. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรง (Validity) ของเนื้อหา ในการแปลความหมายโดยเลือกข้อที่มีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์สามารถนำไปใช้ได้ จากการหาค่า IOC ของแบบสอบถามโดยผู้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

5. นำแบบสอบถามที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและตรวจสอบแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อแก้ไขและปรับปรุงอีกครั้ง

6. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับผู้บริหารสถานศึกษาและครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

7. นำแบบสอบถามที่คัดเลือกไว้ไปหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. 2554: 36) ได้ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.987

8. นำแบบสอบถามจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ และนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยขอหนังสือรับรองจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริหารและครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

2. ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามที่ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้กลุ่มเป้าหมาย โดยส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ โดยแนบเอกสารที่อธิบายถึงจุดประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มเป้าหมายได้เข้าใจ

3. กลุ่มเป้าหมายส่งแบบสอบถามกลับคืนมาทางไปรษณีย์

4. ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับมาทั้งหมดอย่างละเอียด ก่อนจะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ของผู้ตอบแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2. วิเคราะห์ระดับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเทียบเกณฑ์การแปลผล

3. วิเคราะห์ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยนาท สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเทียบเกณฑ์การแปลผล

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา ด้วยค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเทียบเกณฑ์การแปลผล

5. วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ในการสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ โดยวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression analysis)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ระดับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 17 ด้าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.91) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.02) รองลงมา คือ ด้านการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพในและมาตรฐานการศึกษา ($\overline{X}$ = 4.01) ด้านที่มีการบริหารเป็นลำดับสุดท้าย คือ ด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษา ($\overline{X}$ = 3.77)

2. ผลการวิเคราะห์ระดับปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังรายละเอียดใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการการบริหารงานวิชาการสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยภาพรวม

ข้อ	ปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการ	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล	อันดับ
1.	ด้านผู้บริหาร	3.99	0.62	มาก	1
2.	ด้านครูผู้สอน	3.83	0.61	มาก	5
3.	ด้านงบประมาณ	3.91	0.59	มาก	4
4.	ด้านผู้ปกครองและชุมชน	3.95	0.52	มาก	2
5.	ด้านอาคารสถานที่	3.81	0.43	มาก	6
6.	ด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา	3.94	0.55	มาก	3
	รวมเฉลี่ย	3.90	0.42	มาก	

จากตารางที่ 1 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการการบริหารงานวิชาการสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.90) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า อยู่ในระดับมากทุกข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ปัจจัยด้านผู้บริหาร ($\overline{X}$ = 3.99) รองลงมา คือ ปัจจัยด้านผู้ปกครองและชุมชน ($\overline{X}$ = 3.95) และด้านที่เป็นลำดับสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านอาคารสถานที่ ($\overline{X}$ = 3.81)

3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ผู้วิจัยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Correlation Coefficient) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ปัจจัย	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y_0
X_1	1.00						
X_2	.67**	1.00					
X_3	.48**	.43**	1.00				
X_4	.57**	.59**	.73**	1.00			
X_5	.33**	.38**	.25**	.40**	1.00		
X_6	.68**	.65**	.41**	.49**	.23**	1.00	
Y_0	.64**	.61**	.49**	.56**	.26**	.58**	1.00

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการ 6 ด้านมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในระดับค่อนข้างสูง คือ ด้านผู้บริหาร ด้านครูผู้สอน ในระดับปานกลาง คือ ด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านงบประมาณ ด้านผู้ปกครองและชุมชน ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ ด้านอาคารสถานที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยใช้ปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการเป็นตัวพยากรณ์ พบว่า ปัจจัยด้านผู้บริหาร ปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านงบประมาณ ปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นปัจจัยทางการบริหารที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ร่วมกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสะสมเท่ากับ .72 สามารถพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา ได้ร้อยละ 52 (R^2 = 0.515) สร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y' = 1.75 + 0.17(X_1) + 0.15(X_2) + 0.12(X_4) + 0.11(X_6)$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z = 0.28(Z_1) + 0.24(Z_2) + 0.19(Z_4) + 0.16(Z_6)$$

สรุปและอภิปรายผล

1. การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ทั้ง 17 ด้าน โดยภาพรวมและรายด้าน พบว่า มีการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.91) ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพงานวิชาการซึ่งเป็นภารกิจหลักของการบริหารสถานศึกษา ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ดังนั้น ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนจึงร่วมกันจัดให้มีการอบรม ประชุม สัมมนาเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับนโยบายที่มีการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ โดยมีการกำกับ ติดตาม และสนับสนุนอย่างใกล้ชิด ซึ่งส่งผลให้การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา โดยภาพรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ปรานีย์ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริหารงานวิชาการของโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5 พบว่า การบริหารงานวิชาการของโรงเรียน โดยภาพรวมและรายด้านมีการบริหารอยู่ในระดับมาก

2. ปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยรวมและรายด้านส่งผลอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.90) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรัตม์ (2551) ได้ทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยใจที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู พบว่า ปัจจัยทางการบริหารงานวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษาโดยภาพรวมและรายปัจจัย ผู้บริหารมีการรับรู้อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่า สถานศึกษาได้มีการเตรียมความพร้อมในเรื่องความเปลี่ยนแปลงตามแนวทางปฏิรูปในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 เพื่อพัฒนาคุณภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง โดยส่งเสริมให้ครูเข้ารับการฝึกอบรมประชุมสัมมนา และไปศึกษาดูงาน เพื่อเป็นการสร้างประสบการณ์ และทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก สถานศึกษาในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนและการนำมาตรฐานการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานและพัฒนาให้บรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้บริหารสถานศึกษาจึงต้องเป็นผู้นำในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เพื่อกระตุ้นในครูตระหนักถึงความสำคัญและให้ความร่วมมือร่วมใจในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ให้บรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานการศึกษา ที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของสถานศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของสุชาดา (2558) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานวิชาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา พบว่า ปัจจัยด้านผู้บริหาร ปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านงบประมาณ และปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นปัจจัยที่สามารถพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสะสมเท่ากับ .72 สามารถพยากรณ์การบริหารงานวิชาการในสถานศึกษาได้ร้อยละ 52 (R^2 = 0.515) ปัจจัยด้านผู้บริหาร เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการมากที่สุด ผู้บริหารจึงจำเป็นต้องเป็นผู้นำทางด้านวิชาการ ประสานร่วมกับครู นักเรียน ผู้ปกครองและชุมชน ในการจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดผลดีและมีประสิทธิภาพต่อผู้เรียนให้มากที่สุด พร้อมทั้งมีการตรวจสอบ ประเมินผลอย่างเป็นระบบ จึงจะทำให้การดำเนินงาน บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของปวีนา เหล่าลาด (2557) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านผู้บริหาร (X_1)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ปัจจัยการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา ประกอบด้วย ปัจจัยด้านผู้บริหาร ปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านผู้ปกครองและชุมชน ปัจจัยด้านงบประมาณ ปัจจัยด้านอาคารสถานที่ และปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการบริหารงานวิชาการ ดังนั้นควรให้ผู้บริหารสถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายในการบริหารงานวิชาการ นำปัจจัยเหล่านี้ไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการบริหารงานวิชาการของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

2. จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ พบว่า ปัจจัยด้านผู้บริหาร ปัจจัยด้านครูผู้สอน ปัจจัยด้านงบประมาณ และปัจจัยด้านสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นปัจจัยที่สามารถพยากรณ์การบริหารงานวิชาการได้ เพื่อให้การบริหารงานวิชาการมีคุณภาพจึงควรพัฒนาผู้บริหารให้เป็นผู้บริหารมืออาชีพ พัฒนาครูให้มี

ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนมีความรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง จัดสรรงบประมาณให้ตรงตามความต้องการของงานวิชาการ และมีสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอเพียงพอต่อผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ปัจจัยด้านผู้บริหารนั้นส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการมากที่สุด ดังนั้นการที่จะพัฒนางานวิชาการให้มีคุณภาพ จึงควรศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

2. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การตอบแบบสอบถามมาจากผู้บริหารและครูในสถานศึกษา ทำให้ผลการบริหารงานวิชาการอยู่ในระดับมาก จึงควรมีการศึกษาความคิดเห็นของบุคลากร และคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เพื่อนำไปสู่ความมั่นใจยิ่งขึ้นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการ และก่อให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ระดับการบริหารงานวิชาการในด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษามีค่าเฉลี่ยต่ำสุด จึงควรศึกษาแนวทางการพัฒนางานด้านวิจัยเพื่อส่งเสริมงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

เอกสารอ้างอิง

ธีรัตม์ พลบุรี. (2551). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ปราณีย์ ดอกดวง (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายสถานศึกษา แก้งโนนกาเร็น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชธานี.

ปวีณา เหล่าลาด. (2557). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต(การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภารดี อนันต์นาวี. (2553). หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ทางการบริหารการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 3). ชลบุรี: มนตรี.

สุชาดา ถาวรชาติ. (2558). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานวิชาการในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท. (2561). แผนปฏิบัติการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 เอกสารลำดับที่ 1/2561 กลุ่มนโยบายและแผน. ชัยนาท: สำนักงานฯ.

Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement. 30 (3).

ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อความเสียหายของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง

วีรภัทร ขำอ่ำ สะการะ ตันโสภณ และวชิราวดี มาลากุล*

Effect of roselle extract on vascular damage in high fat diet-fed rats

Weerapat Khamum, Sakara Tunsophon and Wachirawadee Malakul*

ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Physiology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000
*Corresponding author. E-mail: wachirawadee.m@gmail.com

บทคัดย่อ

ภาวะไขมันในเลือดสูงเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด และมีผลเพิ่มอนุมูลอิสระผ่านเอนไซม์ NADPH oxidase ก่อให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือด ซึ่งเป็นความผิดปกติเริ่มต้นของการเกิดโรคหลอดเลือดแข็ง จากรายงานวิจัยพบว่าดอกกระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ลดไขมันในเลือด และต้านการอักเสบ อย่างไรก็ตามยังไม่มีผลการศึกษาฤทธิ์ของดอกกระเจี๊ยบแดงต่อความเสียหายของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสารสกัดดอกกระเจี๊ยบแดงในการป้องกันการเกิดความเสียหายของเยื่อบุผนังหลอดเลือด และลดการสร้างสารอนุมูลอิสระของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง โดยหนูทดลองจะถูกแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 250 หรือ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากนั้นหลอดเลือดจะถูกเก็บวิเคราะห์โครงสร้าง และการแสดงออกของโปรตีน $p47^{phox}$ และ 4-HNE โดยเทคนิค Western blot ผลการทดลองพบว่าหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างหลอดเลือด และมีความหนาของผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อได้รับสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ผลพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความหนาของผนังหลอดเลือด แต่สามารถลดการแสดงออกของโปรตีน $p47^{phox}$ และ 4-HNE ในเนื้อเยื่อหลอดเลือดของหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงได้ ผลการศึกษาครั้งนี้สรุปว่าการให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีความสามารถในการฟื้นฟูโครงสร้างของเยื่อบุผนังหลอดเลือด โดยลดการเกิดสารอนุมูลอิสระของผนังหลอดเลือดในหนูที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง

คำสำคัญ: กระเจี๊ยบแดง ภาวะไขมันในเลือดสูง ความผิดปกติของเยื่อบุหลอดเลือด อนุมูลอิสระ

Abstract

Hyperlipidaemia is one of the major risk factors of cardiovascular disease and leads to impaired vascular endothelial function, which is an early sign of atherosclerosis. Overproduction of NADPH oxidase-derived reactive oxygen species (ROS) in the vasculature is main mechanism of endothelial dysfunction in hyperlipidaemia. *Hibiscus sabdariffa* Linn., also known as roselle, has been reported to have antioxidant, hypocholesterolemic and anti-inflammatory properties. However, it is unclear whether the effect of roselle extract can improve vascular damage in hyperlipidaemic aorta. The objectives of this study were to examine whether chronic administration of roselle extract preserves vascular damage and whether there is an associated reduction in vascular ROS production in high fat diet-fed rats. Male Sprague-Dawley rats were divided into 4 groups: group I received standard diet, group II received a high cholesterol diet (HCD), group III received HC and roselle extract (250 mg/kg/day) and group IV received HC and roselle extract (500 mg/kg/day). After 8 weeks of treatment, the aortae were collected for detecting vascular histopathological studies. Aortic protein expression of NADPH subunits ($p47^{phox}$) and oxidative damage marker=- (4-HNE) were determined by Western blot analysis. The results showed that roselle extract reduced vascular structural changes in the aortic wall of hyperlipidaemic rats. Furthermore, the aortic expression of $p47^{phox}$ and 4-HNE were increased in HCD-fed rats, while the treatment of roselle extract reversed these molecular abnormalities in hyperlipidaemic aortae. In conclusion, these results suggest that chronic administration of roselle extract has the ability to alleviate vascular structural changes and decreases ROS generation in hyperlipidaemic rats.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa* Linn., Hyperlipidaemia, Endothelial dysfunction, Oxidative stress

บทนำ

โรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นโรคที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุขของประเทศไทยและเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้นทั่วโลก จากข้อมูลทางสถิติขององค์การอนามัยโลกในปี 2016 พบว่า มีผู้เสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด 17.5 ล้านคน หรือคิดเป็น 31% ของสาเหตุการเสียชีวิตทั้งหมด (WHO, 2016) ในปัจจุบันพบว่าผู้ที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเคยมีพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่อยู่ในความเสี่ยงสูง อันได้แก่ การรับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง ไม่ออกกำลังกาย สูบบุหรี่ และดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น การบริโภคอาหารที่มีไขมันหรือคอเลสเตอรอลสูงเป็นระยะเวลานาน อาจก่อให้เกิดภาวะไขมันในเลือดสูงได้ ซึ่งภาวะนี้จะมีผลเพิ่มอนุมูลอิสระและทำลายผนังหลอดเลือดทั่วร่างกาย โดยเฉพาะเซลล์บุผนังหลอดเลือด ทำให้เกิดความผิดปกติของการทำงานของเซลล์เยื่อบุหลอดเลือด ซึ่งจัดเป็นอาการเริ่มต้นของโรคหลอดเลือดแข็ง (Chhabra, 2009)

ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดแข็งในภาวะที่มีไขมันในเลือดสูง คือ การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระในหลอดเลือด โดยแหล่งกำเนิดอนุมูลอิสระในหลอดเลือดที่สำคัญ คือ เอมไซม์ nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) oxidase (NOX) ซึ่งประกอบด้วย หน่วยย่อยที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ และหน่วยควบคุม เช่น $p47^{phox}$ ซึ่งจะผลิตสารอนุมูลอิสระ superoxide anion ในร่างกาย ก่อให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น เป็นที่ทราบกันดีว่าสารอนุมูลอิสระจะทำให้เกิดการออกซิเดชั่นของไขมัน (Lipid oxidation) ทำให้ได้ผลผลิตสุดท้าย 4-HNE (4-hydroxynonenal) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ภาวะความเครียดออกซิเดชั่น นอกจากนี้ superoxide anion ยังทำปฏิกิริยากับสาร nitric oxide ในหลอดเลือด ส่งผลลดปริมาณสาร nitric oxide ซึ่งมีฤทธิ์ขยายหลอดเลือด ทำลายเซลล์บุผนังหลอดเลือด และทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็งในที่สุด (Mollnau, et al., 2002; Judkins, et al., 2010)

ทุกวันนี้ยาที่ใช้รักษาภาวะไขมันในเลือดสูงมีราคาแพง และมีผลข้างเคียงมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพืชหรือสมุนไพรในการยับยั้งความผิดปกติของโครงสร้าง และการทำงานของหลอดเลือดเพื่อใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาโรค ในปัจจุบันพืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น กระเจี๊ยบแดง (*Hibicus sabdariffa* Linn.) เป็นพืชสมุนไพรที่หาได้ง่ายในประเทศไทย และมีสารสำคัญ ได้แก่ anthocyanins, chrysanthemin, myricetin, hibiscetin และ gossypetin เป็นต้น จากการศึกษาวิจัยสรรพคุณทางยาของกระเจี๊ยบแดง พบว่า กระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ป้องกันโรคเบาหวาน มีฤทธิ์ในการปกป้องโรคหัวใจ มีผลต้านจุลชีพ รวมทั้งยังมีฤทธิ์ลดไขมันในเลือด (Farnworth, & Bunyapraphatsara, 1992; Hiranpanich, et al., 2006; Dalgard, et al., 2009) แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทดสอบฤทธิ์ของกระเจี๊ยบแดงต่อการสร้างอนุมูลอิสระในหลอดเลือด และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือดในหนูที่มีไขมันในเลือดสูง โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาฤทธิ์ของกระเจี๊ยบแดงต่อการแสดงออกของเอนไซม์ NADPH oxidase ในการสร้างอนุมูลอิสระในหลอดเลือด และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือดหนูในภาวะไขมันในเลือดสูง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ

การวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้สารสกัดกระเจี๊ยบแดง โดยซื้อมาจากบริษัทสารสกัดสมุนไพร (Specialty Natural Products) จ.ชลบุรี หลังจากนั้นนำสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมาละลายกับน้ำ (distilled water) เพื่อนำไปป้อนให้กับสัตว์ทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

หนูเพศผู้สายพันธุ์ Sprague-Dawley (SD) น้ำหนัก 200-250 กรัม อายุประมาณ 2 เดือน จากศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ ศาลายา มหาวิทยาลัยมหิดล การทดลองจะเริ่มต้นหลังจากได้รับสัตว์ทดลองมาพักที่สถานเลี้ยง

สัตว์ทดลองของ ม.นเรศวร เลขที่โครงการ NU-AE580713 เป็นเวลาประมาณ 1 อาทิตย์ หลังจากนั้น จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มควบคุม (C) จะได้รับอาหารปกติ เป็นเวลา 8 สัปดาห์
2. กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง (HC) เป็นเวลา 8 สัปดาห์
3. กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่ำ (250 มก./กก.) (R250) เป็นเวลา 8 สัปดาห์
4. กลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณสูง (500 มก./กก.) (R500) เป็นเวลา 8 สัปดาห์

การแยกหลอดเลือดแดง thoracic aorta

เมื่อสิ้นสุดการทดลองหนูทุกกลุ่มจะถูกทำให้สลบด้วย Nembutal 50 mg/kg หลังจากนั้นจะผ่าตัดแยกหลอดเลือดแดง thoracic aorta ออกมา เพื่อวิเคราะห์การแสดงออกของโปรตีน NADPH oxidase และ 4-HNE อีกส่วนหนึ่งของหลอดเลือดจะถูกแช่ 10%buffered formalin solution เพื่อวิเคราะห์จุลกายวิภาคศาสตร์ของหลอดเลือด

การวิเคราะห์ทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของหลอดเลือด

หลังจากแยก thoracic aorta ออกมา จะถูกนำไปแช่ใน 10%buffered formalin solution หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อไปทำบล็อกชิ้นเนื้อใน paraffin ก่อนนำมาตัดออกเป็นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ หลังจากนั้นนำไปย้อม hematoxylin and eosin stain เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือด และความหนาของผนังหลอดเลือด

ศึกษาผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$

การแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ ในหลอดเลือดจะถูกวิเคราะห์โดยวิธี Western blot โดยนำ supernatant ที่ได้จากการ homogenization มาแยกขนาดโปรตีนด้วย polyacrylamide electrophoretic gel (SDS-PAGE) หลังจากนั้น transfer ไปยัง polyvinyldine difluoride (PVDF) membrane แล้ว block ด้วย 5% bovine serum albumin (BSA) จากนั้นบ่มด้วย anti-$p47^{phox}$ antibody ที่ 4°C overnight และบ่มด้วย horseradish peroxidase-conjugated secondary antibody เป็นเวลา 60 นาที นำ membrane มาล้าง และตรวจสอบการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ ในหลอดเลือด โดยใช้ enhanced chemiluminescence (ECL)

ศึกษาผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการเกิดอนุมูลอิสระในหลอดเลือด

การแสดงออกของโปรตีน 4-hydroxynonenal (4-HNE) จะถูกวิเคราะห์โดยวิธี Western blot โดยนำ supernatant มาแยกขนาดโปรตีนด้วย SDS-PAGE หลังจากนั้น transfer ไปยัง PVDF membrane แล้ว block ด้วย 5%BSA จากนั้นบ่มด้วย anti-4-HNE antibody ที่ 4°C overnight และบ่มด้วย horseradish peroxidase-conjugated secondary antibody เป็นเวลา 60 นาที นำ membrane มาล้าง และตรวจสอบการแสดงออกของโปรตีน 4-HNE ในหลอดเลือด โดยใช้ ECL

การรายงานผลและสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

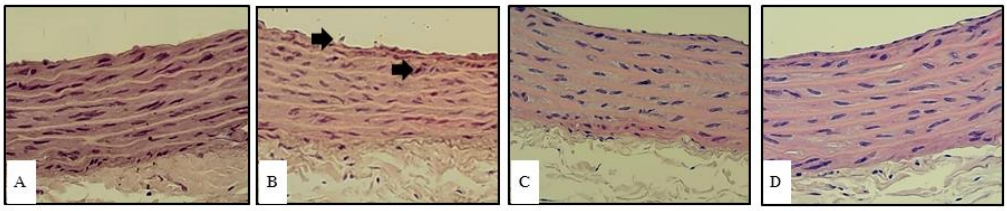
ผลการทดลองรายงานในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดย One Way-Analysis of Variance (ANOVA) และใช้ Tukey's post hoc. Analysis Test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ *p*-value น้อยกว่า 0.05 ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง

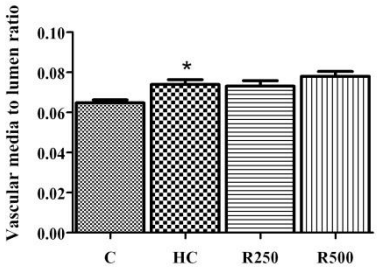
จากผลการศึกษาในหนูกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของหลอดเลือด (รูป A) ขณะที่หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงนั้นจะพบลักษณะการหลุดของเยื่อบุผนังหลอดเลือด รวมทั้งการเรียงตัวของกล้ามเนื้อเรียบไม่เป็นระเบียบเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม (รูป B) และเมื่อหนูได้รับสารสกัดกระเจี๊ยบแดง

ขนาด 250 หรือ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า มีลักษณะการเรียงตัวของชั้นเยื่อบุผนังหลอดเลือด และกล้ามเนื้อเรียบเป็นระเบียบมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง และมีลักษณะใกล้เคียงกับหนูกลุ่มควบคุม (รูป C และ D) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดกระเจี๊ยบแดงสามารถลดความผิดปกติของการเปลี่ยนแปลงทางทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของหลอดเลือดได้



รูปที่ 1 แสดงลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของหลอดเลือดหนูกลุ่มต่าง ๆ ที่กำลังขยาย 20 เท่า โดยย้อมหลอดเลือดด้วยวิธี hematoxylin and eosin (H&E) ซึ่งภาพ A คือ หนูกลุ่มควบคุม; ภาพ B คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง; ภาพ C คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่ำ; ภาพ D คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณสูง; โดยลูกศรด้านบน แสดงถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้น คือ มีลักษณะการหลุดของเยื่อบุผนังหลอดเลือด และลูกศรด้านล่าง แสดงถึง การเรียงตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่ไม่เป็นระเบียบ

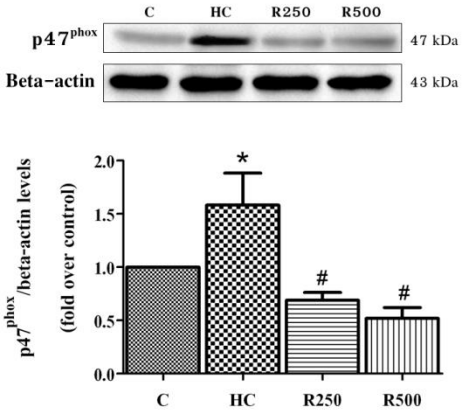
นอกจากนี้เมื่อวัดความหนาของผนังหลอดเลือด (Vascular media to lumen ratio) ผลการศึกษาพบว่า ในหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงจะมีความหนาของผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม แต่เมื่อให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงในหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง พบว่า สารสกัดกระเจี๊ยบแดงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของผนังหลอดเลือด (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงถึงความหนาของผนังหลอดเลือด (Vascular media to lumen ratio) ซึ่ง C คือ หนูกลุ่มควบคุม; HC คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง; R250 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่ำ; R500 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณสูง; โดย * หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่ม C

ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการแสดงออกของเอนไซม์ p47^{phox} ในหลอดเลือดหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง

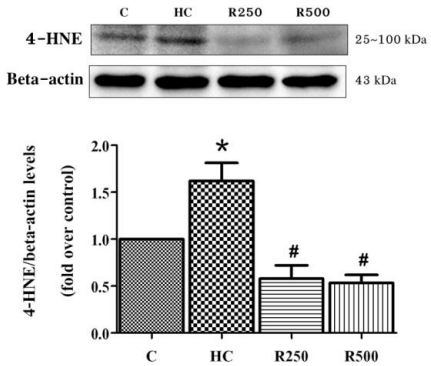
จากผลการศึกษาการแสดงออกของเอนไซม์ p47^{phox} ในหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง พบว่ามีการแสดงออกของเอนไซม์ p47^{phox} ในหลอดเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม แต่เมื่อหนูได้รับสารสกัดกระเจี๊ยบแดงปริมาณ 250 หรือ 500 มก./กก. พบว่าสามารถลดการแสดงออกของเอนไซม์ p47^{phox} ในหลอดเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์สารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ ในหลอดเลือดหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงด้วยวิธี Western blotting โดยภาพบนแสดงถึงแถบโปรตีนของ $p47^{phox}$ และ beta-actin ในหลอดเลือด และภาพล่างแสดงถึงปริมาณการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ เมื่อเทียบกับโปรตีน beta-actin ซึ่ง C คือ หนูกลุ่มควบคุม; HC คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง; R250 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่ำ; R500 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณสูง; โดย * หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่ม C; # หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่ม HC

ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการเกิดอนุมูลอิสระ (4-HNE) ในหลอดเลือดหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง

จากผลการศึกษาการแสดงออกของโปรตีน 4-HNE ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเกิด lipid peroxidation ในหลอดเลือดหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง พบว่ามีการแสดงออกของโปรตีน 4-HNE ในหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม แต่เมื่อหนูได้รับสารสกัดกระเจี๊ยบแดงปริมาณ 250 หรือ 500 มก./กก. พบว่าสามารถลดการแสดงออกของโปรตีน 4-HNE ในหลอดเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์สารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการเกิดอนุมูลอิสระในหลอดเลือดหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูงด้วยวิธี Western blotting โดยภาพบนแสดงถึงแถบโปรตีนของ 4-HNE และ beta-actin ในหลอดเลือด และภาพล่างแสดงถึงปริมาณการแสดงออกของโปรตีน 4-HNE เมื่อเทียบกับโปรตีน beta-actin ซึ่ง C คือ หนูกลุ่มควบคุม; HC คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูง; R250 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่ำ; R500 คือ หนูกลุ่มที่ได้รับอาหารไขมันสูงร่วมกับป้อนกระเจี๊ยบแดงปริมาณสูง; โดย * หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่ม C; # หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่ม HC

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงแก่หนูที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่ากระเจี๊ยบแดงสามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือด และการแสดงออกของโปรตีน $p47^{phox}$ และ 4-HNE ในหลอดเลือดหนูที่มีภาวะไขมันในเลือดสูงได้

ภาวะระดับไขมันในเลือดสูง นับเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งภาวะนี้เป็นต้นเหตุของความผิดปกติของหลอดเลือด อันเป็นผลจากการเพิ่มของระดับไขมันอันตราย (LDL-C) ในกระแสเลือด ซึ่งนำไปสู่การสะสมของไขมันบริเวณผนังหลอดเลือด และกระตุ้นภาวะเครียดออกซิเดชัน ทำให้สูญเสียการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือด และเกิดความเสียหายของโครงสร้างของผนังหลอดเลือด จนก่อให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็งได้ (Tjaden, et al., 2015) จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า การให้อาหารที่มีไขมันสูง เป็นระยะเวลา 4 หรือ 8 สัปดาห์จะส่งผลเพิ่มระดับไขมันในกระแสเลือด และกระตุ้นภาวะเครียดออกซิเดชัน เป็นผลทำให้สูญเสียการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดในกระต่าย และหนูได้ตามลำดับ (Hatipoğ lu, et al., 2004; Sena, et al., 2013; Shehatou, & Suddek, 2016; Kim, et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัย พบว่า ภาวะไขมันในเลือดสูงสามารถกระตุ้นการสร้างสารอนุมูลอิสระในหลอดเลือดได้ โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในหลอดเลือดนั้นมาได้จากหลายแหล่ง เช่น NADPH oxidase, xanthine oxidase, cyclooxygenase และ mitocondria เป็นต้น (Amiya, 2016; Münzel, et al., 2010; Li, et al., 2016) ซึ่งโรคหลอดเลือดหลายชนิด รวมถึงภาวะหลอดเลือดแข็งจะมีการแสดงออกของเอมไซม์ NADPH oxidase (NOX) เป็นหลัก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างสารอนุมูลอิสระ superoxide anion และ hydrogen peroxide (Pirillo, et al., 2013) เอนไซม์ NOX ประกอบด้วย หน่วยย่อยที่เยื่อหุ้มเซลล์ (NOX1-5 และ DUOX1-2) และ หน่วยควบคุม ($p47^{phox}$ และ $p67^{phox}$) โดยจะพบการแสดงออกของ NOX2 และ NOX4 ในชั้นเยื่อบุผนังหลอดเลือด และชั้นกล้ามเนื้อเรียบในหลอดเลือดมากที่สุด (DiStasi, et al., 2015; Li, et al., 2016) โดยการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ NOX ในหลอดเลือด จะเริ่มจากการที่หน่วยควบคุม เช่น $p47^{phox}$ ในไซโตซอลเคลื่อนที่ย้ายไปรวมกับหน่วยย่อยที่เยื่อหุ้มเซลล์ และสร้างสารอนุมูลอิสระขึ้นมาทำปฏิกิริยากับโปรตีน และไขมันภายในเซลล์ ส่งผลทำให้เกิดพยาธิสภาพของหลอดเลือดได้ ในงานวิจัยนี้พบว่าภาวะไขมันในเลือดสูงจะเพิ่มการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ และโปรตีน 4-HNE ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเกิด lipid peroxidation ในหลอดเลือดหนู ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการจิวัยก่อนหน้าพบว่า ภาวะไขมันในเลือดสูงสามารถเพิ่มการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ NOX2 และ NOX4 ในหลอดเลือดหนู อีกทั้งสามารถเพิ่มระดับ malonaldehide (MDA) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเกิด lipid peroxidation ในหลอดเลือดกระต่าย (DiStasi, et al., 2015; Barboza, et al., 2016) และจากงานวิจัยที่ศึกษานี้ พบว่า การให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงสามารถลดการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ และโปรตีน 4-HNE ในหลอดเลือดหนูที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า สารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีสาร polyphenols ชนิด anthocyanins สูง จะสามารถลดการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันในหนูที่มีภาวะอ้วนร่วมกับกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด โดยลดการแสดงออกของเอนไซม์ NOX2 รวมถึงเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ superoxide dismutase (SOD) และ glutathione (GSH) (Si, et al., 2017) ดังนั้น การให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงสามารถช่วยลดการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ ได้ เป็นผลทำให้ลดการสร้างสารอนุมูลอิสระ และภาวะเครียดออกซิเดชันในหลอดเลือดหนูที่มีภาวะไขมันสูงได้

นอกจากนี้มีรายงานวิจัยที่ศึกษาในกระต่าย พบว่า ภาวะไขมันในเลือดสูงจะส่งผลทำให้มีการสะสมของไขมันบริเวณหลอดเลือด อันมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และเพิ่มความหนาผนังหลอดเลือด (Yu, 2016) ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่า เมื่อให้อาหารที่มีไขมันสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือด โดยจะพบลักษณะการหลุดของเยื่อบุผนังหลอดเลือด รวมทั้งการเรียงตัวของกล้ามเนื้อเรียบในหลอดเลือดไม่เป็นระเบียบ เมื่อเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม เมื่อให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดง พบว่า สามารถช่วยฟื้นฟูโครงสร้างของหลอดเลือดในหนูที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง ดังนั้น จากผลการศึกษาทั้งหมด สรุปได้ว่าสารสกัดกระเจี๊ยบแดงสามารถลดการแสดงออกของเอนไซม์ $p47^{phox}$ และโปรตีน 4-HNE อันเป็นผลทำให้ลดภาวะเครียดออกซิเดชั่นในหลอดเลือดหนูที่ได้รับอาหารไขมันสูง การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อการแสดงออกของเอนไซม์ NADPH oxidase ของหลอดเลือดในภาวะได้รับอาหารไขมันสูงนั้น อาจต้องมีการศึกษาเชิงลึกเพิ่มเติมต่อไป เพื่อให้ได้องค์ความรู้ ความเข้าใจ ที่ชัดเจน ถูกต้องและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาเมื่อให้สารสกัดกระเจี๊ยบแดงแก่หนูที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูง พบว่า กระเจี๊ยบแดงสามารถยับยั้งการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน โดยลดการแสดงออกของเอนไซม์ NADPH oxidase มีผลทำให้ลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังหลอดเลือดได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาเกี่ยวกับสรรพคุณของกระเจี๊ยบแดงในการลดการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็งครั้งนี้ ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับด้านสุขภาพของกระเจี๊ยบแดงต่อการลดการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็งในสัตว์ทดลอง ซึ่งเป็นสำเร็จของงานวิจัยระยะนี้เป็นผลสำเร็จเบื้องต้น และผลสำเร็จนี้สามารถนำไปต่อยอดการวิจัยในมนุษย์และทางคลินิกได้ รวมทั้งกระตุ้นการสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปกระเจี๊ยบแดงเพื่อเพิ่มมูลค่าในรูปแบบอาหารเพื่อป้องกันโรค และสร้างเสริมสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

Amiya, E. (2016). Interaction of hyperlipidemia and reactive oxygen species: Insights from the lipid-raft platform. *World Journal of Cardiology*, 8(12), 689-694.

Barboza, L., Lívero, F., Prando, T., Ribeiro, R., Lourenço, E., Budel, J., de Souza, L., Acco, A., Dalsenter, P., Gasparotto, A. (2016). Atheroprotective effects of Cuphea carthagenensis (Jacq.) J. F. Macbr. in New Zealand rabbits fed with cholesterol-rich diet. *Journal of Ethnopharmacology*, 187(1), 134-145.

Chhabra, N. (2009). Endothelial dysfunction - A predictor of atherosclerosis. *Internet Journal of Medical Update*, 4(1), 33-41.

Dalgard, C., Nielsen, F., Morrow, J., Enghusen-Poulsen, H., Jonung, T., Horder, M., de Maat, M. (2009). Supplementation with orange and blackcurrant juice, but not vitamin E, improves inflammatory markers in patients with peripheral arterial disease. *British Journal of Nutrition*, 101(2), 263-269.

DiStasi, M., Mund, J., Bohlen, H., Miller, S., Ingram, D., Dalsing, M., Unthank, J. (2015). Impaired compensation to femoral artery ligation in diet-induced obese mice is primarily mediated via suppression of collateral growth by Nox2 and p47phox. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 309(7), H1207-H1217.

Farnworth, N., Bunyapraphatsara, N. (1992). Thai Medicinal Plants. *Prachachon Press*, Bangkok, 163-166.

George, S., Suddek, M. (2016). Sulforaphane attenuates the development of atherosclerosis and improves endothelial dysfunction in hypercholesterolemic rabbits. *Experimental Biology and Medicine*, 241(4), 426-436.

Hatipoğ lu, A., Kanbağ li, O., Balkan, J., Küçük, M., Cevikbaş , U., Aykaç-Toker, G., Berkkan, H., Uysal, M. (2004). Hazelnut oil administration reduces aortic cholesterol accumulation and lipid peroxides in the plasma, liver, and aorta of rabbits fed a high-cholesterol diet. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 68(10), 2050-2057.

Hirunpanich, V., Utaipat, A., Morales, N., Bunyapraphatsara, N., Sato, H., Herunsale, A.,Suthisisang, C. (2006). Hypocholesterolemic and antioxidant effects of aqueous extracts from the dried calyx of *Hibiscus sabdariffa* L. in hypercholesterolemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(2), 252-260.

Judkins, C., Diep, H., Broughton, B., Mast, A., Hooker, E., Miller, A., Selemidis, S., Dusting, G., Sobey, C., Drummond, G. (2010). Direct evidence of a role for Nox2 in superoxide production, reduced nitric oxide bioavailability, and early atherosclerotic plaque formation in ApoE$^{-/-}$ mice.*American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 298(1), H24-H32.

Kim, C., Chung, K., Cheon, S., Lee, K., Ham, I., Choi, H., Cho, Y., Cho, B., Mok, S., An, H. (2016) . Hypolipidemic effects of HVC1 in a high cholesterol diet-induced rat model of hyperlipidemia. *Molecular Medicine Reports*, 14(4), 3152-3158.

Li, T., Zhang, J., Liu, B., Liu, W., Wu, Y., Xiong, X., Luo, X., Ma, Q., Peng, J. (2016). Involvement of NADPH oxidases and non-muscle myosin light chain in senescence of endothelial progenitor cells in hyperlipidemia. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 389(3), 289-302.

Mollnau, H., Wendt, M., Szocs, K., Lassegue, B., Schulz, E., Oelze, M., Li, H., Bodenschatz, M., August, M., Kleschyov, A., Tsilimingas, N., Walter, U., Forstermann, U., Meinertz, T., Griendling, K., Munzel, T. (2002). Effects of angiotensin II infusion on the expression and function of NAD(P)H oxidase and components of nitric oxide/cGMP signaling. *Circulation Research*, 90, E58-E65.

Münzel, T., Gori, T., Bruno, R., Taddei, S. (2010). Is oxidative stress a therapeutic target in cardiovascular disease?. *European Heart Journal*, 31(22), 2741-2748.

Pirillo, A., Norata, G., Catapano, A. (2013). LOX-1, OxLDL, and atherosclerosis. *Mediators Inflammation*, 1(52), 786.

Sena, C., Pereira, A., Seiça, R. (2013). Endothelial dysfunction - a major mediator of diabetic vascular disease. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1832(12), 2216-2231.

Si, L., Kamisah, Y., Ramalingam, A., Lim, Y., Budin, S., Zainalabidin, S. (2017). Roselle supplementation prevents nicotine-induced vascular endothelial dysfunction and remodelling in rats. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, (7)42, 765-772.

Tjaden, K., Pardali, E., Waltenberger, J. (2015). Hypercholesterolemia Induces Vascular Cell Dysfunction: Molecular Basis for Atherosclerosis. *Austin Journal of Vascular Medicine*, 2(1), 1011.

World Health Organization (WHO). (2016). **Cardiovascular diseases (CVDs)**. Retrieved November 16, 2018, from http://www.who.int/cardiovascular_diseases/world-heart-day/en/

Yu, Y., Chao, T., Chang, W., Chang, M., Lee, M. (2016). Thymol reduces oxidative stress, aortic intimal thickening, and inflammation-related gene expression in hyperlipidemic rabbits. *Journal of Food and Drug Analysis*, (3)24, 556-563.

ผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนโดยหุ้นเน้นคุณค่าจากกระแสเงินสดในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

นิติกร ยอดเปลี่ยน* และสัมพันธ์ เนตยานันท์

Value portfolios based on cash-flow statements in the stock exchange of thailand

Nitikorn Yodplien and Sampan Nettayanun

คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร
Faculty of Business, Economics and Communication, Naresuan University
*Corresponding author. E-mail: yodplien.n@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาข้อมูลในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนระหว่างผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับ โดยใช้อัตราส่วนทางการเงินหุ้นคุณค่า เปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และอธิบายความเสี่ยงของหลักทรัพย์กับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ โดยใช้ทฤษฎี Capital Asset Pricing Model (CAPM) และแบบจำลอง Fama French 3 Factor Model ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจาก SET SMART ในกลุ่มของ SET 50 โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่เดือนมิถุนายม 2556 ถึง กรกฎาคม 2561 เป็นระยะเวลา 5 ปี พบว่าพอร์ตที่สร้างจากราคาต่อกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงานที่ต่ำและพอร์ตที่สร้างจากราคาต่อกระแสเงินสดอิสระที่ต่ำให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ในขณะที่พอร์ตที่ถูกสร้างจากราคาต่อกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงานที่สูงและพอร์ตที่สร้างจากราคาต่อกระแสเงินสดอิสระที่สูง ให้อัตราผลตอบแทนที่น้อยกว่าตลาดแบบจำลอง CAPM และ แบบจำลองFama and French สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนกับความเสี่ยงได้

คำสำคัญ: อัตราผลตอบแทน ความเสี่ยง หุ้นเน้นคุณค่า กระแสเงินสด แบบจำลอง CAPM แบบจำลอง Fama French 3 factor model

Abtract

This research studies stock data trading on the Stock Exchange of Thailand. The objective is to compare value portfolio's return and the returns of the Stock Exchange of Thailand. The study also uses the capital asset pricing model CAPM and the Fama French 3 factor model to explain risks for each portfolio. I use data from SETSMART which is the stocks in SET 50 from June 2013 to July 2018. I find that value portfolios from operating cash flow and free cash flow generate higher returns than the SET index In addition. The CAPM and the Fama and French 3 factor model, can explain portfolio's returns.

Keywords: Portfolio construction, Value Investing, Cashflow Statements, CAPM, Fama French 3 Factor Model.

บทนำ

การลงทุนแบบเน้นคุณค่า (Value Investing) เป็นแนวทางการลงทุนที่ใช้ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกิจการและประเมินมูลค่าที่ควรจะเป็นของหลักทรัพย์ก่อนที่จะเลือกลงทุน และทำการเปรียบเทียบมูลค่าของหลักทรัพย์ที่ประเมินได้ หรือใช้วิธีการเปรียบเทียบหลักทรัพย์จากราคาของหลักทรัพย์ที่ควรจะเป็นกับราคาของหลักทรัพย์ในปัจจุบัน หากพบว่าราคาของหลักทรัพย์ต่ำกว่ามูลค่าพื้นฐานให้เลือกลงทุนในหลักทรัพย์นั้น ๆ และถือครองไว้จนกว่าราคาหลักทรัพย์จะสูงกว่าค่าเฉลี่ยของตลาดจึงปล่อยขายเพื่อทำกำไร (ไพบูลย์ เสรีวิวัฒนา, 2558) และผู้ที่ริเริ่ม

แนวคิด "การลงทุนแบบเน้นคุณค่า (Value Investment)" คือ Benjamin Graham ซึ่งจะเน้นการซื้อหลักทรัพย์ที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับราคาที่ควรจะเป็นของหลักทรัพย์นั้น โดยไม่สนใจภาวะของตลาดหลักทรัพย์ รวมถึงปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อหลักทรัพย์ โดยวิธีการคัดเลือกหุ้นตามแบบการลงทุนแบบเน้นคุณค่านั้น จะคัดเลือกหุ้นจากการพิจารณาปัจจัยพื้นฐานของกิจการในอดีต เช่น อัตราส่วนราคาต่อกำไรต่อหุ้น (P/E Ratio) อัตราส่วนราคาต่อมูลค่าทางบัญชี (P/BV Ratio) อัตราส่วนการจ่ายเงินปันผล (Dividend Yield) และอัตราส่วนทางการเงินอื่น ๆ มาประกอบการวิเคราะห์ (Graham, 2009) ในประเทศไทยได้นำแนวคิดการลงทุนเน้นคุณค่ามาทำการศึกษาอย่าง ไพบูลย์ เสรีวิวัฒนา (2558) ได้ทำการศึกษาการสร้างพอร์ตโฟลิโอโดยการจัดอันดับหลักทรัพย์การลงทุนแบบเน้นคุณค่าในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยได้ทำการสร้างพอร์ตโฟลิโอจากการจัดอันดับในส่วนของ P/E ratio ที่ต่ำ, P/BV ratio ที่ต่ำ และ Dividend Yield ที่สูง ผลการศึกษาพบว่าผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับโดยหุ้นคุณค่าให้ผลตอบแทนที่มากกว่าผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อย่างมีนัยสำคัญ และ ยังทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนหุ้นและระยะเวลาการถือครองที่เหมาะสมโดยการใช้ข้อมูลการลงทุนในหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและตลาดหลักทรัพย์ MAI และใช้ข้อมูลผลตอบแทนจากพันธบัตรรัฐบาลระยะสั้นพบว่าการถือครองหุ้นตั้งแต่ 5 หุ้นขึ้นไปให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนของตลาดโดยรวม โดยจำนวนหุ้นที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดคือ 10-20 หุ้น และระยะเวลาที่ถือครองหุ้นให้ได้ผลตอบแทนที่สูงที่สุดคือ 24 เดือน และยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการลงทุนเน้นคุณค่าอย่าง อลิษา มกราพันธ์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์คุณค่า และหลักทรัพย์เติบโตในตลาดหุ้นไทย พบว่า การลงทุนในหลักทรัพย์คุณค่าให้ผลตอบแทนมากกว่าหลักทรัพย์เติบโต และงานวิจัยของ Nettayanun (2017) ได้นำข้อมูลข้างต้น มาสร้างเป็นพอร์ตโฟลิโอการลงทุนเน้นคุณค่าและการลงทุนแบบเติมโต เพื่อมาเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนกับตลาดหลักทรัพย์ในกลุ่มของประกันภัย

นอกจากการลงทุนที่เน้นคุณค่าที่คัดเลือกจาก Price to Earning (P/E), Price to Book Value (P/BV) และ Dividend Yield ยังมีตัวเลือกอื่นที่ใช้ในการประกอบการตัดสินใจอย่างเช่น กระแสเงินสดโดยมีการศึกษาอย่าง Lakonishok, Shleifer, & Vishny (1994) ที่ได้ทำการศึกษาผลผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนในหลักทรัพย์เติบโต เทียบกับหลักทรัพย์คุณค่า โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างหลักทรัพย์ทั้งหมดในตลาดหลักทรัพย์ของเมืองนิวยอร์ค (NYSE) และ AMEX ในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1963 ถึง 1990 โดยใช้อัตราส่วนด้านต่าง ๆ นอกจาก Price to Earning (P/E), Price to Book Value (P/BV) และ Dividend Yield ยังมีอัตราส่วนกระแสเงินสดจากการดำเนินงานต่อราคาตลาด (C/P) และอัตราการเติบโตของยอดขายในอดีตของบริษัทอีกด้วย ในประเทศไทยได้นำกระแสเงินสดมาทำการศึกษาอีกมากมาย โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเงินสดกับอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์ อย่างเช่น อุษณี วรพันธ์พิทักษ์ (2549) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเงินสดกับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย อุษา วงศ์สอนธรรม (2549) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดประสิทธิภาพทางการเงินกับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ปาริชาติ ประจักษ์สูตร์ (2555) ศึกษาความสัมพันธ์ของกำไรสุทธิ มูลค่าตามบัญชี และกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงานที่มีต่ออัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ของบริษัทจดทะเบียนในกลุ่ม SET100 ธวัชชัย วรสุนทร, และอุษณา แจ้งคล้อย (2558) ความสัมพันธ์ของกระแสเงินสดอิสระกับผลตอบแทนจากหลักทรัพย์: หลักฐานเชิงประจักษ์บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในกลุ่ม SET100

จากการทบทวนวรรณกรรมในอดีตพบว่า ในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยใดที่ใช้อัตราส่วนของกระแสเงินสดนำมาสร้างพอร์ตโฟลิโอเพื่อหาอัตราผลตอบแทนเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์ทำให้ผู้วิจัย มีความสนใจที่จะทำการศึกษาโดยใช้ตัวแปรที่คล้ายกับ Nettayanun (2017) ที่ทำการศึกษากลุ่มอุตสาหกรรมในหมวดประกันภัยที่มีการคัดเลือกการสร้างพอร์ตโฟลิโอที่ใช้จัดอันดับ โดยใช้การลงทุนเน้นคุณค่าที่มี P/E ratio, P/BV ratio ที่ต่ำ และพอร์ตโฟลิ

โอการลงทุนแบบเติบโตที่มี P/E ratio, P/BV ratio ที่สูง แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแปรในการคัดเลือกหุ้นจากกระแสเงินสดในส่วนของ กระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินการ (Operating Cash flow) และ กระแสเงินสดอิสระ (Free Cash flow) ที่สูงที่สุด 25% แรก และที่ต่ำที่สุด 25% แรก นำมาหาอัตราผลตอบแทนและนำไปเทียบกับผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์ในกลุ่มของ SET 50 และใช้แบบจำลองของ CAPM และแบบจำลอง 3 ปัจจัยของ Fama and French ว่าสามารถอธิบายผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่สร้างขึ้นกับความเสี่ยงได้หรือไม่ ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความเสี่ยงอัตราผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนระหว่างผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับ โดยใช้อัตราส่วนทางการเงินหุ้นคุณค่าเทียบกับอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

สมมติฐานในงานวิจัย คือ(1)อัตราผลตอบแทนจากพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดโดยหุ้นคุณค่าจากกระแสเงินสด ในส่วนของ Price/Operating Cash Flow และ Price/Free Cash Flow 25% แรก ที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด สามารถให้ผลตอบแทนได้มากกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (2) ทฤษฎีแบบประเมินราคาสินทรัพย์ทุน (Capital Asset Pricing Model) และแบบจำลอง 3 ปัจจัยของ Fama and French สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนกับความเสี่ยงในการลงทุน

ทบทวนวรรณกรรม

Benjamin Graham ผู้ที่ได้ริเริ่มการลงทุนแบบเน้นคุณค่า)Value Investment) ซึ่งจะเน้นการซื้อหลักทรัพย์ที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับราคาที่ควรจะเป็นของหลักทรัพย์นั้นโดยไม่สนใจสภาวะของตลาดหลักทรัพย์ รวมถึงปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อหลักทรัพย์ ซึ่ง Graham (2009) ได้ทดลองใช้อัตราส่วนทางการเงินมาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ ได้แก่ อัตราส่วนราคาต่อกำไรต่อหุ้น)Price to Earning: P/E Ratio) แสดงถึงความสามารถในการทำกำไรเมื่อเทียบกับราคาหุ้นเป็นตัวชี้วัดว่าราคาหุ้นนั้นมีระดับสูงหรือต่ำเมื่อเทียบกับผลตอบแทนที่จะได้รับ อัตราส่วนราคาต่อมูลค่าทางบัญชี)Price to Book Value: P/BV Ratio) แสดงถึงราคาของหุ้น ณ ขณะนั้นเป็นกี่เท่าของมูลค่าทางบัญชี และอัตราส่วนการจ่ายเงินปันผล)Dividend Yield) แสดงถึงผลตอบแทนที่เกิดจากการจ่ายเงินปันผลให้แก่ผู้ถือหุ้นในแต่ละปี ซึ่งสรุปไว้ว่าหลักทรัพย์ที่มีมูลค่าตลาดที่สูงจะมีปัจจัยพื้นฐานที่ดีกว่าและมีความเสี่ยงที่ต่ำกว่าหลักทรัพย์ที่มีมูลค่าตลาดต่ำเนื่องจากกิจการที่มีมูลค่าตลาดสูงนั้น ส่วนใหญ่เป็นกิจการที่ก่อตั้งมานาน มีความมั่นคง และมีข้อได้เปรียบในการแข่งขันมากกว่าคู่แข่งขันรายเล็กในอุตสาหกรรมเดียวกัน

Fama, & French (1992, 1993) ได้ทำการศึกษาตามแนวคิดปัจจัยทางเศรษฐกิจมหภาคตามทฤษฎี arbitrage pricing theory ของ Ross (1976) พบว่า ยังมีปัจจัยบางส่วนที่ยังส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนของหลังทรัพย์โดยทางอ้อม จึงได้ทำการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาตัวแทน (Proxy) ของความเสี่ยงที่เป็นระบบและยังพบว่า ขนาดของกิจการ (Size) และ อัตราส่วนมูลค่าทางบัญชีต่อมูลค่าตลาดของหลักทรัพย์ เป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ เนื่องจากขนาดของกิจการที่ใหญ่ หรือ มูลค่าตามตลาดที่สูงจะให้อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต่ำ ส่วน ขนาดของกิจการที่เล็กหรือมูลค่าตามตลาดที่ต่ำจะให้อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่สูง ดังนั้นธุรกิจขนาดเล็กจึงมีความเสี่ยงจากการลงทุนมากกว่าธุรกิจที่มีขนาดใหญ่ จึงได้ทำการเสนอแบบจำลอง 3 ปัจจัย เพื่อทดสอบสมมติฐานหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความคาดหวังของอัตราผลตอบแทนการลงทุนในหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงต่อมาได้พัฒนาแบบจำลอง 3 ปัจจัยโดนกำหนดให้ความเสี่ยงที่เป็นระบบ ประกอบด้วย ความเสี่ยงตลาด (Market Risk) ขนาดของกิจการ (Size) และอัตราส่วนมูลค่าตามบัญชีต่อมูลค่าตลาดของหลักทรัพย์ (Book to Market factor) ที่สามารถใช้อธิบายอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ได้ ซึ่งดูได้จากค่า R^2 ในตลาดหลักทรัพย์ โดยในประเทศไทยได้มีการนำแนวคิดของ Benjamin Graham มาใช้ เช่น Sareewiwatthana (2011, 2015) ได้ทำการศึกษาการสร้างพอร์ตโฟลิโอโดยการจัดอันดับหลักทรัพย์การลงทุนแบบเน้นคุณค่าในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยได้ทำการสร้างพอร์ตโฟลิโอจากการจัดอันดับในส่วนของ P/E ratio ที่ต่ำ, P/BV ratio ที่ต่ำ และ Dividend Yield ที่สูง ผลการศึกษาพบว่าผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับ

โดยหุ้นคุณค่าให้ผลตอบแทนที่มากกว่าผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้ข้อมูลจากตลาดหลักทรัพย์โดยรวม และยังได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนหุ้นและระยะเวลาการถือครองที่เหมาะสม ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ (MAI) การศึกษาใช้ข้อมูลการลงทุนในหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและตลาดหลักทรัพย์ MAI รวมทั้งข้อมูลผลตอบแทนจากพันธบัตรรัฐบาลระยะสั้น ใช้วิธีการคัดเลือกหุ้นเพื่อลงทุนโดยดูจาก P/E ที่ต่ำที่สุดแต่จะต้องมากกว่า 0 เรียงลำดับขึ้นไปหาอัตราส่วนของราคาต่อกำไรต่อหุ้น (P/E) ที่สูงขึ้น ทำการจัดพอร์ตโฟลิโอเป็น 6 พอร์ตโฟลิโอและเลือกลงทุนในหุ้น 1, 2, 5, 10, 20 และ 30 หุ้น ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาถือครองหุ้น 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 และ 48 เดือน ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า การถือครองหุ้นตั้งแต่ 5 หุ้นขึ้นไปให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนของตลาดโดยรวม โดยจำนวนหุ้นที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดคือ 10-20 หุ้นและระยะเวลาที่ถือครองหุ้นให้ได้ผลตอบแทนที่สูงที่สุดคือ 24 เดือน อลิษา มกราพันธ์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์คุณค่า และหลักทรัพย์เติบโตในตลาดหุ้นไทย พบว่าการลงทุนในหลักทรัพย์คุณค่าให้ผลตอบแทนมากกว่าหลักทรัพย์เติบโต โดยใช้อัตราส่วนการเงินราคาหลักทรัพย์ต่อกำไรต่อหุ้น และราคาหลักทรัพย์ต่อมูลค่าทางบัญชี เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ที่จะลงทุน และยังพบว่าการลงทุนระยะสั้นในรอบ 1 ปี และการลงทุนในระยะยาว 1-3 ปี การลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์เติบโตจะให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า ส่วนการลงทุนในระยะยาว 4-9 ปี การลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์คุณค่าจะให้ผลตอบแทนที่ สูงกว่า

งานวิจัยที่คัดเลือกหลักทรัพย์นำมาสร้างพอร์ตโฟลิโอ แล้วนำพอร์ตโฟลิโอที่สร้างมาวิเคราะห์อธิบายความเสี่ยงกับผลตอบแทนอย่าง Nettayanun (2017) เป็นการศึกษาการสร้างพอร์ตโฟลิโอโดยการจัดอันดับหลักทรัพย์ที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด ซึ่งหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกดูจาก P/E, P/BV และ CAPE โดยการสร้างพอร์ตโฟลิโอจะคัดเลือกหลักทรัพย์ที่ถูกจัดอันดับที่ สูงที่สุด 25% แรก และที่ต่ำที่สุด 25% แรก โดยจะทำการปรับพอร์ตโฟลิโอทุก ๆต้นเดือนกรกฎาคมของทุกปี เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนหลักทรัพย์กับผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ในกลุ่มอุตสาหกรรมประกันภัยในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับจาก P/E, P/BV และ CAPE ต่ำ มีผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ P/E ratio, P/BV ratio และ CAPE ที่สูง โดยพอร์ตโฟลิโอที่จัดอันดับจาก P/E ratio มีผลตอบแทนสูงกว่า P/BV ratio และ CAPE จากผลการศึกษาที่ได้ เมื่อนำพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับมาวิเคราะห์แบบจำลองแบบประเมินราคาสินทรัพย์ทุน)Capital Asset Pricing Model) CAPM และแบบจำลองสามปัจจัย (The Fama – French Three Factor Model) ไม่สามารถอธิบายพอร์ตโฟลิโอที่ถูกจัดอันดับได้ทั้งหมด ระหว่างความเสี่ยงกับอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ เนื่องจากค่า α ที่บ่งบอกความคลาดเคลื่อนตามสมาการต้องมีค่าเท่ากับ 0 แต่ในผลการศึกษาค่า α มีนัยสำคัญแสดงว่ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาอัตราผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนโดยหุ้นเน้นคุณค่าเช่นกัน แต่กลับสูตรที่ใช้ในการคำนวณโดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราส่วนมูลค่าทางบัญชีต่อราคาตลาดของหุ้น (B/M) อัตราส่วนกระแสเงินสดจากการดำเนินงานต่อราคาตลาด (C/P) อัตราส่วนกำไรต่อหุ้นต่อราคาตลาดของหุ้น (E/P) และ อัตราการเติบโตของยอดขายในอดีตของบริษัท เช่น Lakonishok, Shleifer, & Vishny (1992, 1994) ศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์สภาพคล่องและกระแสเงินสดอิสระต่อหุ้นของตลาดหลักทรัพย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ธุรกิจที่มีสินทรัพย์ไม่มีตัวตนมาก ธุรกิจเหล่านี้จะมีค่าใช้จ่ายทางการเงินสูงและควรจะลงทุนเพิ่มเติมในสินทรัพย์สภาพคล่องที่สามารถลดค่าใช้จ่ายนี้ได้ แสดงให้เห็นว่า การลงทุนในสินทรัพย์ที่มีสภาพคล่องจะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางการเงินเป็นการเพิ่มกระแสเงินสด กล่าวคืออัตราส่วนสภาพคล่องและกระแสเงินสดอิสระต่อหุ้นมีความสัมพันธ์ที่เป็นบวกและยังทำการศึกษาผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนในหลักทรัพย์เติบโต เทียบกับหลักทรัพย์คุณค่า โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างหลักทรัพย์ทั้งหมดในตลาดหลักทรัพย์ของเมืองนิวยอร์ค NYSE และ AMEX ในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1963 ถึง 1990 โดยใช้หลักการคัดเลือกหลักทรัพย์ในการสร้างพอร์ตจากอัตราส่วนมูลค่าทางบัญชีต่อราคาตลาดของหุ้น (B/M) อัตราส่วนกระแสเงินสดต่อราคาตลาด (C/P) อัตราส่วนกำไรต่อหุ้นต่อราคาตลาดของหุ้น (E/P) และ อัตราการเติบโตของยอดขายในอดีตของบริษัท โดยทำการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนในช่วงระยะเวลา 1 ปี และ 5 ปี พบว่าพอร์ตที่สร้างจากหลักทรัพย์คุณค่าจาก อัตราส่วนมูลค่าทางบัญชีต่อ

ราคาตลาดของหุ้น (B/M) อัตราส่วนกระแสเงินสดจากการดำเนินงานต่อราคาตลาด (C/P) อัตราส่วนกำไรต่อหุ้นต่อราคาตลาดของหุ้น (E/P) และอัตราการเติบโตของยอดขายในอดีตของบริษัท ให้อัตราผลตอบแทนมากกว่าพอร์ตที่สร้างจากหลักทรัพย์เติบโต

วิธีดำเนินการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยจะศึกษาบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในกลุ่ม SET 50 ยกเว้นบริษัทที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมทางการเงินเนื่องจากมีโครงสร้างทางการเงินและบัญชีที่แตกต่างจากอุตสาหกรรมทั่วไป บริษัทที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการ และบริษัทที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน กำหนดกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย โดยผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) เก็บฐานข้อมูลหลักทรัพย์จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในฐานข้อมูล SET SMART

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

โดยการใช้อัตราส่วนทางการเงิน คัดเลือกหลักทรัพย์ในกลุ่ม SET 50 เพื่อจัดอันดับการให้คะแนนหลักทรัพย์เน้นคุณค่าจากกระแสเงินสดนำมาจำลองพอร์ตโฟลิโอโดยนำอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายเดือนมาเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายเดือนของตลาดหลักทรัพย์ นำมาทำการทดสอบอัตราผลตอบแทนเกินปกติ (Excess Return Model) เพื่อหาเบต้า(β) โดยพิสูจน์ CAPM และ Fama and French Three-Factors Model อธิบายอัตราผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอการลงทุน โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิของดัชนี SET 50 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย 5 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ พ.ศ. 2556 - พ.ศ. 2561 จากฐานข้อมูล SETSMART (www.setsmart.com) นำงบการเงินมาจัดอันดับ โดยใช้หลักทรัพย์เน้นคุณค่าและหลักทรัพย์เน้นคุณค่าจากกระแสเงินสดที่ดีที่สุด 1 ใน 4 หรือ 13 หลักทรัพย์ที่ดีที่สุดและที่ต่ำที่สุดจากกลุ่มของกระแสเงินสดจากการดำเนินงาน กระแสเงินสดจากการลงทุน และกระแสเงินสดอิสระ โดยจะใช้ข้อมูลของหลักทรัพย์รวมทั้งหมด 260 ข้อมูลนำมาหาอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์จากราคาปิดทุกสิ้นเดือน หาค่าเฉลี่ยผลตอบแทนเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนค่าเฉลี่ยและนำมาเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนตลาด SET 50 โดยมีการเก็บข้อมูลดังนี้(1) รวบรวมรายชื่อหลักทรัพย์ที่อยู่ในตลาดหลักทรัพย์ SET50 ตั้งแต่ พ.ศ.2556 ถึง พ.ศ. 2561 เป็นระยะเวลา 5 ปี (2) ข้อมูลตัวเลขจากรายงานงบการเงินของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์ ประกอบด้วย งบแสดงสถานะการเงิน งบกำไรขาดทุนเบ็ดเสร็จ เพื่อนำมาหาอัตราส่วน P/CFO, P/FCF โดยในการเลือกหุ้นนั้นตามปกติจะใช้ข้อมูลในอดีต จัดอันดับจากอัตรางบการเงินจะใช้ t-1 เพื่อมาเป็นตัวจัดอันดับหุ้นในเวลา t ตั้งแต่ พ.ศ.2556 ถึง พ.ศ. 2561 เป็นระยะเวลา 5 ปี (3) ข้อมูลราคาปิดของหลักทรัพย์และดัชนีตลาดหลักทรัพย์รายเดือนทุกเดือน ตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2561 เพื่อคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตโฟลิโอ และอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ (4) ข้อมูลอัตราผลตอบแทนของตั๋วเงินอายุ 1 เดือน เป็นรายเดือนทุกเดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 เพื่อใช้เป็นตัวแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยง

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

สมการ CAPM แสดงดังนี้

$$\mathbf{R_i(t) = \alpha_i(t) + R_f(t) + [R_m(t) - R_f(t)]b_i + \varepsilon_i(t)}$$

สมการ Fama and French Three Factor Model แสดงดังนี้

$$\mathbf{R_i(t) - R_f(t) = \alpha_i(t) + (R_m(t) - R_f(t))\, b_i + (SMB(t))s_i + (HML(t))h_i + \varepsilon_i(t)}$$

$R_i(t)$ = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์ i ณ เวลา t

$R_f(t)$ = อัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง ณ เวลา t

$a_i(t)$ = ค่าคงที่ของหลักทรัพย์ i

$R_m(t)$ = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของตลาดหลักทรัพย์ ณ เวลา t

$SMB(t)$ = ค่าชดเชยความเสี่ยงจากปัจจัยขนาด ณ เวลา t

$HML(t)$ = ค่าชดเชยความเสี่ยงจากปัจจัยมูลค่า ณ เวลา t

b_i, s_i, h_i = ความเสี่ยงจากปัจจัยตลาด ปัจจัยขนาด ปัจจัยมูลค่าของหลักทรัพย์ i ณ เวลา t

$\varepsilon_i(t)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ I ณ เวลา t

สมการที่ให้ในการคำนวณ Sharpe ratio แสดง ดังนี้

$$\textbf{Sharpe ratio} = \frac{R_i(t) - R_f(t)}{\text{Standard Deviation of } R_i(t)}$$

การเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์ที่สร้างขึ้น ดังนี้

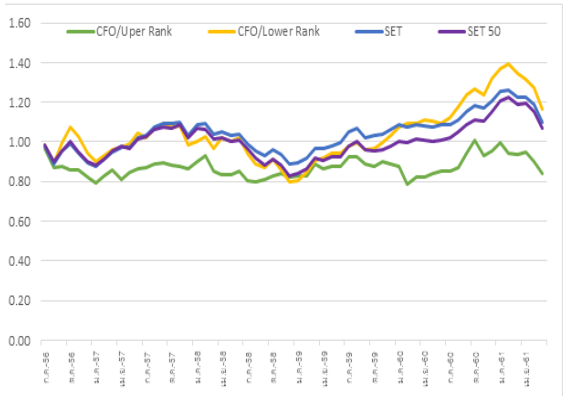
ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่สร้างจาก Price/CFO และอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์

	Price/CFO (Lower)	SET	SET 50	Price/CFO (Upper)
อัตราผลตอบแทนที่ต่ำที่สุด (Min Per month)	-8.97	-9.05	-8.60	-9.98
อัตราผลตอบแทนที่สูงที่สุด (Max Per month) (%)	11.10	6.87	6.56	8.44
อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อเดือน (Arithmetic average per month)	0.36	0.22	0.18	-0.21
อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีแบบทบต้น (Geometric average per year)	1.53	0.95	0.68	-1.75
ค่าความผันผวน (Volatility per month)	4.54	3.48	3.61	3.99
ค่าความมั่นใจที่ 95% (Quartile 95%)	6.77	5.48	5.03	5.35
ค่าความมั่นใจที่ (Quartile 5%)	-7.98	-5.32	-6.39	-7.44
ค่าเฉลี่ย (Average: Ri-Rf)	0.17	0.03	-0.01	-0.40
β to SET	1.17	-	-	0.72
β to SET 50	1.13	-	-	0.64
Sharp Ratio	0.037	-	-	-0.10
Cumulative return of 1 Baht	1.16	1.10	1.07	0.84

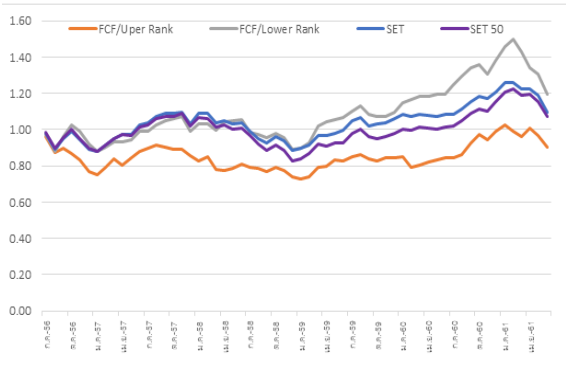
จากตาราง 1 และตาราง 2 พบว่า ผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่สร้างจากกระแสเงินสดจากการดำเนินงาน Price/CFO Lower และพอร์ตโฟลิโอที่สร้างจากกระแสเงินสดอิสระ Price/FCF Lower มีอัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุด รองลงมาคือ อัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และ ผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอแบบสร้างจากกระแสเงินสดจากการดำเนินงาน Price/CFO Upper และพอร์ตโฟลิโอแบบสร้างจากกระแสเงินสดอิสระ Price/FCF Upper

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่สร้างจาก Price/ FCF และอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์

	Price/FCF (Lower)	SET	SET 50	Price/FCF (Upper)
อัตราผลตอบแทนที่ต่ำที่สุด (Min Per month)	-9.37	-9.05	-8.60	-9.64
อัตราผลตอบแทนที่สูงที่สุด (Max Per month) (%)	10.02	6.87	6.56	7.67
อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อเดือน (Arithmetic average per month)	0.39	0.22	0.18	-0.10
อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีแบบทบต้น (Geometric average per year)	1.81	0.95	0.68	-1.02
ค่าความผันผวน (Volatility per month)	4.21	3.48	3.61	3.86
ค่าความมั่นใจที่ 95% (Quartile 95%)	6.15	5.48	5.03	5.40
ค่าความมั่นใจที่ (Quartile 5%)	-6.73	-5.32	-6.39	-6.73
ค่าเฉลี่ย (Average: Ri-Rf)	0.20	0.03	-0.01	-0.28
β to SET	1.06	-	-	0.78
β to SET 50	1.02	-	-	0.73
Sharp Ratio	0.047	-	-	-0.074
Cumulative return of 1 Baht	1.20	1.10	1.07	0.90



รูปที่ 1 เปรียบเทียบผลตอบแทนสะสมพอร์ตโฟลิโอในระหว่าง Price/CFO กับ SET และ SET 50



รูปที่ 2 เปรียบเทียบผลตอบแทนสะสมพอร์ตโฟลิโอในระหว่าง Price/FCF กับ SET และ SET 50

สมมติฐานที่ 1 พอร์ตโฟลิโอการลงทุนเน้นคุณค่ามีผลตอบแทนมากกว่าตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าพอร์ตโฟลิโอการลงทุนเน้นคุณค่าที่ถูกจัดอันดับโดยอัตราส่วนของกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงาน Price/COF Lower และ กระแสเงินสดอิสระ Price/CFC Lower มีอัตราผลตอบแทนที่มากกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยของแบบประเมินราคาสินทรัพย์ทุน (CAPM)

Portfolio	α	β_{SET}	R^2	F-Stat	P-Val
Price/CFO (Lower)	0.12	1.20***	0.8385	301	$2.2*10^{-16}$
	[0.52]	[17.35]			
Price/CFO (Upper)	-0.41	0.73***	0.4086	40.08	$3.858*10^{-8}$
	[-1.03]	[6.33]			
Price/FCF (Lower)	0.16	1.08***	0.7942	223.9	$2.2*10^{-16}$
	[0.65]	[14.96]			
Price/FCF (Upper)	-0.3	0.80***	0.5204	62.92	$7.95*10^{-11}$
	[-0.86]	[7.93]			

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05,*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่า t-value แสดงไว้ในวงเล็บ [ ]

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยของแบบจำลอง 3 ปัจจัยของ Fama and French

Portfolio	α	β_{SET}	β_{SMB}	β_{HML}	R^2
Price/CFO (Lower)	0.14	1.19***	0.01	0.09	0.8406
	[0.59]	[16.59]	[0.1]	[0.83]	
Price/CFO (Upper)	-0.40	0.74***	0.23	0.12	0.4358
	[-1.0]	[6.25]	[1.40]	[0.66]	
Price/FCF (Lower)	0.15	1.09***	-0.002	-0.06	0.7953
	[0.59]	[14.46]	[-0.02]	[-0.53]	
Price/FCF (Upper)	-0.27	0.79***	0.14	0.17	0.5404
	[0.59]	[14.46]	[-0.02]	[-0.53]	

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05,*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่า t-value แสดงไว้ในวงเล็บ [ ]

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) พบว่าแบบประเมินราคาสินทรัพย์ทุน (CAPM) ตารางที่ 3 และ แบบจำลอง 3 ปัจจัยของ Fama and French ตารางที่ 4 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงกับอัตราผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกสร้างจากการจัดอันดับได้ทั้งหมดโดยค่า α ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า α มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ แต่ถ้าค่าแอลฟา α มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่า α มีค่าแตกต่างจากศูนย์ **สมมติฐานที่ 2** แบบจำลอง CAPM และ แบบจำลอง 3 ปัจจัย Fama and French สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอที่ถูกสร้างกับความเสี่ยงได้ทั้งหมด

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาถึง ผลตอบแทนจากการสร้างพอร์ตการลงทุนโดยหุ้นเน้นคุณค่าจากกระแสเงินสดในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 ย้อนหลังเป็นระนะเวลา 5 ปี นำข้อมูลที่ได้มาจัดอันดับในส่วนของงบกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงานและกระแสเงินสดอิสระ 25% แรก ที่ต่ำที่สุดและสูงที่สุด ทำการสร้างพอร์ตการลงทุน จากผลการวิเคราะห์พบว่าพอร์ตโฟลิโอที่สร้างจาก Price/CFO Lower และ Price/FCF Lower ให้อัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุดและยังสามารถให้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาด ในขณะที่ พอร์ตโฟลิโอที่ถูกสร้างจาก Price/CFO Upper และ Price/FCF Upper ให้อัตราผลตอบแทนที่ต่ำที่สุด

ผลการทดสอบแบบจำลอง CAPM และ แบบจำลอง 3 ปัจจัย ของ Fama and Frenchสามารถใช้อธิบายความเสี่ยงกับผลตอบแทนได้เนื่องจากค่า α ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่า α มีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตลาดกับผลตอบแทนได้

ข้อเสนอแนะทางวิชาการ การศึกษาในครั้งนี้ใช้สมการถดถอย (Regression Analysis) โดยการใช้ SMB และ HML ที่เป็นมาตรฐานของโลกจึงไม่สามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนกับความเสี่ยงได้อย่างชัดเจน เนื่องจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีปัจจัยด้านความเสี่ยงที่ต่างออกไป ควรที่จะมีการจัดทำข้อมูลของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เพื่อที่จะได้หาความสัมพันธ์ที่มีผลกระทบกับผลตอบแทนในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ทิพาภรณ์ เชียงทอง. (2554). *ความคิดเห็นของนักบัญชีต่อการใช้ข้อมูลงบกระแสเงินสดและสัญญาณเตือนภัยจากงบกระแสเงินสด*. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วรศักดิ์ ทุมมานนท์. (2545). การจัดทำงบกระแสเงินสดและงบกระแสเงินสดรวม. กรุงเทพฯ : สำนักงานบริหารธรรมนิติ.

ธวัชชัย วรสุนทร และอุษณา แจ้งคล้อย. (2558). *ความสัมพันธ์ของกระแสเงินสดอิสระกับผลตอบแทนจากหลักทรัพย์: หลักฐานเชิงประจักษ์บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในกลุ่ม SET100*. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ปาริชาติ ประจักษ์สูตร์. (2555). *การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของกำไรสุทธิ มูลค่าตามบัญชี และกระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงาน ที่มีต่ออัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ของบริษัทจดทะเบียนในกลุ่ม SET100*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ไพบูลย์ เสรีวิวัฒนา. (2558). *การลงทุนแบบเน้นคุณค่าในประเทศไทยประเด็นของจำนวนหุ้นและระยะเวลาการถือครองที่เหมาะสม*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยนิด้า.

อุษณี วรพันธ์พิทักษ์. (2549). *ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเงินสดและกำไรที่มีต่อราคาและผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุษา วงศ์สอนธรรม. (2549). *ความสัมพันธ์ระหว่างตัววัดประสิทธิภาพทางการเงินกับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อลิษา มกราพันธ์. (2554). *การศึกษาผลตอบแทนในหลักทรัพย์คุณค่าและหลักทรัพย์เติบโตในตลาดหุ้นไทย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The Cross section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance, 47(2)*, 427-465.

Fama, E. F., & French, K. R. (1993). CommonRisk Factors in the Returns on Stocks andBonds. *Journal of Financial Economics, 33*, 3-56.

Fama, E. F., & French, K. R. (1995). Size and Book-to-Market Factors in Earnings and Returns. *Journal of Finance, 50(1)*, 131-155.

Fama, E. F., & French, K. R. (1996). Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies. *Journal of Finance, 51(1)*, 55-84.

Fama, E. F., & French, K. R. (1998). Value Versus Growth: The International Evidence. *Journal of Finance, 53(6)*, 1975-1999.

Fama, E. F., & French, K. R. (2006). The Value Premium and the CAPM. *Journal of Finance, 61(5)*, 2163-2185.

Fama, E. F., & French, K. R. (2012). Size, Value, and Momentum in International Stock Returns. *Journal of Financial Economics, 105(3)*, 457-472.

Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A Five-Factor Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics, 116(1)*, 1-22.

Graham, B. (2003). The intelligent investor: The definitive book on value investing(7th ed.). New York: Harper & Collins.

Lakonishok, J., A. Shleifer, & R. W. Vishny. (1994). Contrarian Investment, Extrapolation, and Risk. *Journal of Finance, 49(5)*, 1541-1578.

Lintner, J. (1965). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *Journal of Finance, 20(4)*, 587-615.

Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance, 7(1)*, 77-91.

Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. Econometrica, 34(4), 341-360.

Nettayanun, S. (2017). Value Investing: Circle of Competence in The Thai Insurance Industry. *Journal of Asia J Risk Insur, 2016*, 1-32.

Sareewiwatthana, P. (2011). Value Investing in Thailand: The Test of Basic Screening Rules. International Review of Business Research Papers, 7(4), 1-13.

Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *Journal of Finance, 19(3)*, 425-442.

ระบบสารสนเทศการใช้งานเครือข่ายไร้สาย มหาวิทยาลัยพะเยา

ธนพร วิชัยดิษฐ์[1] ปิยะนันท์ มินทะนา[1] ศกยภพ ประเวทจิตร์[1]* และปานจิตร์ หลงประดิษฐ์[2]

A Wireless Network Traffic Information System of University of Phayao

Thanoporn Wichaidit[1], Piyanan Mintana[1], Sakkayaphop Pravetjit[1,*] and Panchit Longpradit[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
[2]ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม 73170
[1]Information Technology, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000
[2]Department of Education, Faculty of Social Sciences and Humanities, Mahidol University, Nakhon Pathom, 73170
*Corresponding author. E-mail: sakkayaphop.pr@up.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายจาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และ เซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการขยายจุดให้บริการในพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่น ซึ่งศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ผลจากการใช้งานของหน่วยงานดังกล่าวมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สาย เซิร์ฟเวอร์ DHCP เซิร์ฟเวอร์ Radius

Abstract

This research paper aims to develop an assisted tool for creation of wireless network traffic information system retrieving the traffic data from DHCP and Radius servers of University of Phayao. The analyzed data are intended to use for planning for the expansion of service points in the heavily used areas of the Information and Communication Technology (ICT) Service Center of University of Phayao, which is the main responsible division. The tool was tested by the ICT Service Center and it was found at a satisfactory level.

Keywords: wireless network, DHCP server, Radius server

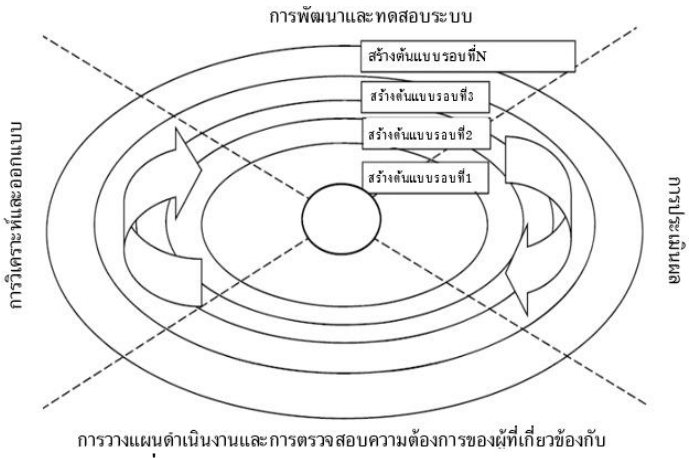
บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคของโลกไร้พรมแดน เพราะสามารถเปิดรับข่าวสารต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทั่วทุกมุมโลก การรับรู้ข่าวสารไม่จำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ และมีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของคนในสังคมปัจจุบัน เนื่องจากมีความสะดวกรวดเร็ว รวมถึงความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และการทำงานต่าง ๆ ร่วมกันผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (อริศรา คงสนิท, 2556) นอกจากนี้การเชื่อมโยงกันได้ทั่วโลกผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จึงเปรียบเสมือนขุมทรัพย์ข้อมูลข่าวสารที่คนส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจ (สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, 2539) สถาบันการศึกษาในระดับต่าง ๆ ทั่วโลกได้นำระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทางด้านการศึกษา เพื่อต้องการให้นักเรียน นักศึกษา หรือบุคลากร ภายในหน่วยงานได้เข้าสู่สังคมสารสนเทศ สามารถค้นคว้าหาข้อมูลข่าวสารจากแหล่ง ต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศได้ (ศรีศักดิ์ จามรมาน และกนกวรรณ ว่องวัฒนาสิน, 2542) นอกจากนี้ จิรภัทร เริ่มศรี (2561) ได้ทำการศึกษาระดับความต้องการของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่มีการให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งแบบมีสาย และแบบไร้สาย ผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยได้แก่ บุคลากร และนิสิต จากข้อมูลเบื้องต้นจะพบว่าจำนวนผู้ใช้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแบบไร้สายมีจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี การบริหาร

จัดการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายจึงเป็นเรื่องสำคัญ จากเดิมพบปัญหาการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายที่ได้รับข้อมูลจากบุคลากร และนิสิต ในเรื่องของความเสถียรสัญญาณแบบไร้สายที่มีการขาดหายในบางครั้ง ส่งผลให้การใช้งานไม่สะดวก ทำให้เกิดการล่าช้าของการดาวน์โหลดข้อมูล เป็นต้น มหาวิทยาลัยพะเยาก็ประสบปัญหาดังกล่าวเช่นเดียวกัน ทางศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงได้ทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการจัดแบ่งโซนการให้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายออกเป็น 6 โซน เพื่อให้การบริหารจัดการและการใช้บริการของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองให้บริการผ่านไปในระยะสองเดือนได้ทำการสอบถามไปยังบุคลากร และนิสิต ถึงความถึงพอใจในการใช้บริการเครือข่ายแบบไร้สายภายในมหาวิทยาลัยพะเยา ผลลัพธ์ที่ได้กลุ่มผู้ใช้งานยังมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง จากผลลัพธ์ดังกล่าวทางศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้มอบหมายให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบต้องนำเอาข้อมูลของ เซิร์ฟเวอร์ DHCP และ เซิร์ฟเวอร์ Radius มาทำการตรวจสอบ ในปัจจุบันเจ้าหน้าที่ได้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซลในการสร้างรายงาน ซึ่งมีความไม่สะดวกในการดำเนินงาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สาย จาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และ เซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อช่วยให้ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา นำข้อมูลที่ได้นำไปวางแผนและบริหารจัดการในเรื่องของการขยายจุดให้บริการเพื่อตอบสนองแก่ผู้รับบริการให้มีความพึงพอใจในการใช้งานในระดับสูงสุด ต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

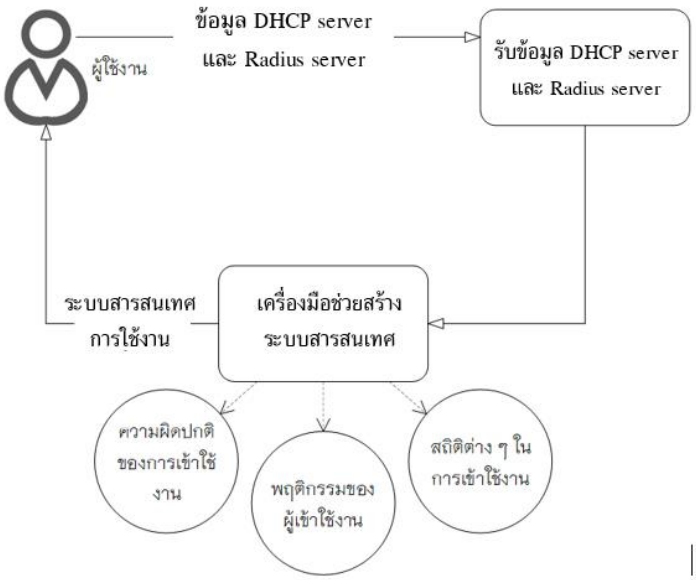
การพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายสายจากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในครั้งนี้เป็นการสร้างระบบสารสนเทศของข้อมูลปริมาณการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายที่อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบไปด้วยซอฟต์แวร์ Visual Studio Code V1.25.1 ภาษา CSS และภาษา PHP สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ระบบฐานข้อมูลได้ทำการเลือกใช้ MySQL และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตกแต่งและออกแบบส่วนต่อประสานการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชันใช้ Adobe Photoshop CC 2017 วิธีการดำเนินการศึกษาและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันใช้แบบจำลองใยแมงมุม (Spiral model) เป็นแนวทางในการพัฒนา การทำงานของแบบจำลองใยแมงมุมเป็นการรวมเอาลักษณะของการสร้างต้นแบบรูปแบบต่าง ๆ มาปรับให้เข้ากับการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและมีการควบคุมการทำงานแต่ละขั้นตอนด้วยโมเดลน้ำตก (Waterfall Model) และใช้วงจรการเติบโตของระบบแบบค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ในแต่ลำดับของการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนดำเนินงาน ส่งผลให้ความเสี่ยงของการพัฒนาระบบจะค่อย ๆ ลดลง แบบจำลองใยแมงมุมที่ผู้วิจัยนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายจาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และ เซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา ประกอบไปด้วยขั้นตอนการพัฒนา 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการวางแผนดำเนินงานและการตรวจสอบความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ขั้นตอนการการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ขั้นตอนการการพัฒนาและทดสอบระบบ ขั้นตอนสุดท้ายได้แก่ขั้นตอนการประเมินผล รูปแบบการทำงานของแบบจำลองใยแมงมุมแสดงได้ดังรูปที่ 1 รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแสดงได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 แผนภาพการพัฒนาระบบแบบ Spiral Model

ขั้นตอนการวางแผนดำเนินงานและการเก็บความต้องการของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ

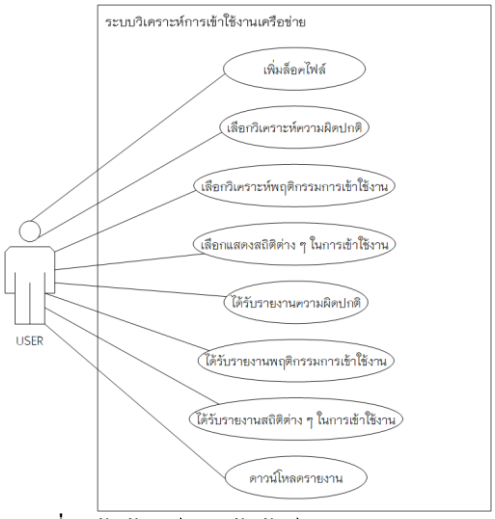
ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ประชุมวางแผนการดำเนินงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ทางศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มีความต้องการฟังก์ชันการใช้งานรวมถึงข้อมูลรายงานที่ต้องการให้ แสดงผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้งาน เพื่อให้นักวิจัยนำข้อมูลที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์ความต้องการและกระบวนการใช้งานของระบบ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่อไป จากการพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการสร้างรายงานข้อมูลการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งาน จากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius แต่เดิมทางเจ้าหน้าที่ได้ทำการนำไฟล์ข้อมูลที่ได้นำมาสร้างรายงานจากโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซลในการสร้างรายงาน ซึ่งมีความไม่สะดวกในการดำเนินงานเป็นอย่างมาก จึงมีความต้องการเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างรายงานในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถนำข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius เข้าสู่เครื่องมือ และสามารถทำรายงานตามที่ต้องการได้ จากขั้นตอนนี้ทางผู้วิจัยสามารถเขียนกรอบแนวคิดการใช้งานออกมาได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายสาย

ขั้นตอนการการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากขั้นตอนการวางแผนดำเนินงานและการเก็บความต้องการของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ พบว่าผู้ใช้งานมีความต้องการเครื่องมือที่อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน มาช่วยในการสร้างรายงานการใช้งานของเครือข่ายแบบไร้สายในมหาวิทยาลัยพะเยา จากการนำเอาข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius มาใช้ในการทำรายงาน และนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของระบบโดยใช้สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ (Use case diagram) ระบบฐานข้อมูลเลือกใช้การวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (E-R diagram) โดยนำเอาข้อมูลความต้องการทั้งหมดของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบมาทำการสังเคราะห์สำหรับการออกแบบระบบฐานข้อมูล ที่จะทำการจัดเก็บข้อมูล จากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius สำหรับใช้ในการสรุปปริมาณการใช้งาน พร้อมทั้งออกแบบส่วนต่อประสานของระบบที่พัฒนาขึ้น สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ (Use case diagram) ที่วิเคราะห์และออกแบบในครั้งนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์การทำงานของระบบ

ขั้นตอนการการพัฒนาและทดสอบระบบ

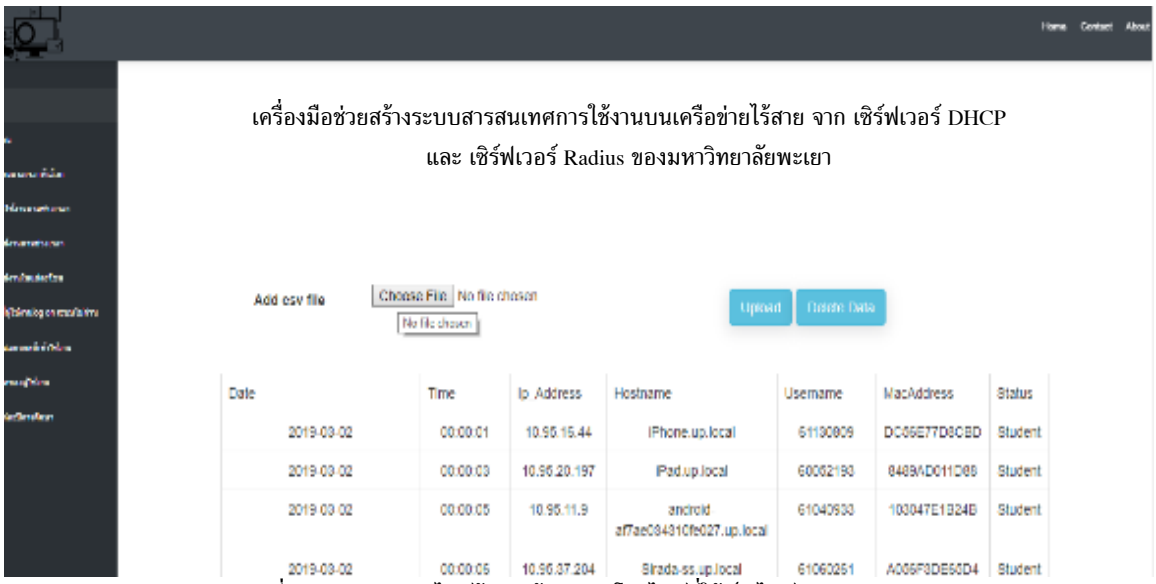
เมื่อได้แบบพิมพ์เขียวของระบบเว็บแอปพลิเคชัน และระบบฐานข้อมูล ก็จะเข้าสู่การพัฒนาระบบตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นจะทำการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ขั้นตอนแรกจะเป็นการให้ผู้ใช้งานระบบเพิ่มข้อมูล เซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius เข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้น ระบบจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับออกเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ 1) ความผิดปกติในการเข้าใช้งานเครือข่ายของกลุ่มผู้ใช้งาน 2) การจำแนกสถิติการเข้าใช้งานเครือข่ายของผู้ใช้งาน โดยรูปแบบของรายงานของ 2 ประเด็นดังกล่าวจะถูกแสดงตามที่กลุ่มผู้ใช้งานได้ระบุไว้ในขั้นตอนการวางแผนดำเนินงานและการเก็บความต้องการของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ

ขั้นตอนการประเมินผล

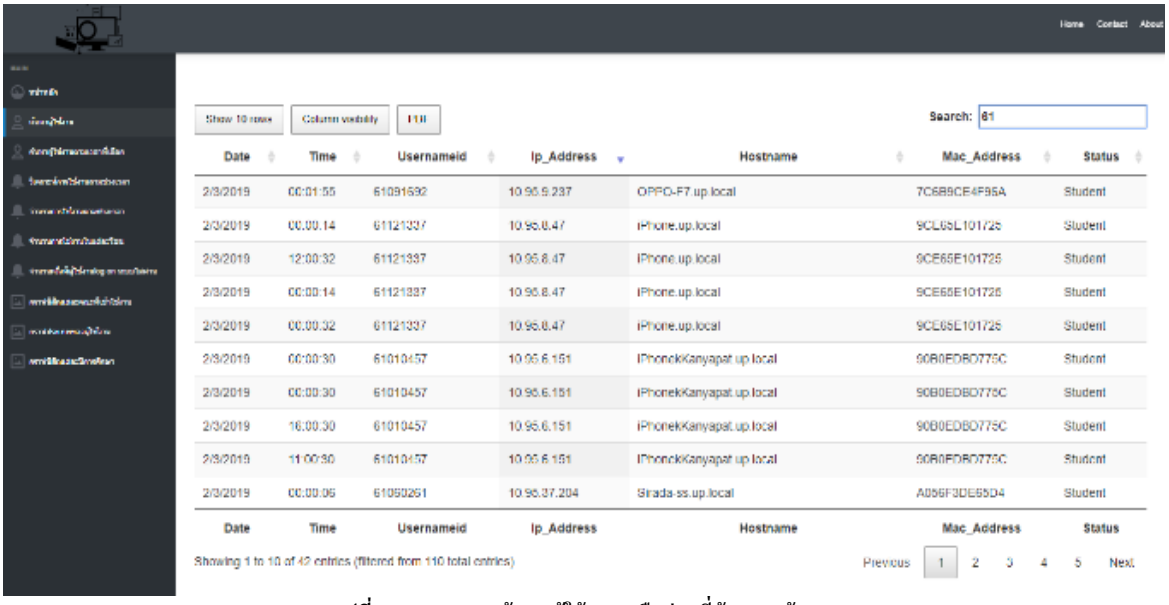
ขั้นตอนนี้นำผลการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้งานว่ายังมีประเด็นอะไรบ้างที่จะต้องทำการปรับปรุงระบบ จากนั้นนักวิจัยจะทำการผลลัพธ์ของการทดสอบใช้งานของระบบ และความคิดเห็นของผู้ใช้งานมาประชุมกับทีมพัฒนาเพื่อทำการประเมินและปรับปรุงระบบเพื่อให้มีความสมบูรณ์และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบต่อไป

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายจาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และ เซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา ผลลัพธ์ของระบบ และรายงานที่ได้จากระบบสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

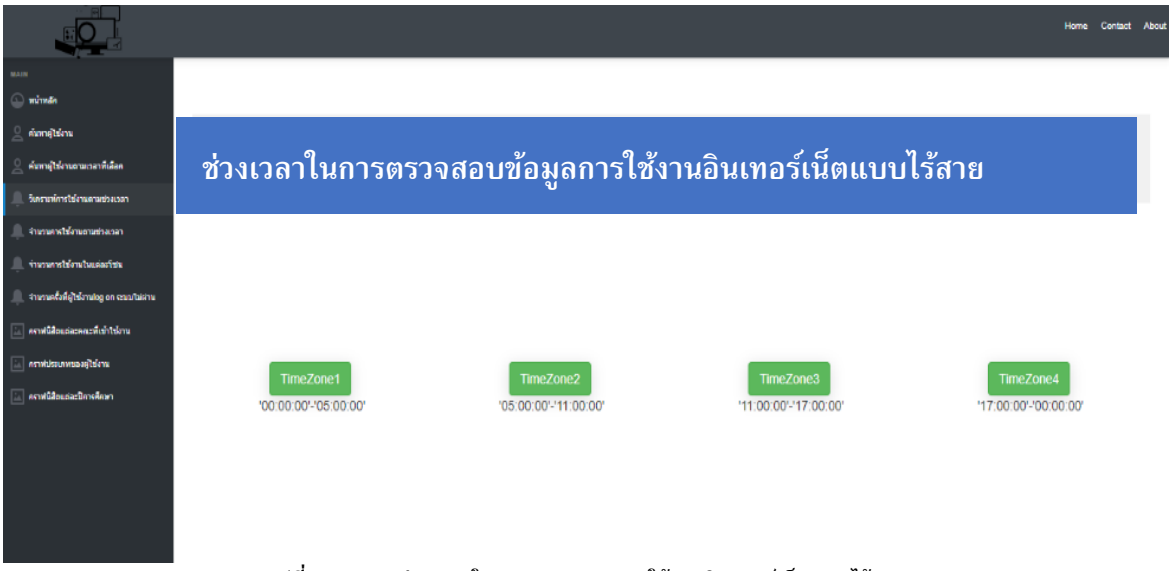


รูปที่ 4 จอภาพการนำไฟล์ข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยไฟล์ที่ใช้เป็นไฟล์นามสกุล .csv

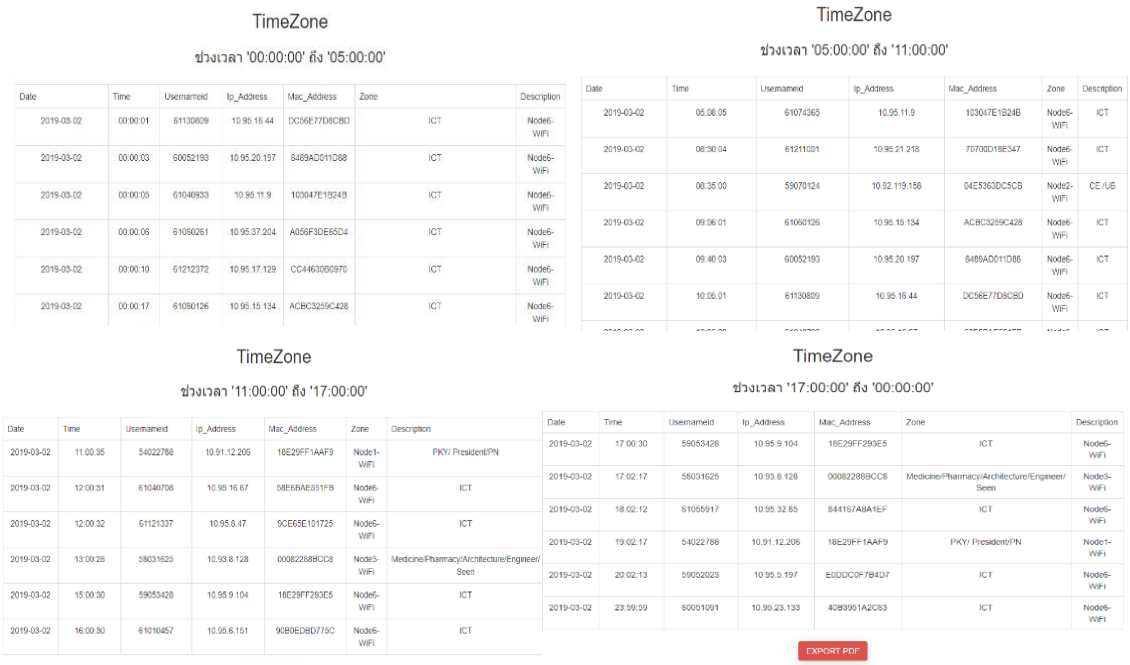


รูปที่ 5 จอภาพการค้นหาผู้ใช้งานเครือข่ายที่ต้องการค้นหา

รูปที่ 4 เป็นจอภาพแสดงฟังก์ชันการนำข้อมูล จากเซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา ที่มีรูปแบบนามสกุล .csv เข้าสู่ระบบการวิเคราะห์ โดยเจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในส่วนของรูปที่ 5 เมื่อนำข้อมูลเข้าสู่ระบบแล้วเสร็จ ผู้ใช้งานสามารถที่จะสืบค้นข้อมูลประวัติการใช้งานของผู้ใช้งาน ที่ผ่านการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานเพื่อที่จะนำไปตรวจสอบและติดตามหากมีการทำผิดกฎหมายเกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ต

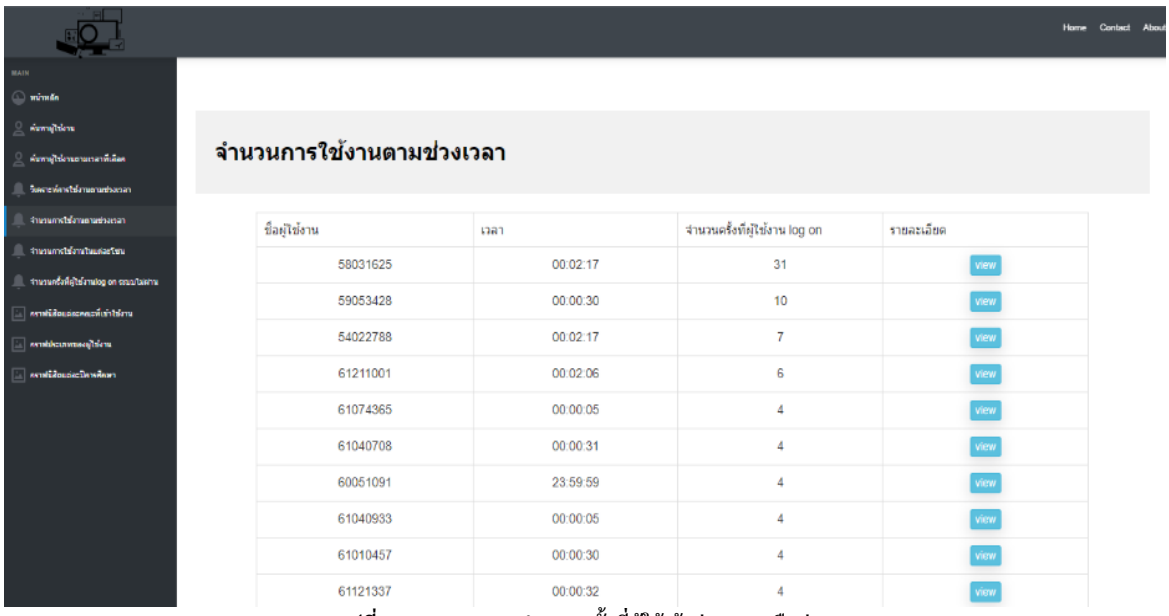


รูปที่ 6 จอภาพช่วงเวลาในการตรวจสอบการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย

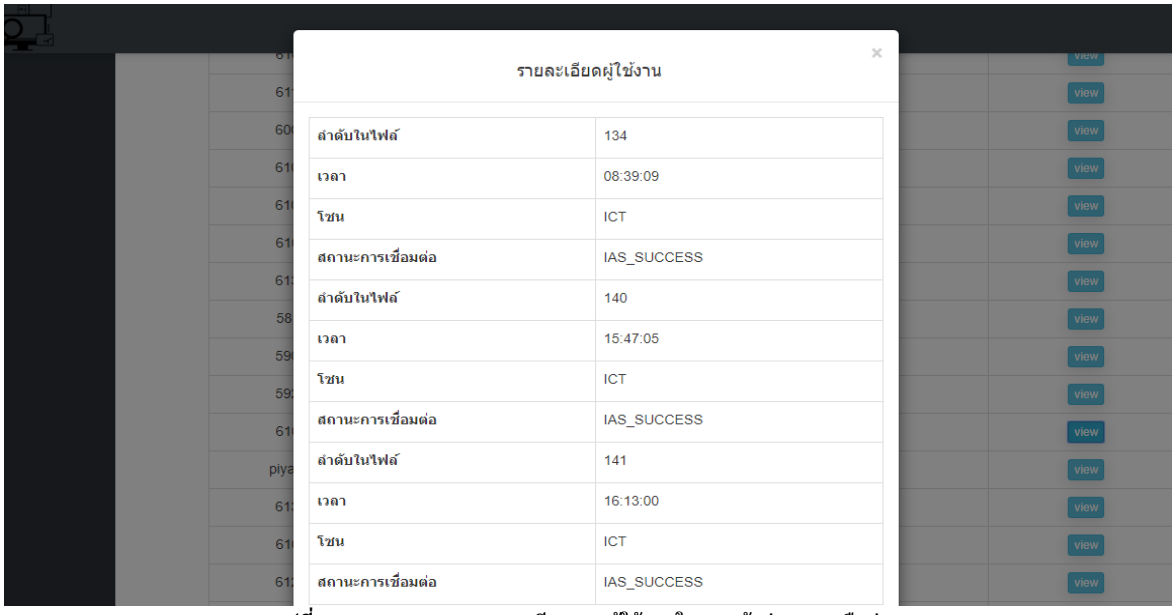


รูปที่ 7 จอภาพแสดงผลลัพธ์ข้อมูลปริมาณการใช้งานตามช่วงเวลา

จากรูปที่ 6 แสดงช่วงเวลาในการตรวจสอบการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย จะกำหนดไว้อยู่ 4 ช่วงเวลาคือ 1) 00:00:00 – 05:00:00 2) 05:00:00 – 11:00:00 3) 11:00:00 – 17:00:00 4) 17:00:00 – 00:00:00 และรูปที่ 7 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลปริมาณการใช้งานตามช่วงเวลา และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานคนไหนบ้างที่มีการเข้าสู่ระบบในช่วงเวลาเดียวกันในหลาย ๆ โซนที่กำหนดไว้ซึ่งถือว่ามีความผิดปกติ และสามารถออกรายงานที่อยู่ในรูปแบบ PDF ไฟล์ได้

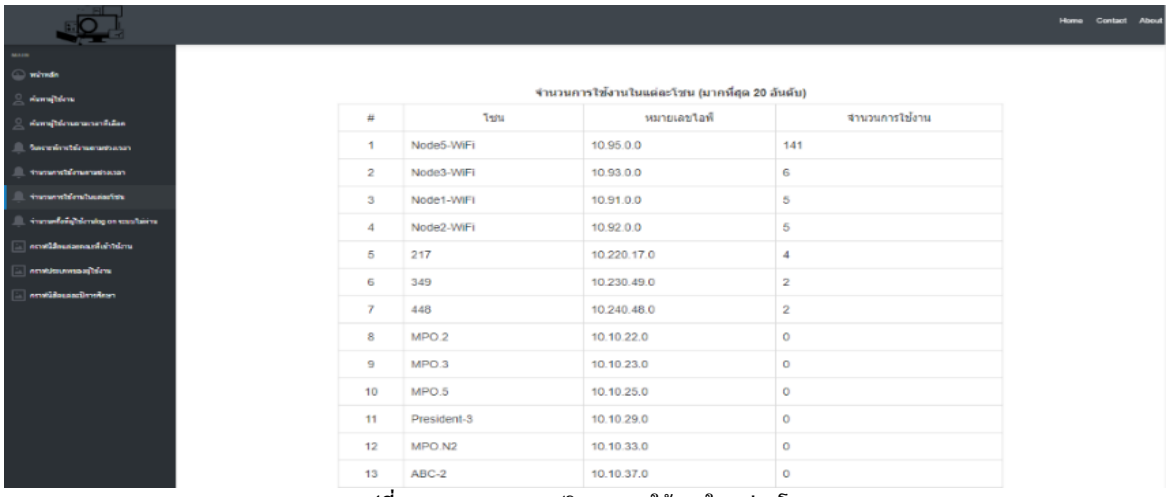


รูปที่ 9 จอภาพแสดงจำนวนครั้งที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเครือข่าย



รูปที่ 10 จอภาพแสดงรายละเอียดของผู้ใช้งานในการเข้าสู่ระบบเครือข่าย

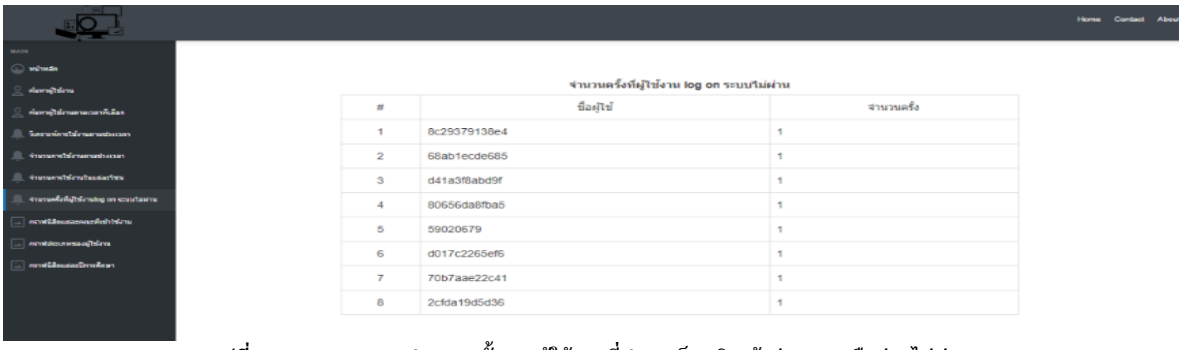
รูปที่ 9 แสดงจำนวนครั้งที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเครือข่ายในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบเพื่อค้นหาความถี่ของผู้ล็อกอินเข้าใช้งานระบบเครือข่ายเพื่อหาความผิดปกติของการใช้งาน ในกรณีที่มีจำนวนการเข้าสู่ระบบจำนวนมากในช่วงเวลาเดียวกันก็จะสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ว่าคนใช้งานคือใคร และสามารถติดตามตัวได้เพื่อทำการแจ้งเตือนต่อไป จอภาพแสดงรายละเอียดของผู้ใช้งานแสดงได้ดังรูปที่ 10



#	โซน	หมายเลขไอพี	จำนวนการใช้งาน
1	Node5-WiFi	10.95.0.0	141
2	Node3-WiFi	10.93.0.0	6
3	Node1-WiFi	10.91.0.0	5
4	Node2-WiFi	10.92.0.0	5
5	217	10.220.17.0	4
6	349	10.230.49.0	2
7	448	10.240.48.0	2
8	MPO.2	10.10.22.0	0
9	MPO.3	10.10.23.0	0
10	MPO.5	10.10.25.0	0
11	President-3	10.10.29.0	0
12	MPO.N2	10.10.33.0	0
13	ABC-2	10.10.37.0	0

รูปที่ 11 จอภาพแสดงปริมาณการใช้งานในแต่ละโซน

รูปที่ 11 แสดงจำนวนการใช้งานเครือข่ายในแต่ละโซนในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ทำให้ผู้ดูแลระบบมีข้อมูลที่จะใช้ประกอบในการตัดสินในวางแผนการขยายปริมาณจุดการให้บริการให้มากขึ้น

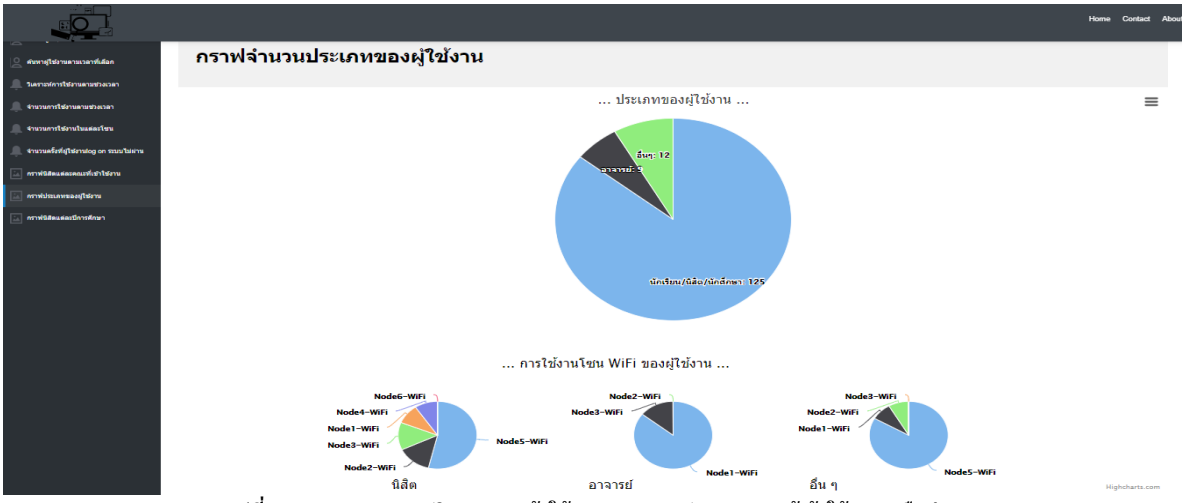


#	ชื่อผู้ใช้	จำนวนครั้ง
1	8c29379138e4	1
2	68ab1ecde685	1
3	d41a3f8abd9f	1
4	80656da8fba5	1
5	59020679	1
6	d017c2265ef6	1
7	70b7aae22c41	1
8	2cfda19d5d36	1

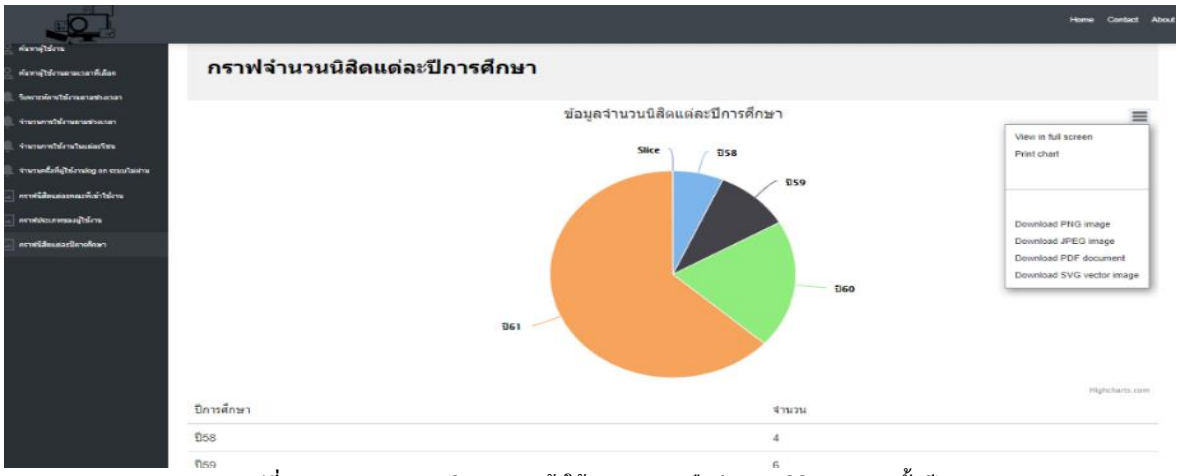
รูปที่ 12 จอภาพแสดงจำนวนครั้งของผู้ใช้งานที่ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเครือข่ายไม่ผ่าน

รูปที่ 12 จอภาพแสดงจำนวนครั้งที่ผู้ใช้งานทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเครือข่ายไม่ผ่าน ในกรณีที่มีการล็อกอินเข้าสู่ระบบเครือข่ายไม่ผ่านในหลาย ๆ จุดที่ให้บริการ จะทำให้ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถที่จะทำการติดต่อไปยังผู้ใช้งานได้โดยตรง เพื่อหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขปัญหาให้แก่ผู้ใช้งานรายนั้น ๆ ต่อไป

รูปที่ 13 จอภาพแสดงปริมาณการเข้าใช้งานของนิสิตเป็นรายคณะ



รูปที่ 14 จอภาพแสดงปริมาณการเข้าใช้งานแยกตามประเภทของผู้เข้าใช้งานเครือข่าย



รูปที่ 15 จอภาพแสดงปริมาณการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายของนิสิตแยกตามชั้นปี

รูปที่ 13 แสดงจำนวนการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ของมหาวิทยาลัยพะเยา แยกตามคณะในแต่ละช่วงเวลา รูปที่ 14 แสดงปริมาณการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ของมหาวิทยาลัยพะเยา แยกตามกลุ่มของผู้ใช้งานและปริมาณการใช้งานในแต่ละโซนพื้นที่ที่ทำการจัดแบ่งการให้บริการ และรูปที่ 15 แสดงปริมาณการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ของมหาวิทยาลัยพะเยา แยกตามชั้นปีของกลุ่มนิสิต

อภิปรายผลการศึกษา

การพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายจาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา ในครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการพัฒนาแบบจำลองใยแมงมุม เนื่องด้วยมีกลุ่มผู้ใช้งานเพียงกลุ่มเดียว จึงทำให้ง่ายต่อการปรับปรุงระบบ และการทดสอบระบบ จากการทดสอบการใช้งานในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ผู้ใช้งานได้ให้คะแนนความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับที่ดี ในด้านของจอภาพที่ใช้เป็นส่วนต่อประสานมีการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย อีกทั้งรูปแบบรายงานที่แสดงอยู่ในรูปของกราฟ ที่ให้มุมมองของข้อมูลในหลายมิติ ทำให้มีการตัดสินใจในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายได้รวดเร็วขึ้น แต่กระนั้นก็ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มผู้ใช้งานในด้านของการต่อยอดโดยการนำเอาข้อมูลจราจรจากเครื่องแม่ข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วยก็จะก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของระบบมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาเครื่องมือช่วยสร้างระบบสารสนเทศการใช้งานบนเครือข่ายไร้สายจาก เซิร์ฟเวอร์ DHCP และเซิร์ฟเวอร์ Radius ของมหาวิทยาลัยพะเยา เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาในด้านของซอฟต์แวร์ คณะผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Visual Studio Code ภาษา PHP และภาษา CSS ในส่วนของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับฐานข้อมูลได้เลือกใช้ MySQL เครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ทำให้ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา นำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการขยายจุดให้บริหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของโซนที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่นต่อไปในอนาคต ในกรณีที่จะทำการติดตามผู้กระทำผิดกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้อินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยพะเยา ได้มีการวางแนวทางที่จะนำเอาข้อมูลการจราจรจากเครื่องแม่ข่ายมาทำการพิจารณาร่วม จะทำให้สามารถติดตามผู้กระทำผิดได้ รวมถึงการพิจารณาปริมาณการใช้งานเครือข่ายว่า มีการนำไปใช้งานในด้านใดบ้าง หรือเข้าไปใช้บริการเว็บไซต์อะไรบ้างเพื่อทำให้ทราบปริมาณการใช้แบนด์วิดท์ของแต่ละเว็บไซต์ เพื่อวางแผนในเรื่องของการให้บริการต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

จิรภัทร เริ่มศรี. (2018). ความต้องการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. วารสารสถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ, 3(2), 237-244.

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, (2539). คู่มืออินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศรีศักดิ์ จามรมาน และกนกวรรณ ว่องวัฒนาสิน. (2542). Y2K คอมพิวเตอร์ปี 2000: ปัญหาที่แท้และทางแก้ไขที่ถูก. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีและฝึกอบรมเอแบค-เคเอสซี อินเตอร์เน็ต มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ.

อริศรา คงสนิท. (2556). เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2560. http://arissaramay.blogspot.com/

รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานโดยเทคนิคเดลฟาย

รุ่งโรจน์ เจศรีชัย

A care model for elderly people with diabetes: A delphi technique approach

Rungroj Jaseichai

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 4 สระบุรี จังหวัดสระบุรี 18000
National Health Security Office Region 4 Saraburi, Saraburi 18000
Corresponding author. E-mail: linglod@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษารูแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานไปใช้จริง ในพื้นที่จังหวัดพิจิตร กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน จำนวน 7 คน ประกอบด้วยผู้บริหารสาธารณสุข จำนวน 3 คน นักวิชาการและภาคประชาชน จำนวน 2 คน และผู้ปฏิบัติงานที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวน 2 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อรวบรวมคำตอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 รอบ นำมาวิเคราะห์เนื้อหาแล้วสร้างเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุไปใช้จริง โดยสอบถามผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ จำนวน 42 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผู้สูงอายุโรคเบาหวานเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดี จะต้องส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเอง โดยการ 1) จัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่มด้าน Best practice ให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานได้เข้ามาเรียนรู้ร่วมกัน 2) การจัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้สูงอายุที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี และสามารถที่จะเป็นต้นแบบให้กับผู้สูงอายุโรคเบาหวานคนอื่นได้ 3) การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ ส่วนผู้ดูแลผู้สูงอายุผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า ผู้ดูแลผู้สูงอายุจะต้องสนับสนุนให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานเกิดการรับรู้ถึงสมรรถนะของตนเอง โดยการจัดให้มีการกำหนดเป้าหมาย กลวิธี และการประเมินผลร่วมกัน ระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ และจัดให้มีเวทีเสริมสร้างกำลังใจ ความคาดหวังระหว่างผู้สูงอายุโรคเบาหวานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการคืนข้อมูลผลลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกัน ผู้ดูแลผู้สูงอายุจะต้องได้รับการสนับสนุนให้มีความรู้ ทัศนคติต่อโรคเบาหวาน การดูแลผู้สูงอายุ และทักษะในการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยการจัดให้มีการสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริง จากการค้นหาบุคคลต้นแบบที่ดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานได้อย่างดี การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้ดูแลผู้สูงอายุในครอบครัว และการอบรมให้ความรู้ การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ

คำสำคัญ: รูปแบบการดูแล ผู้สูงอายุโรคเบาหวาน เทคนิคเดลฟาย

Abstract

The purpose is to study the model of caring for elderly diabetes, by using the Delphi technique and study the possibility of implementing a model. In Phichit province a group of experts consisting of 7 peoples, 3 public health administrators, 2 academics and the public sector, and 2 expert practitioners. The questionnaire gather answers from experts in 3 rounds to analyze and create a level 5 rating scale to assess the possibility of implementing the elderly care model. By asking 42 workers using median the quartile range, the mean, and the standard deviation, the research found that in order to make good diabetes care behaviors must encourage the elderly to have a good attitude towards self-care by 1) organizing a group learning exchange on best practice. Awarded to the elderly who have good control of sugar levels. 3) Empowerment for the elderly caregivers, experts, commented that elderly caregivers must support awareness of their performance. By establishing goals, strategies and evaluation together between the elderly, diabetes and those involved including returning health outcomes. Elderly caregivers must be encouraged to have knowledge, attitude to diabetes Elderly care and skills in caring for the elderly, diabetes by providing inspiration from practical experience. And learning among the elderly caregivers in the family. And training for providing knowledge, skills training, practice techniques.

Keywords: Care model, Elderly people diabetes, Delphi Technique

บทนำ

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างประชากรกำลังเป็นที่ได้รับความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมที่เข้าสู่ "สังคมผู้สูงอายุ" (Aging Society) ซึ่งจากรายงาน Global Age Watch Index 2015 ประชากรโลกมี 7,349 ล้านคน ในจำนวนนี้เป็นประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปประมาณ 901 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของประชากรทั้งหมด นับได้ว่าประชากรรวมทั้งโลกได้เข้าเกณฑ์ที่เรียกได้ว่าเป็น "สังคมสูงวัย" แล้ว โดยทวีปยุโรปมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงที่สุด ในขณะที่ทวีปแอฟริกามีสัดส่วนประชากรสูงอายุต่ำสุด ในทวีปเอเชียซึ่งมีประชากรหนึ่งในสามของประชากรโลกมีประชากรสูงอายุประมาณ 508 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 56 ของประชากรสูงอายุทั้งโลก และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2030 ประชากรผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.4 พันล้านคน หรือร้อยละ 16.5 และภายในปี ค.ศ.2050 จะเพิ่มขึ้นเป็น 2.1 พันล้านคน หรือร้อยละ 21.5 ของประชากรโลก (Help Age International, 2015) ประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วเช่นกัน ในปีพ.ศ.2558 ประชากรไทยมีจำนวน 65.1 ล้านคน ในจำนวนนี้เป็นประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 11 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 16 ของประชากรทั้งหมด จะกลายเป็นสังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ คือมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สูงถึงร้อยละ 20 ในปีพ.ศ.2564 และจะเป็นสังคมสูงวัยระดับสุดยอดเมื่อมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สูงถึงร้อยละ 28 ในปีพ.ศ.2574 (ปราโมทย์, 2558) ประเด็นสำคัญคือ ขณะนี้ประชากรไทยกำลังสูงวัยขึ้นอย่างเร็วมาก

การมีอายุที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม ไม่ว่าการมีโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว ซึ่งเกิดจากพฤติกรรมต่างๆ อาทิเช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ หรือโรคหลอดเลือดในสมองตีบ เป็นต้น (WHO, 2016) และพบว่า ในผู้สูงอายุร้อยละ 75 ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง โดยเป็นโรคเบาหวานอย่างเดียว ร้อยละ 25 ป่วยเป็นโรค เบาหวานร่วมกับโรคอื่น ๆ ร้อยละ 25 และโรคเรื้อรังอื่น ๆ ร้อยละ 23 (Margaret and Westaway, 2009) องค์การอนามัยโลก ได้ระบุว่า ในปี ค.ศ.2014 มีประชากรที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานทั่วโลกประมาณ 422 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 8.5 ของประชากรทั้งหมด โดยเพิ่มขึ้นจากปีค.ศ.1980 ที่มีผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวานเพียง 108 ล้านคน ร้อยละ 4.7 ของประชากรทั้งหมด โดยในปี ค.ศ.2012 มีผู้เสียชีวิต 1.5 ล้านรายทั่วโลกที่เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยตรง ซึ่งจะเห็นได้ว่ากว่าสามสิบปีที่ผ่านมาความชุกของโรคเบาหวานได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเกือบเท่าตัว โดยเฉพาะในประเทศที่มีรายได้น้อยและปานกลางมากกว่าประเทศที่มีรายได้สูง รวมทั้งผู้เสียชีวิตจำนวนมากที่เกิดจากระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกิดขึ้นในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและประเทศที่มีรายได้ต่ำ โดยจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ใหญ่ที่สุดอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิกตะวันตก ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเบาหวานประมาณครึ่งหนึ่งของโลก (World Health Organization, 2016) สำหรับสถานการณ์โรคเบาหวานในประเทศไทย พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 4 พ.ศ.2551-2552 และครั้งที่ 5 พ.ศ.2556-2557 มีความชุกของโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.9 เป็นร้อยละ 8.8 และพบว่า ร้อยละ 43.2 ของผู้ที่เป็นโรคเบาหวานไม่ทราบว่าตนเองเป็นโรคเบาหวานมาก่อน ส่วนผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและได้รับการรักษาและควบคุมระดับน้ำตาลได้ดีมีเพียงร้อยละ 23.7 เท่านั้น (สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, 2560)

ในประเทศไทยมีการพัฒนารูปแบบการดูแลโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้สูงอายุ ที่มีความหลากหลายแตกต่างกัน จำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1) รูปแบบที่เป็นโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพโดยเน้นการส่งเสริมดูแลสุขภาพตนเอง การกำกับตนเอง การส่งเสริมสมรรถนะ การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการจัดการตนเอง 2) รูปแบบที่เป็นการดูแลหรือวิธีการเฉพาะประเด็นที่ต้องการเน้นหรือเป็นปัญหา ได้แก่ การให้ความรู้ การให้คำปรึกษา การออกกำลังกาย การปฏิบัติสมาธิเคลื่อนไหว และการป้องกันภาวะแทรกซ้อน (กาญจนา, วัลลภ และเกษม, 2558) โดยส่วนใหญ่ประเมินผลจากการวัดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยวิธีการ fasting blood sugar (FBS) และ HbA1C รวมทั้งประเมินการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ความสามารถ พฤติกรรมในการดูแลตนเอง พฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ การจัดการตนเอง และคุณภาพชีวิต ซึ่งพบว่า โปรแกรมที่เป็นรูปแบบการดูแลเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด (เยี่ยม, ทวีลักษณ์ และนาดา,

2555) ส่วนการประเมินพฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด พฤติกรรมในการดูแลตนเอง พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพและการจัดการตนเองและคุณภาพชีวิตในผู้สูงอายุ ส่วนใหญ่พบว่า ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมกิจกรรมมีพฤติกรรมดังกล่าวดีขึ้น (นภัทร์, ศิริรัตน์ และทัศนา, 2554; พัชรี, ลินจง และณัฐพงศ์, 2555; รัตนาภรณ์ และนัยนา, 2554; รุ่งรัตน์, สุวรรณา และรัชนี, 2552; วีณา, จันทิมา, อาภาพร และสุธรรม, 2554)

จากรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังเป็นการพัฒนารูปแบบที่แยกเป็นประเด็นและเป็นการพัฒนารูปแบบในระดับเดียว แต่จากการศึกษาของรุ่งโรจน์ (2562) ที่ศึกษาถึงปัจจัยเชิงสาเหตุพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้สูงอายุ พบว่า แรงสนับสนุนทางสังคม (β = 0.264) การรับรู้สมรรถนะแห่งตน (β = 0.201) และทัศนคติต่อการดูแลสุขภาพตนเอง (β = 0.372) ส่งผลโดยตรง อย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ 0.01 และสามารถทำนายพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้สูงอายุ ได้ร้อยละ 40.40 สำหรับตัวแปรในระดับตำบล พบว่า ความรู้โรคเบาหวาน (β = 0.071) ทัศนคติต่อการดูแลผู้สูงอายุ (β = 0.276) และพฤติกรรมการดูแล (β = 0.106) ของผู้ดูแลผู้สูงอายุ ส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้สูงอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และสามารถทำนายพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้สูงอายุ ได้ร้อยละ 26.30 (รุ่งโรจน์, 2562)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย เพื่อให้ได้รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่จะทำให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่าง ๆ และสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ โดยรูปแบบที่ได้สามารถนำไปประยุกต์และปรับใช้ได้จริงจากมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ เกี่ยวกับการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานทั้งในระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติการ และนักวิชาการ เนื่องจากปัญหาโรคเบาหวานยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย และในระดับโลก ที่จำเป็นจะต้องได้รับการดูแลและแก้ไขปัญหา เพื่อให้ผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive research) เพื่อศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานด้วยการใช้เทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย (Delphi Technique) ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาวิจัยในเชิงลึก เพื่อรวบรวมความคิดเห็นหรือการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ในอนาคต จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง และสรุปมติจากข้อค้นพบที่ได้ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มีความถูกต้อง และตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานไปปฏิบัติ จากผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญผู้ให้ข้อมูลหลัก

การเลือก และจำนวนผู้เชี่ยวชาญนั้นไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวขึ้นอยู่กับเรื่องและบริบทที่ต้องการศึกษาและวิจารณญาณของผู้ทำวิจัย ซึ่ง Macmillan (1971) ได้ศึกษาและสรุปว่าจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีความเหมาะสมนั้น ควรจะมีจำนวนอย่างน้อย 17 คน ขึ้นไป จะทำให้อัตราความคลาดเคลื่อนของข้อมูลลดลงอยู่ในระดับที่น้อยมากและมีค่าคงที่ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย จะใช้แนวคิดของ Linstone & Tuloff (1975) และชัชวาลย์ (2553) ที่กำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญจำนวนเพียง 7 คน ให้ข้อมูล ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรง ที่มุ่งค้นหาข้อเท็จจริง (facts-finding) ของสิ่งที่เป็นคำถามการวิจัย และจะเป็นผลดีในความง่ายต่อการควบคุม ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ประกอบด้วยผู้บริหารสาธารณสุข จำนวน 3 คน นักวิชาการและภาคประชาชน จำนวน 2 คน และผู้ปฏิบัติงานที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวน 2 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการมีส่วนร่วมในการดูแลผู้สูงอายุและโรคเบาหวาน ในเขตบริการสุขภาพที่ 3 หรือ

2. เป็นอาจารย์ประจำสถาบันการศึกษาที่มีประสบการณ์วิจัย ในเรื่องที่เกี่ยวกับรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน หรือ

3. ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ปฏิบัติงานจากหน่วยงาน หรือองค์กรต่าง ๆ ที่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

4. ยินดีเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. เจ็บป่วยกะทันหัน

2. ขอออกจากการวิจัย

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ประกอบด้วย พยาบาลที่ปฏิบัติงานในทีมสหวิชาชีพ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และอาสาสมัครสาธารณสุข จำนวนรวมทั้งสิ้น 42 คน

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. ปฏิบัติงานในตำแหน่ง หรือ ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องในทีมสหวิชาชีพ หรือปฏิบัติงานในฐานะอาสาสมัครสาธารณสุข มาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี

2. ยินดีที่จะเข้าร่วมในการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. เจ็บป่วยกะทันหัน

2. ขอออกจากการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมตลอดทุกขั้นตอนของการวิจัยนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 4 ชุด ดังนี้

เครื่องมือชุดที่ 1 เป็นแบบสอบถามปลายเปิด (Opened-end questionnaires) โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปประเด็นที่สำคัญ ให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม มาสร้างเป็นข้อคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ จำนวน 6 ข้อ เพื่อถามประเด็นหรือกรอบกว้าง ๆ ของปัญหา

เครื่องมือชุดที่ 2 แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ เพื่อถามความคิดเห็นจากกรอบที่พัฒนาจากคำตอบของแบบสอบถามในรอบที่ 1 โดยการรวบรวมความคิดเห็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเข้าด้วยกัน รวมทั้งตัดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันออก หลังจากนั้นจึงสร้างแบบสอบถามรอบที่ 2 ส่งกลับไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมอีกครั้ง เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญออกความคิดเห็นในลักษณะของการจัดระดับความสำคัญในคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งระบุเหตุผลที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ลงในช่องว่างท้ายข้อคำถาม และสามารถเขียนคำแนะนำเพิ่มเติมได้ ซึ่งระดับคะแนนในการตอบแบบสอบถามในรอบที่ 2 มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	ท่านเห็นว่า รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสม มากที่สุด
4	ท่านเห็นว่า รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสม มาก
3	ท่านเห็นว่า รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสม ปานกลาง
2	ท่านเห็นว่า รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสม น้อย
1	ท่านเห็นว่า รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

เครื่องมือชุดที่ 3 แบบสอบถามรอบที่ 3 มีลักษณะเช่นเดียวกับรอบที่ 2 เป็นการยืนยันคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในประเด็นคำถามเดิมจากแบบสอบถามรอบที่ 2 โดยมีข้อคำถามเดียวกันกับแบบสอบถามรอบที่ 2 แต่เพิ่มตำแหน่งของค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile range) และเขียนเครื่องหมายแสดง

ตำแหน่งที่ผู้เชี่ยวชาญได้ตอบในแบบสอบถามรอบที่ 2 ลงไป แล้วส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมอีกครั้ง เพื่อให้ยืนยันคำตอบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่

เครื่องมือชุดที่ 4 เป็นแบบประเมินความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานไปใช้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ที่ประกอบด้วย พยาบาลที่ปฏิบัติงานในทีมสหวิชาชีพ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และอาสาสมัครสาธารณสุข จำนวนทั้งสิ้น 30 คน เป็นผู้ประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ โดยลักษณะของแบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ มากที่สุด
4	มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ มาก
3	มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ ปานกลาง
2	มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ น้อย
1	มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ น้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

รอบที่ 1 การวิเคราะห์คำตอบจากแบบสอบถามปลายเปิดในรอบนี้ ผู้วิจัยจะรวบรวมความคิดเห็นและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยละเอียดแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นประเด็นต่าง ๆ

รอบที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถาม นำมาวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณหาค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ หรือค่า IR (Interquartile Range)

การแปลผล

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์สำหรับการแปลผลดังนี้

1. มัธยฐาน

ค่ามัธยฐาน	ความหมาย
4.50 - 5.00	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า ข้อความนั้นเหมาะสม มากที่สุด ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
3.50 - 4.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า ข้อความนั้นเหมาะสม มาก ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
2.50 - 3.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า ข้อความนั้นเหมาะสม ปานกลาง ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
1.50 - 2.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า ข้อความนั้นเหมาะสม น้อย ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน
ต่ำกว่า 1.50	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า ข้อความนั้นเหมาะสม น้อยที่สุด ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

2. ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ คานวณหาค่าความแตกต่างกันระหว่างค่าควอไทลที่ 3 และค่าควอไทล์ที่ 1 ซึ่งผลของค่าพิสัยระหว่างควอไทล์มีค่าไม่เกิน 1.50 แสดงให้เห็นว่าแนวคิดเห็นของทรงคุณวุฒิมีความสอดคล้องกัน (Consensus)

3. การประเมินความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานไปใช้ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและให้ความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 - 5.00	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ มากที่สุด
3.50 - 4.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ มาก
2.50 - 3.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ ปานกลาง
1.50 - 2.49	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ น้อย
ต่ำกว่า 1.50	ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ น้อยที่สุด

ผลการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการพัฒนารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน กรณีศึกษาของจังหวัดพิจิตร จากแนวคิดตามหลักวิชาการของผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น ยังไม่มีการ implement ในพื้นที่จริง ซึ่งบริบทของพื้นที่จังหวัดพิจิตร พบว่า มีผู้สูงอายุที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 16,817 คน คิดเป็นร้อยละ 16.63 ของผู้สูงอายุทั้งหมด ถึงแม้ว่าที่ผ่านมา จังหวัดพิจิตรจะมีการดำเนินกิจกรรมที่จะควบคุมโรคเบาหวานในหลากหลายรูปแบบ มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา และเป็นการศึกษาในบุคคลทั่วไปที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน มีการดำเนินกิจกรรมที่มีความหลากหลายและแตกต่างกันของวิธีการควบคุมโรค เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดผลลัพธ์ยังไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และเป็นการพัฒนาที่ตัวผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ยังไม่มีการให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่อยู่ในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมกำหนดบทบาทการดูแลผู้สูงอายุ จึงทำให้ไม่สามารถสรุปผลออกมาได้อย่างชัดเจนว่ารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานนั้น รูปแบบที่พัฒนาขึ้นจากกรอบแนวคิดทฤษฎี รูปแบบการดูแล วิธีการ หรือกิจกรรมใดที่ให้ประสิทธิผลของผลลัพธ์ได้ดีที่สุด จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาซ้ำในรูปแบบของการศึกษาแนวคิดคิดตามหลักวิชาการของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้รูปแบบที่เกิดความเหมาะสมและส่งผลทำให้เกิดความชัดเจนของประสิทธิผลของผลลัพธ์ที่เพิ่มมากขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิ จะมีประสบการณ์ และเข้าใจในพื้นที่จังหวัดพิจิตรเป็นอย่างดี

ผลการศึกษา สามารถจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความคิดเห็น

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ตามผลสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปปฏิบัติใช้จริงในชุมชน โดยมีรายละเอียดผลการศึกษา วิเคราะห์ ในแต่ละส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความคิดเห็น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 3 กลุ่มย่อยเพื่อให้เห็นถึงแนวคิดและประสบการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างครอบคลุม สามารถแบ่งได้ดังนี้

1 ผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มผู้กำหนดนโยบายระดับเขต และจังหวัด จำนวน 3 คน

2 ผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 2 คน

3 ผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มนักวิชาการและภาคประชาชน จำนวน 3 คน

ตารางที่ 1 แสดงจำนวน ร้อยละ ของผู้เชี่ยวชาญจำแนกตามระดับการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวกับผู้สูงอายุ

	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
1 ปริญญาตรี	2	25.00
2 ปริญญาโท	4	50.00
3 ปริญญาเอก	2	25.00
ประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวกับผู้สูงอายุ		
1 ประสบการณ์ 1-10 ปี	1	12.50
2 ประสบการณ์ 11-20 ปี	3	37.50
3 ประสบการณ์ 21-30 ปี	2	25.00
4 ประสบการณ์ มากกว่า 30 ปีขึ้นไป	2	25.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาโท ร้อยละ 50.00 รองลงมาคือระดับปริญญาตรี และปริญญาเอก ร้อยละ 25.00 ส่วนประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานผู้สูงอายุ ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีประสยการณ์ 11-20 ปี ร้อยละ 37.50 รองลงมาคือ 21-30 ปี และ มากกว่า 30 ปีขึ้นไป ร้อยละ 25.00 น้อยที่สุดมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ น้อยกว่า 10 ปี ร้อยละ 12.50

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ในรอบที่ 1 เป็นแบบสอบถามกึ่งโครงสร้างชนิดปลายเปิด โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม มาสร้างเป็นข้อคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ จำนวน 6 ข้อ และผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้

ในรอบที่ 2 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ที่แสดงถึงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน นำมาคำนวณหาค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile range) ของคำถามแต่ละข้อ แล้วจึงสร้างเป็นแบบสอบถามรอบที่ 3 ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ

ในรอบที่ 3 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ที่แสดงถึงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน นำมาคำนวณหาค่ามัธยฐาน (Median) ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม (Mode) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile range) ผลการวิจัย พบว่า

ตารางที่ 2 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ และระดับความเหมาะสมของพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md - Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ถูกต้องเหมาะสมกับวัย และสภาพของโรค	5.00	5.00	0.00	0.50 *	มากที่สุด
2. พฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และเหมาะสมกับวัย	4.00	4.00	0.00	0.50 *	มาก
3. พฤติกรรมการรับประทานยา และฉีดอินซูลินตามที่แพทย์แนะนำ	5.00	5.00	0.00	1.00 *	มากที่สุด
4. การตรวจน้ำตาลด้วยตนเองได้	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก
5. ประเมินสภาวะโรคด้วยตนเองได้	4.00	4.00	0.00	0.50 *	มาก
6. พฤติกรรมการควบคุมอารมณ์ และความเครียด ปล่อยวาง ยอมรับการเปลี่ยนแปลง	4.00	5.00	-1.00	2.50	มาก
7. ไปตรวจสุขภาพตามแพทย์นัด	4.00	5.00	-1.00	1.50 *	มาก

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน มีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมด 6 ข้อ โดยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันถึงระดับความเหมาะสมของพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีของผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ระดับมากที่สุด คือ พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ถูกต้อง เหมาะสมกับวัย และสภาพของโรค และพฤติกรรมการรับประทานยา และฉีดอินซูลินตามที่แพทย์แนะนำ

ตารางที่ 3 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ และระดับความเหมาะสมของผู้ดูแลผู้สูงอายุ

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md - Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. บุคคลในครอบครัว เพราะมีความใกล้ชิดเพื่อดูแลการรับประทานอาหาร และยา	5.00	5.00	0.00	0.00 *	มากที่สุด
2. เจ้าหน้าที่สาธารณสุข เมื่อผู้สูงอายุไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก
3. สหวิชาชีพ หรือ ทีมหมอครอบครัว เมื่อผู้สูงอายุมีภาวะแทรกซ้อน	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก
4. อสม. หรือ ชมรมผู้สูงอายุ	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md – Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
5. องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	3.00	2.00	1.00	2.00	ปานกลาง
6. ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ผ่านการอบรม (Care giver)ตามหลักสูตรของกระทรวงสาธารณสุข	4.00	3.00	1.00	1.50 *	มาก

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 3 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านของผู้ดูแลผู้สูงอายุ มีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมด 5 ข้อ โดยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันถึงระดับความเหมาะสมของผู้ดูแลผู้สูงอายุ ระดับมากที่สุด คือ บุคคลในครอบครัว เพราะมีความใกล้ชิด เพื่อดูแลการรับประทานอาหาร และยา

ตารางที่ 4 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ และระดับความเหมาะสมต่อการพัฒนาผู้ดูแลผู้สูงอายุให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะการดูแลผู้สูงอายุ

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md – Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. การอบรมให้ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับโรคเบาหวาน	4.00	4.00	0.00	1.50 *	มาก
2. การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ การประกอบอาหาร การออกกำลังกาย	5.00	5.00	0.00	1.00 *	มากที่สุด
3. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้แลผู้สูงอายุ	5.00	5.00	0.00	1.00 *	มากที่สุด
4. ค้นหาบุคคลต้นแบบที่ดูแลผู้สูงอายุได้อย่างดี จนระดับน้ำตาลในเลือดของผู้สูงอายุอยู่ในระดับ ปกติ	4.00	5.00	-1.00	1.50 *	มาก
5. การสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริงของผู้ดูแลผู้สูงอายุ	5.00	5.00	0.00	0.50 *	มากที่สุด

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 4 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านของการพัฒนาผู้ดูแลผู้สูงอายุให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะการดูแลผู้สูงอายุ ซึ่งมีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมด 5 ข้อ โดยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันใน ระดับมากที่สุด คือ การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ การประกอบอาหาร การออกกำลังกาย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้แลผู้สูงอายุ และการสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริงของผู้ดูแลผู้สูงอายุ

ตารางที่ 5 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ และระดับความเหมาะสมต่อการสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md – Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. จัดกิจกรรมชมรมผู้ป่วยเบาหวานทั้งที่คุมระดับน้ำตาลได้และคุมไม่ได้เพื่อนช่วยเพื่อน	5.00	5.00	0.00	2.00	มากที่สุด
2. จัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุต้นแบบและผู้สูงอายุต้นแบบ	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก
3. เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุสำนึกในคุณค่าของตนเอง	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก
4. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่ม ด้านBest practice	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 5 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านของการสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมด 3 ข้อ โดยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันใน ระดับมาก คือ การจัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุต้นแบบ และผู้สูงอายุต้นแบบ , การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่ม ด้าน Best practice

ตารางที่ 6 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ และระดับความเหมาะสมต่อการสร้างการรับรู้สมรรถนะและความความสามารถของผู้สูงอายุ

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md - Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง	5.00	5.00	0.00	1.50 *	มากที่สุด
2. การกำหนดเป้าหมายกลวิธี และการประเมินผลร่วมกันระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ	5.00	5.00	0.00	1.00 *	มากที่สุด
3. จัดเวทีเสริมสร้างกำลังใจ และความคาดหวัง การเรียนรู้ร่วมกันระหว่าง ผู้ดูแลผู้สูงอายุ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ชมรมผู้สูงอายุ และผู้ที่เกี่ยวข้อง	4.00	4.00	0.00	1.00 *	มาก

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 6 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านของการการสร้างการรับรู้สมรรถนะและความความสามารถของผู้สูงอายุนั้น ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมด โดยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันใน ระดับมากที่สุด คือ การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง และการกำหนดเป้าหมายกลวิธี การประเมินผลร่วมกันระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ

ตารางที่ 7 ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม ผลต่างระหว่างมัธยฐานและฐานนิยม ค่าพิสัยระหว่าง ควอไทล์ และระดับความเหมาะสมต่อการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดี

	Median (Md)	Mode (Mo)	Md - Mo	Interquartile range (IR)	ระดับความเหมาะสม
1. คืนข้อมูลผลลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกันในทุกภาคส่วน	5.00	5.00	0.00	0.00 *	มากที่สุด
2. ผู้สูงอายุ และผู้ดูแล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีความรอบรู้ทางด้านสุขภาพ(Health Literacy) สามารถจัดการตนเองได้ (Self-Management) โดยใช้กระบวนการเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) ดูแลแบบองค์รวม (Holistic)	5.00	5.00	0.00	1.00 *	มากที่สุด
3. ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว ควรศึกษาและปรับใช้หลาย ๆ แนวทางให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่	5.00	5.00	0.00	0.50 *	มากที่สุด

* ความสอดคล้องกันของความคิดเห็น

จากตารางที่ 7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีนั้น ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันทั้งหมดในระดับมากที่สุด คือ การคืนข้อมูลผลลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกันในทุกภาคส่วน, ผู้สูงอายุ และผู้ดูแล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องมีความรอบรู้ทางด้านสุขภาพ (Health Literacy) สามารถจัดการตนเองได้ (Self-Management) โดยใช้กระบวนการเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) ดูแลแบบองค์รวม (Holistic) และไม่มีรูปแบบที่ตายตัว ควรศึกษาและปรับใช้หลาย ๆแนวทางให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ตามผลสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปปฏิบัติใช้จริงในชุมชน

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในระยะที่ผ่านมานำมาสร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ บน Google Form ซึ่งมีข้อคำถาม 6 ด้าน 25 ข้อ แบบสอบถามเป็นแบบ rating scale 5 ระดับ โดยให้ทีมสหวิชาชีพ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในสำนักงานสาธารณสุขอำเภอ จำนวน 42 คน ในจังหวัดพิจิตร เป็นผู้ตอบแบบสอบถามถึงความเป็นไปได้ของรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุไปใช้จริง โดยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า มีอายุระหว่าง 40-49 ปี มากที่สุด ร้อยละ 50.00 รองลงมามีอายุอยู่ระหว่าง 30-39 ปี ร้อยละ 21.43 ส่วนใหญ่เป็นนักวิชาการสาธารณสุข ร้อยละ 38.10 รองลงมาคือ พยาบาลวิชาชีพ ร้อยละ 28.57 น้อยที่สุดเป็นแพทย์ เภสัชกร และเจ้าพนักงานทันตสาธารณสุข/ทันตาภิบาล ร้อยละ 2.38 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ปฏิบัติงานประจำที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร้อยละ 80.95 โรงพยาบาล ร้อยละ 14.29 และสำนักงานสาธารณสุขอำเภอ ร้อยละ 4.76 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงานอยู่ระหว่าง 21-25 ปี ร้อยละ 38.10 รองลงมาผู้ตอบแบบ สอบถามมีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 25 ปี ร้อยละ 19.05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ มีดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเป็นไปได้ของรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานฯ	$\bar{x}$	SD	ระดับความเป็นไปได้
1. พฤติกรรมที่ผู้สูงอายุต้องปฏิบัติเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด			
1.1 พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ถูกต้อง เหมาะสมกับวัย และสภาพของโรค	3.52	1.09	มาก
1.2 พฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และเหมาะสมกับวัย	3.05	1.25	มาก
1.3 พฤติกรรมการรับประทานยา และฉีดอินซูลินตามที่แพทย์แนะนำ	3.95	0.85	มาก
1.4 การตรวจน้ำตาลด้วยตนเองได้	2.69	1.16	ปานกลาง
1.5 ประเมินสภาวะโรคด้วยตนเองได้	2.90	1.08	ปานกลาง
1.6 ไปตรวจสุขภาพตามแพทย์นัด	4.12	0.71	มาก
2. ความเหมาะสมของผู้ดูแลผู้สูงอายุ			
2.1 บุคคลในครอบครัว เพราะมีความใกล้ชิด เพื่อดูแลการรับประทานอาหาร และยา	4.64	0.66	มากที่สุด
2.2 เจ้าหน้าที่สาธารณสุข เมื่อผู้สูงอายุไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้	3.50	0.83	มาก
2.3 สหวิชาชีพ หรือ ทีมหมอครอบครัว เมื่อผู้สูงอายุมีภาวะแทรกซ้อน	3.69	0.90	มาก
2.4 อสม. หรือ ชมรมผู้สูงอายุ	3.57	0.80	มาก
2.5 ผู้ดูแลผู้สูงอายุที่ผ่านการอบรม (Care giver) ตามหลักสูตรของสาธารณสุข	3.81	0.86	มาก
3. การพัฒนาผู้ดูแลผู้สูงอายุให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะการดูแลผู้สูงอายุ			
3.1 การอบรมให้ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับโรคเบาหวาน	3.64	0.91	มาก
3.2 การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ การประกอบอาหาร การออกกำลังกาย	3.69	0.90	มาก
3.3 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้แลผู้สูงอายุ	3.86	0.87	มาก
3.4 ค้นหาบุคคลต้นแบบที่ดูแลผู้สูงอายุได้อย่างดี จนระดับน้ำตาลในเลือดของผู้สูงอายุอยู่ในระดับปกติ	3.93	0.78	มาก
3.5 การสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริงของผู้ดูแลผู้สูงอายุ	4.02	0.64	มาก
4. การสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ			
4.1 จัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุต้นแบบและผู้สูงอายุต้นแบบ	4.07	0.78	มาก
4.2 เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง	4.14	0.68	มาก
4.3 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่ม ด้าน Best practice	3.93	0.84	มาก
5. การสร้างการรับรู้สมรรถนะและความความสามารถของผู้สูงอายุ			
5.1 เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุสำนึกในคุณค่าของตนเอง	4.07	0.84	มาก
5.2 การกำหนดเป้าหมายกลวิธี และการประเมินผลร่วมกันระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ	3.90	0.88	มาก
5.3 จัดเวทีเสริมสร้างกำลังใจ และความคาดหวัง การเรียนรู้ร่วมกันระหว่าง ผู้ดูแล	3.88	0.89	มาก

รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานฯ	$\bar{x}$	SD	ระดับความเป็นไปได้
ผู้สูงอายุ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ชมรมผู้สูงอายุ และผู้ที่เกี่ยวข้อง			
6. การส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดี			
6.1 คืนข้อมูลผลลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกันในทุกภาคส่วน	3.90	0.82	มาก
6.2 ผู้สูงอายุ และผู้ดูแล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องมีความรอบรู้ทางด้านสุขภาพ (Health Literacy) สามารถจัดการตนเองได้ (Self-Management) โดยใช้กระบวนการเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) ดูแลแบบองค์รวม (Holistic)	3.86	0.75	มาก
6.3 ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว ควรศึกษาและปรับใช้หลาย ๆแนวทางให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่	4.36	0.69	มาก

จากตารางที่ 8 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นว่า ความเป็นไปได้ของพฤติกรรมที่ผู้สูงอายุต้องปฏิบัติเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ในระดับมาก คือ ไปตรวจสุขภาพตามแพทย์นัด , พฤติกรรมการรับประทานยา และฉีดอินซูลินตามที่แพทย์แนะนำ , พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ถูกต้อง เหมาะสมกับวัย และสภาพของโรค และพฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และเหมาะสมกับวัย โดยบุคคลในครอบครัว มีความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด ที่จะเป็นผู้ดูแลผู้สูงอายุ

ส่วนในการพัฒนาผู้ดูแลผู้สูงอายุให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะการดูแลผู้สูงอายุนั้น การสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริงของผู้ดูแลผู้สูงอายุ, ค้นหาบุคคลต้นแบบที่ดูแลผู้สูงอายุได้อย่างดี, การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้แลผู้สูงอายุ, การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ การประกอบอาหาร การออกกำลังกาย และการอบรมให้ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับโรคเบาหวาน มีความเหมาะสมและเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

การสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความ เห็นว่า การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง, การจัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุต้นแบบและผู้สูงอายุต้นแบบ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่ม ด้าน Best practice มีความเหมาะสมและเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

ด้านการสร้างการรับรู้สมรรถนะและความความสามารถของผู้สูงอายุ พบว่า เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุ สำนึกในคุณค่าของตนเอง , การกำหนดเป้าหมายกลวิธี และการประเมินผลร่วมกันระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ และจัดเวทีเสริมสร้างกำลังใจ และความคาดหวัง การเรียนรู้ร่วมกันระหว่าง ผู้ดูแลผู้สูงอายุ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ชมรมผู้สูงอายุ และผู้ที่เกี่ยวข้อง มีความเหมาะสมและเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

และการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเอง ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า การส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีนั้นไม่มีรูปแบบที่ตายตัว ควรศึกษาและปรับใช้หลาย ๆ แนวทางให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่, การคืนข้อมูลผล ลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกันในทุกภาคส่วน และผู้สูงอายุ ผู้ดูแล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องมีความรอบรู้ทางด้านสุขภาพ (Health Literacy) สามารถจัดการตนเองได้ (Self-Management) โดยใช้กระบวนการเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) ดูแลแบบองค์รวม (Holistic) มีความเป็นไปได้ระดับมากที่จะทำให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดี

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันในรูปแบบการพัฒนาผู้ดูแลผู้สูงอายุ คือ การอบรมให้ความรู้ การฝึกทักษะเทคนิคการปฏิบัติ การแลกเปลี่ยนเรียน รู้ระหว่างผู้ดูแลผู้สูงอายุ การสร้างแรงบันดาลใจ ดังนั้น โรงพยาบาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ควรจัดอบรมให้ความรู้และฝึกทักษะในการดูแลแก่ผู้ดูแลผู้สูงอายุ โดยแสวงหารูปแบบและแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทในแต่ละพื้นที่

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่า พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดนั้น ควรจะต้องมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ถูกต้องเหมาะสมกับวัย สภาพของโรค และพฤติกรรมการรับประทานยาและการฉีดอินซูลินตามที่แพทย์แนะนำ สอดคล้องกับการศึกษาของกัณฑิมา (2557) ได้ศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด พบว่า พฤติกรรมการรับประทานอาหาร พฤติกรรมการใช้ยา มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดอย่างมีนัยสำคัญ แต่กรอบแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2560) ได้สรุปทักษะเพื่อการดูแลโรคเบาหวานด้วยตนเอง ที่จำเป็นจะต้องให้ความสำคัญเพิ่มเติม คือ การตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเองและการแปลผลนั้น ผู้เชี่ยวชาญยังมีความเห็นไม่สอดคล้องกัน อาจเนื่องมาจากเครื่องตรวจวัดมีราคาสูง และผู้สูงอายุที่อยู่ลำพังอาจจะม่สามารถที่จะใช้ตรวจด้วยตนเองได้

ในส่วนของผู้ดูแลผู้สูงอายุ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันที่จะให้บุคคลในครอบครัวเป็นผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน เนื่องจากมีความใกล้ชิด สามารถดูแลในเรื่องของการรับประทานอาหารและการรับประทานยาได้ แต่ต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะในการดูแลผู้สูงอายุ สอดคล้องกับการศึกษาของสุวิมลรัตน์ (2559) ที่พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ และปัจจัยความเชื่ออำนาจภายใน-ภายนอกนอกด้านสุขภาพของผู้ดูแลผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ ส่วนทัศนคติไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุของผู้ดูแลผู้สูงอายุ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสนับสนุนและให้ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานในผู้ดูแลผู้สูงอายุเป็นลำดับแรก

การสร้างทัศนคติ การรับรู้สมรรถนะและความความสามารถของผู้สูงอายุที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุ จากผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 3 รูปแบบ และผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่มีความเห็นว่ามีความเป็นไปได้ในระดับมาก คือ 1) การจัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้ดูแลผู้สูงอายุต้นแบบและผู้สูงอายุต้นแบบ 2) เสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุสำนึกในคุณค่าของตนเอง 3) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่ม ด้าน Best practice การสร้างพลังอำนาจ เป็นกระบวนการที่จะทำให้คนเกิดความตระหนักรู้ (critical awareness) ถึงปัญหาและสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ตระหนักถึงศักยภาพและข้อจำกัดของตนเองในการเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขปัญหานั้น ๆ กระบวนการนี้เกิดจากการได้มีโอกาสวิเคราะห์สถานการณ์ การได้ปฏิบัติและร่วมมือกันแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ปรางค์ทิพย์, วัฒนา และฉวีวรรณ (2557); จุฑารัตน์, ยุวดี และไพบูลย์ (2559) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการเสริมสร้างพลังอำนาจของผู้ป่วยสูงอายุโรคเบาหวาน โดยใช้โปรแกรมการเสริมสร้างพลังอำนาจที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Gibson ซึ่งเป็นแนวคิดแบบพลวัต มีการให้ การรับ การแลกเปลี่ยน การมีปฏิสัมพันธ์กัน วางเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ เกิดความตระหนัก เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้บุคคล การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการพัฒนาคนและกลุ่มบุคคล โดยใช้กระบวนการที่เน้นให้กลุ่มเป้าหมายมีส่วนร่วมในการดำเนินการ ใช้วิธีการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ประกอบด้วย การค้นพบสภาพการณ์จริง การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสมและลงมือปฏิบัติ การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของการส่งเสริมสุขภาพ องค์การอนามัยโลก (WHO, 2016)

การที่จะทำให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานมีพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพของตนเองที่ถูกต้อง จะต้องได้รับการพัฒนาทั้งในส่วนตัวของผู้สูงอายุ และผู้ดูแลผู้สูงอายุ ด้วยการพัฒนาในหลาย ๆ ด้าน ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งผู้สูงอายุ ผู้ดูแล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องมีความรอบรู้ทางด้านสุขภาพ (Health Literacy) สามารถจัดการตนเองได้ (Self-Management) โดยใช้กระบวนการเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) ดูแลแบบองค์รวม (Holistic) มีความยืดหยุ่น สามารถที่จะปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ จะทำให้ผู้สูงอายุเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองที่ดีได้

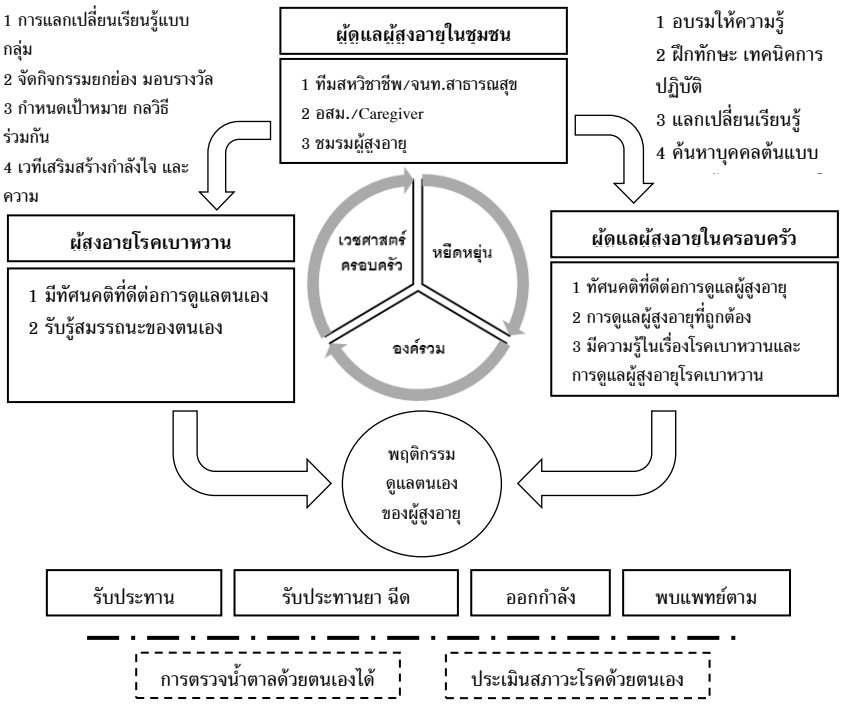
การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงแนวคิด และข้อคิดเห็นตามหลักวิชาการของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ ต่อรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานบริบทพื้นที่จังหวัดพิจิตร ซึ่งยังไม่เคยมีการนำไปทดลองใช้ในพื้นที่จริง จุดแข็ง

ของรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานดังกล่าว จะครอบคลุมทั้งในส่วนของผู้สูงอายุ ผู้ดูแลผู้สูงอายุในครอบครัว และในชุมชน ที่จะมาร่วมมือกันในการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน แต่ยังมีข้อคิดเห็นที่ไม่ตรงกันกับผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ เช่น การตรวจน้ำตาลด้วยตนเองของผู้สูงอายุ และการประเมินภาวะโรคด้วยตนเอง

สรุปผลการศึกษา

การที่จะทำให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานเกิดพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตยเองที่ดี จะต้องส่งเสริมให้ผู้สูงอายุเกิดทัศนคติที่ดีต่อการดูแลสุขภาพตนเอง โดยการ 1) จัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบกลุ่มด้าน Best practice ให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานได้เข้ามาเรียนรู้ร่วมกัน 2) การจัดกิจกรรมยกย่อง มอบรางวัลให้กับผู้สูงอายุที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี และสามารถที่จะเป็นต้นแบบให้กับผู้สูงอายุโรคเบาหวานคนอื่นได้ 3) การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) ให้กับผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุยังจะต้องสนับสนุนให้ผู้สูงอายุโรคเบาหวานเกิดการรับรู้ถึงสมรรถนะของตนเอง โดยการจัดให้มีการกำหนดเป้าหมาย กลวิธี และการประเมินผลร่วมกัน ระหว่างผู้ดูแลและผู้สูงอายุ และจัดให้มีเวทีเสริมสร้างกำลังใจ และความคาดหวังระหว่างผู้สูงอายุโรคเบาหวานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการคืนข้อมูลผลลัพธ์ด้านสุขภาพให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนแก้ไขปัญหาร่วมกัน ผู้ดูแลผู้สูงอายุจะต้องได้รับการสนับสนุนให้มีความรู้ ทัศนคติต่อโรคเบาหวาน การดูแลผู้สูงอายุ และทักษะในการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน โดยการจัดให้มีการสร้างแรงบันดาลใจจากประสบการณ์ที่ปฏิบัติได้จริง จากการค้นหาบุคคลต้นแบบที่ดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานได้อย่างดี จนระดับน้ำตาลในเลือดของผู้สูงอายุอยู่ในระดับปกติ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้ดูแลผู้สูงอายุในครอบครัว และการอบรมให้ความรู้ การฝึกทักษะ เทคนิคการปฏิบัติ

การดำเนินกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้น จะส่งผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่ประกอบไปด้วย พฤติกรรมการรับประทานอาหาร พฤติกรรมการรับประทานยา พฤติกรรมการออกกำลังกาย และพฤติกรรมการไปพบแพทย์ตามนัด รูปแบบในการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานนี้ ควรจะต้องใช้กระบวนการทางเวชศาสตร์ครอบครัว (Family Medicine) และการดูแลแบบองค์รวม (Holistic) แต่ทั้งนี้ ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว สามารถยืดหยุ่นและปรับใช้หลาย ๆแนวทางให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ได้ดังนี้



รูปที่ 1 รูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน

ผลการศึกษาที่ได้เกิดจากเพียงมุมมองของนักวิชาการ 7 คน และเจ้าหน้าที่ เพียง 42 คนเท่านั้น ดังนั้นรูปแบบที่ได้จึงเหมาะสมกับพื้นที่เฉพาะเท่านั้น จึงไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับในทุกพื้นที่ หน่วยงาน องค์กร หรือผู้ที่สนใจ จะนำรูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวานนี้ไปใช้ ควรมีการวิเคราะห์และปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โรงพยาบาลชุมชน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างสูง ที่ทุกท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการตอบคำถาม และให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่อรูปแบบในการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธนัช กนกเทศ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ข้อเสนอแนะจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา พิบูลย์, วัลลภ ใจดี และเกษม ใช้คล่องกิจ. (2558). การศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับรูปแบบการดูแลโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้สูงอายุ. *วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 23(2), 1-19.

กัณฑิมา อยู่รวม. (2557). *ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดของข้าราชการตำรวจที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้.* วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพยาบาลศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฑารัตน์ รังษา, ยุวดี รอดจากภัย และไพบูลย์ พงษ์แสงพันธ์. (2559). ผลของโปรแกรมการเสริมสร้างพลังอำนาจของผู้ดูแลและผู้ป่วยสูงอายุโรคเบาหวาน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 31(6), 377-383.

ชัชวาลย์ ทัตศิวัช. (2553). การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย. *วารสารรัฐประศาสนศาสตร์.* 8(1), 185-223.

นภัทร์ ยาอินตา, ศิริรัตน์ ปานอุทัย และทัศนา ชูวรรธนะปกรณ์. (2554). ผลของโปรแกรมการส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนและการสนับสนุนทางสังคมในการออกกำลังกายต่อระดับไกลโคไซเลทฮีโมโกลบินในผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2. *วารสารพยาบาลสาร*, 38(1), 96-110.

ปราโมทย์ ประสาทกุล. (บก.). (2558). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ.2558* (พิมพ์ครั้งที่ 1). นครปฐม. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปรางค์ทิพย์ อุจะรัตน, วัฒนา พันธุ์ศักดิ์ และฉวีวรรณ โพธิ์ศรี. (2557). ผลของโปรแกรมการเสริมสร้างพลังอำนาจต่อการพัฒนาศักยภาพการดูแลตนเองของผู้สูงอายุในชุมชน. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 15(2), 216-224.

พัชรี อ่างบุญตา, ลินจง โปธิบาล และณัฐพงศ์ โฆษชุณหนันท์. (2555). ผลของโปรแกรมสนับสนุนการจัดการตนเองต่อพฤติกรรมการจัดการตนเองและระดับฮีโมโกลบินเอวันซีของผู้สูงอายุที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2. *วารสารพยาบาลสาร*, 39(3), 93-104.

เยี่ยม คงเรืองราช, ทวีลักษณ์ วรรณฤทธิ์ และนาดา ลัคนหทัย. (2555). ผลของการออกกำลังกายแบบฟ้อนหมอลำกลอนต่อระดับฮีโมโกลบินเอวันซีในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. *วารสารพยาบาลสาร*, 39(3), 105-116.

รัตนาภรณ์ ฮิมหมั่นงาม และนัยนา อาถาสุวรรณกุล. (2554). ประสิทธิผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีความสามารถตนเองในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารในผู้ป่วยเบาหวาน ศูนย์สุขภาพชุมชนจอหอ จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารควบคุมโรค*, 37(3), 170-178.

รุ่งรัตน์ งามจิรัฐติกาล, สุวรรณา จันทร์ประเสริฐ และรัชนี สรรเสริญ. (2552). ผลลัพธ์ของการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในชุมชนโดยกระบวนการกลุ่มช่วยเหลือตนเอง การสนับสนุนครอบครัวและการมีส่วนร่วมของชุมชนในเขตตำบลตาคลี อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์. *วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 17(2), 48-59.

รุ่งโรจน์ เจศรีชัย. (2562). *การพัฒนารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ดูแลผู้สูงอายุในชุมชน : กรณีศึกษาจังหวัดพิจิตร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วีณา เที่ยงธรรม, จันทิมา เนียมโภคะ, อาภาพร เผ่าวัฒนา และสุธรรม นันทมงคลชัย. (2554). โปรแกรมการสร้างเสริมสุขภาพสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด. *วารสารสาธารณสุขศาสตร์*, 41(2), 149-161.

สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2560). *แนวทางเวชปฏิบัติ สำหรับโรคเบาหวาน* . (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : บริษัท ร่มเย็น มีเดีย จำกัด.

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2560). *คู่มือบริหารกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติเล่มที่ 4 การบริหารงบบริการควบคุม ป้องกันและรักษาโรคเรื้อรัง*. กรุงเทพฯ: หจก.แสงจันทร์การพิมพ์.

สุวิมลรัตน์ รอบรู้เจน. (2559). ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุของผู้ดูแลผู้สูงอายุ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารการพยาบาล การสาธารณสุข และการ ศึกษา*, 17(2), 71-84.

Help Age International. (2015). *Global AgeWatch Index 2015*. Retrieved January 10 2017; from http://www.helpage.org

Linstone, H.A. & Turoff, M. (1975). *The Delphi Method: Techniques & Applications*. Reading, MA: Addison-Weslay.

Macmillan, T.T. (1971). *The Delphi Technique*. Retrieved January 22 2017, from https://eric.ed.gov/?id=ED064302

Margaret S. and Westaway. (2009). *The impact of chronic diseases on the health and well-being of South Africans in early and later old age*. Retrieved January 20 2017, from https://www.journals.elsevier.com

World Health Organization. (2016). *Global Report on Diabetes*. Geneva: s.n. Retrieved September 20 2017, from http://www.who.int/diabetes/global-report/en/

ฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตพืชอื่นของยูจีนอลต่อข้าวและวัชพืชบริเวณนาข้าว

สมฤดี น้อยเอี่ยม กชกร อรัญญกานนท์ เกศรา สิงห์โตนารา และชนนิษฏ์ ชูพยัคฆ์*

Allelopathic activity of eugenol on rice and paddy weeds

Somrudee Noiaiam, Kodchakorn Aranyakanon, Ketsara singtonara and Chonnanit Choopayak*

ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Department of Biochemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 65000
*Corresponding author. E-mail : chonnanitc@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การกำจัดวัชพืชซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการทำนา ชาวนานิยมใช้สารเคมีซึ่งนอกจากจะอันตรายต่อตัวเกษตรกรเองแล้ว ยังส่งผลเสียต่อผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และทำให้ต้นทุนการผลิตสูงด้วย การใช้สารกำจัดวัชพืชที่ได้มาจากธรรมชาติจึงเป็นแนวทางแก้ปัญหา ในการพัฒนาสารสกัดจากพลูเพื่อใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชนั้น สารยูจีนอลซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในพลูได้ถูกทดสอบฤทธิ์และกลไกการออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอื่นโดยในงานวิจัยนี้ใช้ข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 2 และวัชพืชในนาข้าว 3 ชนิด ได้แก่ หญ้ารังนก หญ้าข้าวนก และถั่วผี ผลการทดลองบนกระดาษพบว่ายูจีนอลมีฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชจากมากไปน้อย (IC_{50} (มก./มล.)) คือ หญ้ารังนก (0.03) หญ้าข้าวนก (0.2) ถั่วผี (0.37) และข้าว (0.5) ตามลำดับ ผลในอาหารกึ่งแข็งแสดงให้เห็นว่าในขณะที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของยูจีนอลขึ้นในช่วง 0.02-0.2 มก./มล. ความยาวของรากหลักจะถูกยับยั้งเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยความเข้มข้นที่ยับยั้งความยาวของรากหลักลดลงครึ่งหนึ่ง ($IC_{50-รัก}$) เท่ากับ 0.04 มก./มล ที่น่าสนใจคือยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่ำ 0.008 มก./มล. ยูจีนอลทำให้ระบบรากของข้าวใหญ่ขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม ผลการศึกษาโปรตีโอมิกส์ในรากอ่อนข้าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อได้รับสารยูจีนอล พบว่าโปรตีนที่มีปริมาณเปลี่ยนแปลงมาก 5 อันดับแรกเกี่ยวข้องกับขบวนการเมแทบอลิซึม การตอบสนองของเซลล์ต่อสิ่งกระตุ้น การส่งสัญญาณภายในเซลล์ การจัดระบบองค์ประกอบของเซลล์ และ วัฏจักรเซลล์ ผลที่ได้บ่งชี้ถึงศักยภาพของพลูในการเป็นสารควบคุมกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติโดยผ่านการทำงานของยูจีนอล

คำสำคัญ: ฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอื่น ยูจีนอล ข้าว วัชพืช โปรตีโอมิกส์

Abstract

Weeds are the major problem in rice farming. To control them, farmers usually apply toxic chemicals which not only danger to producers, consumers and environment but also increase production cost. Natural herbicide is an alternative solution. In order to develop *Piper betle* extract becoming an herbicide, the major compound eugenol was evaluated for its allelopathic activity and mode of allelopathic action. Thai rice (PL002), and 3 paddy weeds including barnyard grass, swollen finger grass and phasey bean were studied. The results on paper plate assay demonstrated that eugenol inhibited germination of seeds with the IC_{50} (mg/mL) ranging from swollen finger grass (0.03), barnyard grass (0.2), phasey bean (0.37) and rice (0.5), respectively. In-gel assay demonstrated that eugenol about 0.02-0.2 mg/mL inhibited primary root length as dose dependent concentration with $IC_{50-root}$ of 0.04 mg/mL. Interestingly, at low concentration of 0.008 mg/mL, eugenol promoted root system of rice seedling comparing to the untreated control. Furthermore, the rice-seeding root proteomics showed that the top five proteins level changes upon eugenol application (IC_{50} of primary root length) associated to cellular metabolic process, cellular response to stimuli, signal transduction, cellular component organization and cell cycle, respectively. Taken together, *P. betle*, via its allelochemical eugnol, has potency to be a natural herbicide for weeds control.

Keywords: Allelopathic, activity, eugenol, rice, paddy weeds, proteomics

บทนำ

การทำเกษตรกรรมประสบกับปัญหาการบุกรุกโดยวัชพืชซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะนาข้าวซึ่งเป็นอาชีพอันดับหนึ่งของเกษตรกรในประเทศ วัชพืชเหล่านี้จะแย่งธาตุอาหาร แสงแดด และ แย่งพื้นที่สำหรับการเจริญเติบโต ทำให้ต้นข้าวอ่อนแอต่อโรคและแมลง ผลผลิตและคุณภาพลดลง นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรคแมลงศัตรูพืช และ ยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์มีพิษ ด้วยเหตุผลนี้เกษตรกรจึงเลือกวิธีการใช้สารเคมี เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตและกำจัดวัชพืช ซึ่งการใช้สารเคมี เป็นวิธีที่นิยมและปฏิบัติกันมามากในปัจจุบัน เนื่องจากมีความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ สามารถเลือกทำลายวัชพืชได้ ทั้งยังใช้ได้ดีกับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ จากข้อมูลผลสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) พบว่าในปี 2018 ประเทศไทยมีการนำเข้า สารเคมีกำจัดวัชพืช จำนวน 125,280 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 14,744 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2018) จากความเจริญของระบบชลประทาน ทำให้การทำนาในเชิงพานิชย์ในปัจจุบันนั้นทำอย่างต่อเนื่องไม่มีการพักนา บางรายปลูกข้าว 3-4 ครั้งต่อปี การใช้สารเคมีควบคุมการเจริญเติบโตและกำจัดวัชพืช ติดต่อกันเป็นเวลานานจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้โดยตรง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้ การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอย่างไม่ถูกต้อง เป็นเวลานานจะส่งผลทำให้วัชพืชเกิดความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชและผลกระทบที่เป็นปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจคือทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ผลผลิตที่ได้ลดน้อยลง ชาวนามีรายได้ลดลงแต่รายจ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืชจึงเป็นปัญหาระดับชาติที่นอกจากจะเป็นผลกระทบทางตรงต่อความเป็นอยู่ สุขภาพของประชากรแล้ว ยังกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร ความปลอดภัยในอาหาร และการเป็นครัวอาหารของโลกด้วย ปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาเร่งด่วนที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขจากหน่วยงานต่าง ๆ รวมถึงนักวิจัยที่จะต้องหาแนวทางการแก้ไข แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคือการรณรงค์การทำนาข้าวอินทรีย์ อย่างน้อยก็สำหรับปลูกข้าวปลอดภัยไว้รับประทานเองและที่เหลือสำหรับจำหน่ายเป็นทางเลือกสำหรับคนรักสุขภาพ ในปัจจุบันมีคนบางกลุ่มที่หันมาสนใจประเด็นนี้ ได้พยายามทำข้าวนาปีที่ไม่ใช้สารเคมี เช่น กลุ่มที่จังหวัดพิจิตรใช้น้ำหมักชีวภาพผสมกับเกลือและยูเรียร่วมกับการจัดการน้ำและการใช้แรงกลในการควบคุมวัชพืช และพบว่าโดยวิธีนี้ให้ผลผลิตข้าวต่อไร่ราคาสูงกว่าการปลูกข้าวแบบใช้สารเคมี (กรมการค้าเศรษฐกิจระหว่างประเทศ, 2558) แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมวัชพืชโดยวิธีทางชีวภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นยังไม่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากข้อจำกัดของวิธีการที่ยังไม่มีความหลากหลาย ที่เกษตรกรยังต้องการคือการใช้สารชีวภาพคุมไม่ให้วัชพืชขึ้น โดยใช้ในช่วงการเตรียมดินก่อนการหว่านเมล็ดข้าว เป็นต้น ทางกลุ่มผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อจำกัดของวิธีการดังกล่าว จึงได้สนใจศึกษาค้นหาสมุนไพรตัวใหม่ที่มีศักยภาพที่จะนำมาใช้ร่วมกันกับวิธีดั้งเดิม หรือ ใช้ทดแทนวิธีดั้งเดิม โดยสมุนไพรเป้าหมายจะต้องมีฤทธิ์ในการควบคุมกำจัดวัชพืชได้ดีและที่สำคัญเหนือวิธีดั้งเดิมคือสามารถกระตุ้นให้พืชปลูกมีสุขภาพที่ดี มีระบบรากใหญ่และแข็งแรง อันจะทำให้พืชปลูกสามารถต้านทานโรคได้ดีขึ้น ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ให้เมล็ดข้าวที่ปลอดภัย สามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ดีได้ต่อไป ทำให้รายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น รายจ่ายลดลง ก่อนหน้านี้ได้มีรายงานฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชของสารสกัดจากใบพลู (Woranoot, et al., 2015) และยูจีนอล (Ahuja, et al., 2015) ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในพลูมาบ้างแล้ว งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาฤทธิ์ข่มการเจริญพืชอื่นของสารยูจีนอล ที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนข้าว และวัชพืชสำคัญที่พบได้บริเวณนาข้าว รวมถึงได้หากลไกการออกฤทธิ์ของสารยูจีนอลในระดับห้องปฏิบัติการในเบื้องต้น อันจะเป็นกุญแจสำคัญนำไปสู่การพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ควบคุมกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติ การใช้สารสกัด หรือ สารที่แยกได้จากพลูอย่างถูกต้องเหมาะสม

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. <u>การเก็บตัวอย่างพืชและการระบุสัณฐานวิทยา</u>

พืชศึกษาประกอบด้วย เมล็ดข้าว สายพันธุ์พิษณุโลก 2 (*Oryza sativa* L.) ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดจากศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดพิษณุโลก และ เมล็ดวัชพืชที่เก็บจากบริเวณนาข้าว รอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับการระบุสายพันธุ์โดย ผศ.ดร ปราณี นางงาม นักอนุกรมวิธานพืช มหาวิทยาลัยนเรศวร ประกอบด้วย หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.)

หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) และถั่วผี (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) โดย นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่มเป็นเวลา 2 วัน และเก็บในซองกระดาษที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี ในที่แห้ง ที่อุณหภูมิห้อง

2. <u>การเตรียมสาร</u>

ยูจีนอล (99%) ที่ใช้ในการศึกษาซื้อมาจาก ACROS, USA นำมาเตรียมสารละลายตั้งต้น โดยละลายใน 33.33%Tween80 และ 16.67% ethanol หลังจากนั้นเจือจางเป็นความเข้มข้นตั้งแต่ 0.008 ถึง 0.67 มก./มล. ด้วย Tween80 และ ethanol เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3. <u>การทำลายระยะพักตัวของเมล็ด</u>

การทำลายระยะพักตัวของเมล็ด ทำในกรณีที่เมล็ดทดสอบมีเปอร์เซนต์การงอกต่ำกว่า 80 โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันตามชนิดของเมล็ด ประกอบด้วย การบ่มด้วยอุณหภูมิ การบำบัดด้วยสารเคมี และ การคัดเลือกลักษณะทางกายภาพของเมล็ด (กชกร, ปราณี, ชนนิษฎ์, 2561) ดังต่อไปนี้ <u>เมล็ดหญ้ารังนก</u> นำเมล็ดหญ้ารังนกที่แห้งแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง <u>เมล็ดถั่วผี</u> นำเมล็ดถั่วผีที่แห้งแล้ว ไปแช่กรดซัลฟูริก 98% เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นนำไปล้างน้ำกลั่นปลอดเชื้อ จำนวน 3 ครั้ง <u>เมล็ดหญ้าข้าวนก</u> นำเมล็ดหญ้าข้าวนกที่แห้งแล้วไปแช่ กรดซัลฟูริก 98% เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่จมไปล้างด้วยน้ำปลอดเชื้อจำนวน 3 ครั้ง และนำไปแช่ใน 50mM โพแทสเซียมไนเตรท เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

4. <u>การทดสอบการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนบนกระดาษ (Paper plate study)</u>

นำเมล็ดวัชพืชที่ผ่านการทำลายระยะพักตัวไปเพาะเลี้ยงบนกระดาษในจานแก้ว 3 กลุ่มตัวอย่างคือ น้ำปลอดเชื้อ ตัวทำละลายควบคุม และยูจีนอลที่ความเข้มข้นในช่วง 0.04 ถึง 0.67 มก./มล. ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใช้เมล็ดพืชจำนวน 25 เมล็ดต่อจานเพาะเลี้ยง และผนึกด้วยแผ่นพาราฟิล์ม วางไว้ที่ห้องเพาะเลี้ยงควบคุมอุณหภูมิ 28±2°C การให้แสง 12/12 ชั่วโมง ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน เมล็ดพืชที่มีเรดิคอลยื่นออกมา 2 มิลลิเมตร จะถูกบันทึกเป็นเมล็ดที่งอก บันทึกผลการงอกทุก ๆวัน ทำการวิเคราะห์ค่า IC_{50} ของการงอก ด้วย https://www.aatbio.com และเมื่อครบ 7 วัน วัดความยาวรากและความยาวยอด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. <u>การทดสอบการเจริญเติบโตและพัฒนาการระบบรากของต้นอ่อนข้าวในอาหารกึ่งแข็ง (In-gel assay)</u>

แกะเปลือกเมล็ดข้าว แล้วนำมาทำให้ปลอดเชื้อโดยใช้ 2.5 % โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ 15 นาที หลังจากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงใน ½ MS ผสม 0.25% Gellan gum powder (CultureGel™, USA) โดยเติมยูจีนอลความเข้มข้น 0.008 0.016 0.3 0.5 0.1 และ 0.2 มก./มล. ลงไปในอาหารเพาะเลี้ยง ทำการบันทึกการงอกเป็นระยะเวลา 7 วัน และเมื่อครบ 7 วัน นำมาวัดความยาวรากหลัก ความยาวยอด ดูทรงพุ่มและลักษณะของราก จำนวน ความยาวรากแขนง และรากอื่น ๆ และหาค่า IC_{50} ที่ทำให้ความยาวของรากหลักลดลงไปจากกลุ่มควบคุม 50 เปอร์เซ็นต์

6. <u>การศึกษาโปรติโอมิกส์</u>

สกัดโปรตีนจากรากข้าวอายุ 7 วัน ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งที่มียูจีนอลและกลุ่มควบคุมที่มีตัวทำละลาย ทำโดยการบดรากพืช 0.1 กรัม ให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว จากนั้นเติม lysis buffer (50mM Tris-HCl pH 8.8, 1mM EDTA, 1% SDS) 500 µL บ่มที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 5 นาที และเขย่าต่อเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 g เป็นเวลา 15 นาทีและเก็บส่วนใสมาเติม 15% TCA ปริมาณ 1 มล. บ่มที่ -20°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 g เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งส่วนใสและล้างตะกอนด้วย 100% acetone บ่มไว้ที่ -20°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 g เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งส่วนใสและละลายตะกอนด้วย 50mM Tris-HCl pH 8.8 1% SDS

นำสารละลายโปรตีนทีสกัดได้มาทำ Shotgun proteomics โดยใช้โปรตีน 50 นาโนกรัม เติม 10mM DTT บ่มที่ 56°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้น เติม 100mM IAA (ละลายใน 10mM NH_4HCO_3) บ่มไว้ที่อุณภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โปรตีนจะถูกย่อยโดยใช้ trypsin ปริมาณ 20 นาโนกรัม ที่ละลายใน 10mM NH_4HCO_3 บ่มไว้ที่ 37°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตัวอย่างที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS (nano-LC coupled Bruker HCT Ultraion trap)

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม DecyderMS และ Mascot database สืบค้นข้อมูลโปรตีนจากฐานข้อมูล UniProt (uniport.org) ทำการแบ่งกลุ่มเพื่อหาจำนวนโปรตีนที่มีการแสดงออกในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับยูจีนอด้วยโปรแกรม Jvenn (http://jvenn.toulouse.inra.fr/app/index.html) และทำการจัดกลุ่มโปรตีนตามหน้าที่ของโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงการแสดงออกมากกว่า 0.5 เท่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมด้วยโปรแกรม PANTHER 14.1 (http://www.pantherdb.org/)

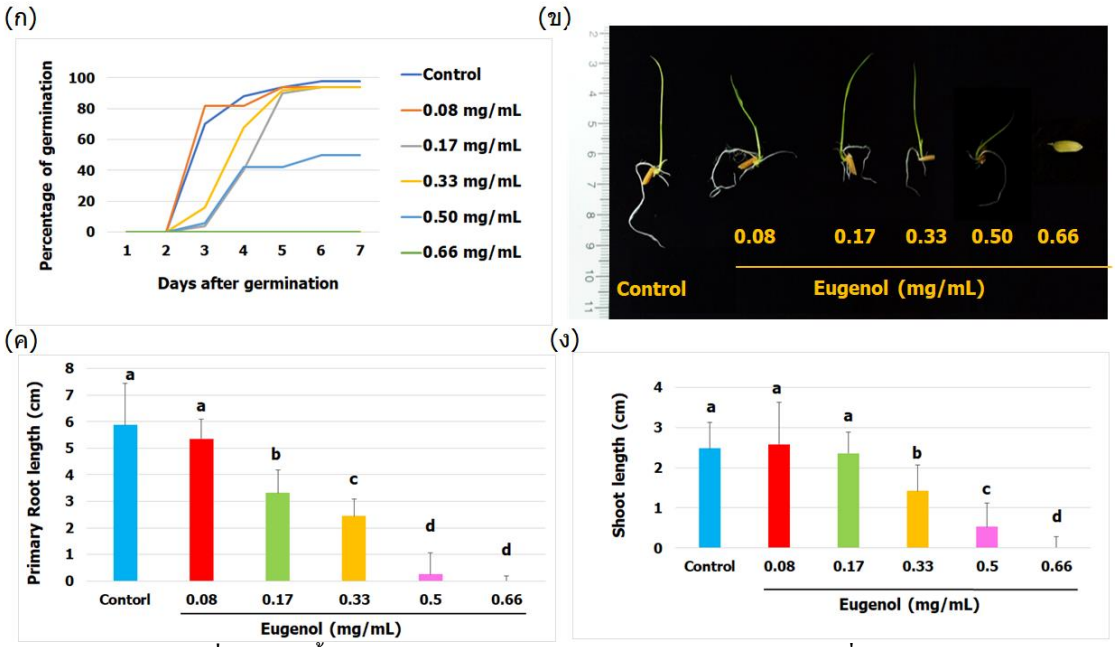
7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองทำซ้ำ 3 ครั้ง วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 25 วิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \geq 0.05$

ผลการศึกษา

<u>การทดสอบการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนโดยทำการเพาะเลี้ยงบนกระดาษ</u>

เมื่อนำเมล็ดพืชทดสอบการงอกด้วยยูจีนอลความเข้มข้นต่าง ๆ บนกระดาษ (paper plate assay) โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งประกอบด้วย 0.33%Tween80 ผสมกับ 0.167% ethanol เป็นกลุ่มควบคุม จากการทดลองการงอกของ<u>เมล็ดข้าว</u>พบว่าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับยูจีนอลความเข้มข้น 0.08 0.17 0.33 0.5 และ 0.66 มก./มล. มีเปอร์เซ็นการงอกในวันที่ 7 เท่ากับ 98^a 94^a 94^a 94^a 50^b และ 0 % ตามลำดับ มีค่า IC_{50} การงอก เท่ากับ 0.5 มก./มล. และมีผลของความยาวรากเท่ากับ 5.88^a 5.36^a 3.32^a 2.4^c 0.25^d และ 0.00^d ซม. ตามลำดับ ผลของความยาวยอดเท่ากับ 2.48^a 2.58^a 2.36^a 1.42^b 0.53^c และ 0^d ซม. ตามลำดับ (รูปที่ 1)

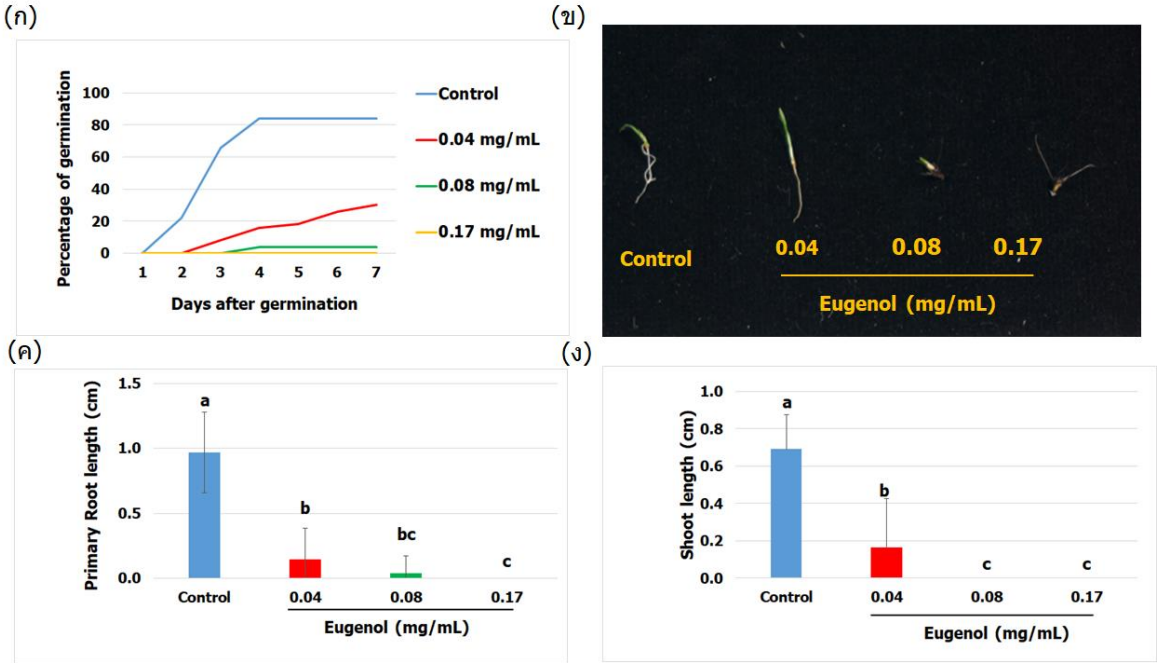


รูปที่ 1 การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวโดยสารยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) การงอกของเมล็ดวันที่ 1-7 (ข) ต้นอ่อนในวันที่ 7 (ค) ความยาวของรากหลักในวันที่ 7 (ง) ความยาวยอดวันที่ 7 หลังจากได้รับตัวทำละลาย (Control) และ ยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ a b c d คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \geq 0.05$

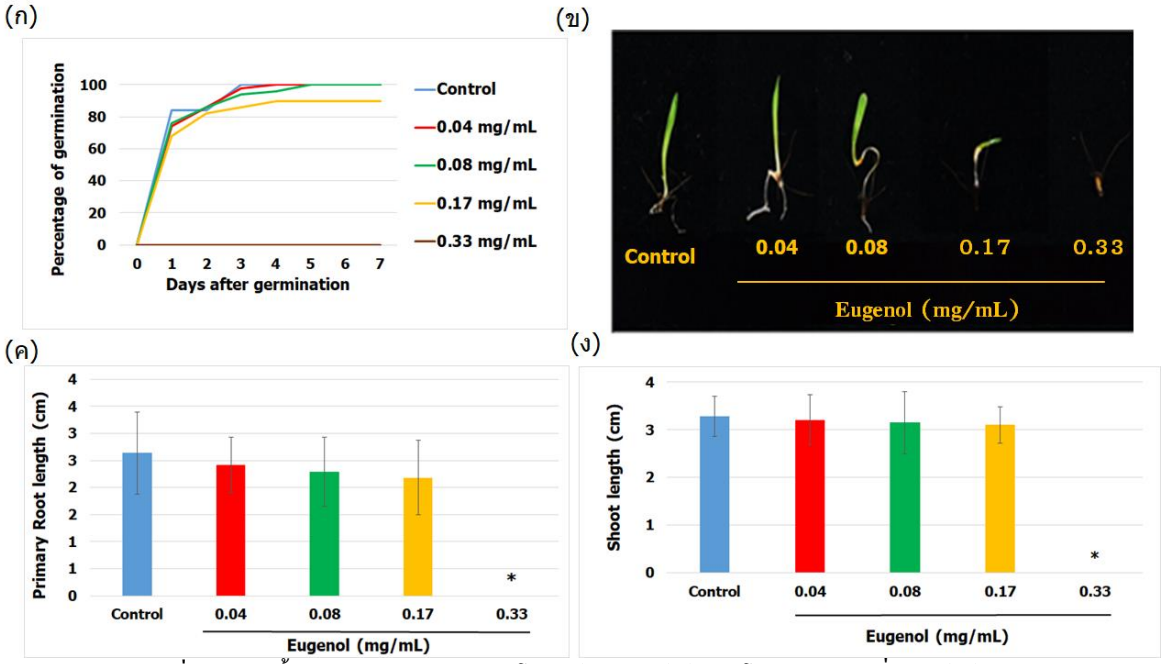
การทดลองการงอกของ<u>เมล็ดหญ้ารังนก</u> (รูปที่ 2) พบว่าในกลุ่มควบคุมและที่ได้รับยูจีนอลความเข้มข้น 0.04 0.08 และ 0.17 มก./มล. มีเปอร์เซ็นการงอกในวันที่ 7 เท่ากับ 84^a 30^b 4^c และ0^d % ตามลำดับ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.035 มก./มล. และมีผลของความยาวรากเท่ากับ 0.97^a 0.15^b 0.04^{bc} และ 0^c ซม. ตามลำดับ ผลของความยาวยอดเท่ากับ 0.69^a 0.17^b 0^c และ 0^c ซม. ตามลำดับ

การทดลองการอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก (รูปที่ 3) พบว่าในกลุ่มควบคุมและที่ได้รับยูจีนอลความเข้มข้น 0.04 0.08 0.17 และ 0.33 มก./มล. มีเปอร์เซ็นการงอกในวันที่ 7 เท่ากับ 100^a 100^a 100^a 90^a และ 0^b % ตามลำดับ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.199 มก./มล. และมีผลของความยาวรากเท่ากับ 2.64^a 2.42^a 2.29^a 2.18^a และ0.00^b ซม. ตามลำดับ ผลของความยาวยอดเท่ากับ 3.28^a 3.21^a 3.15^a 3.1^a และ 0^b ซม. ตามลำดับ

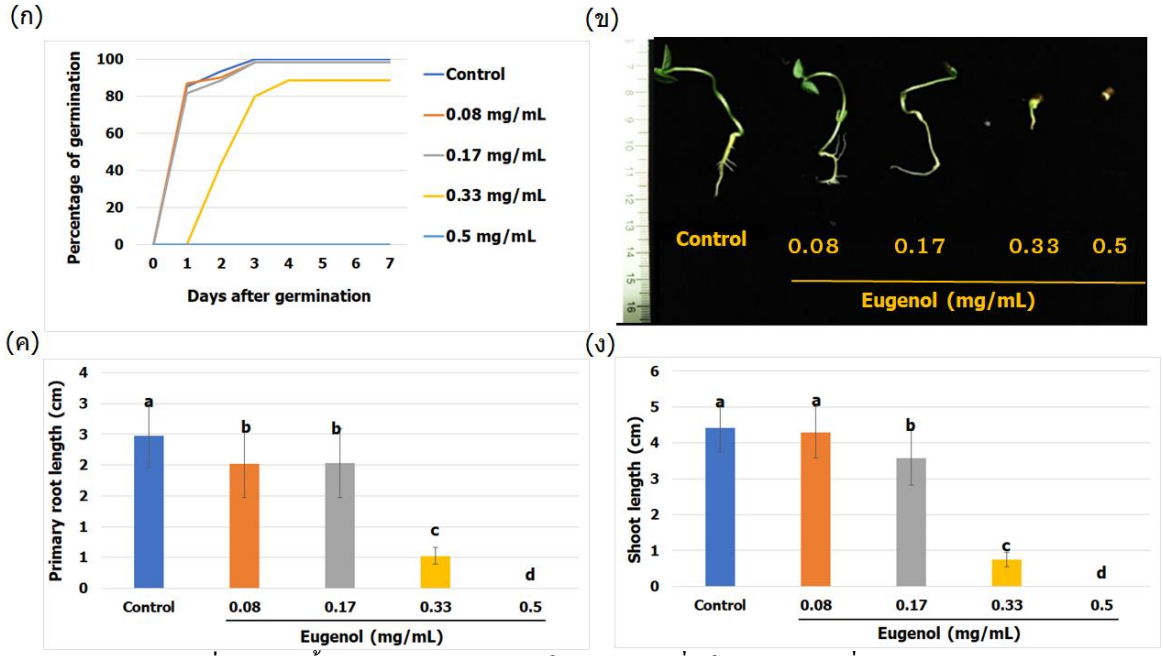
การทดลองการงอกของเมล็ดถั่วผี (รูปที่ 4) พบว่าในกลุ่มควบคุมและที่ได้รับยูจีนอลความเข้มข้น 0.08 0.17 0.33 และ 0.5 มก./มล. มีเปอร์เซ็นการงอกในวันที่ 7 เท่ากับ 100^a 98.3^a 98.3^a 88.33^b 0^c %ตามลำดับ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.35 มก./มล. และมีผลของความยาวรากเท่ากับ 2.48^a 2.0^b 2.03^b 0.53^c และ 0.00^d ซม. ตามลำดับ ผลของความยาวยอดเท่ากับ 4.41^a 4.29^a 3.58^a 0.7^b และ 0^d ซม. ตามลำดับ



รูปที่ 2 การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้ารังนกโดยสารยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) การงอกของเมล็ดวันที่ 1-7 (ข) ต้นอ่อนในวันที่ 7 (ค) ความยาวของรากหลักในวันที่ 7 (ง) ความยาวยอดวันที่ 7 หลังจากได้รับตัวทำละลาย (Control) และ ยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ a b c คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \geq 0.05$



รูปที่ 3 การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกโดยสารยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) การงอกของเมล็ดวันที่ 1-7 (ข) ต้นอ่อนในวันที่ 7 (ค) ความยาวของรากหลักในวันที่ 7 (ง) ความยาวยอดวันที่ 7 หลังจากได้รับตัวทำละลาย (Control) และ ยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ * คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ P≥0.05

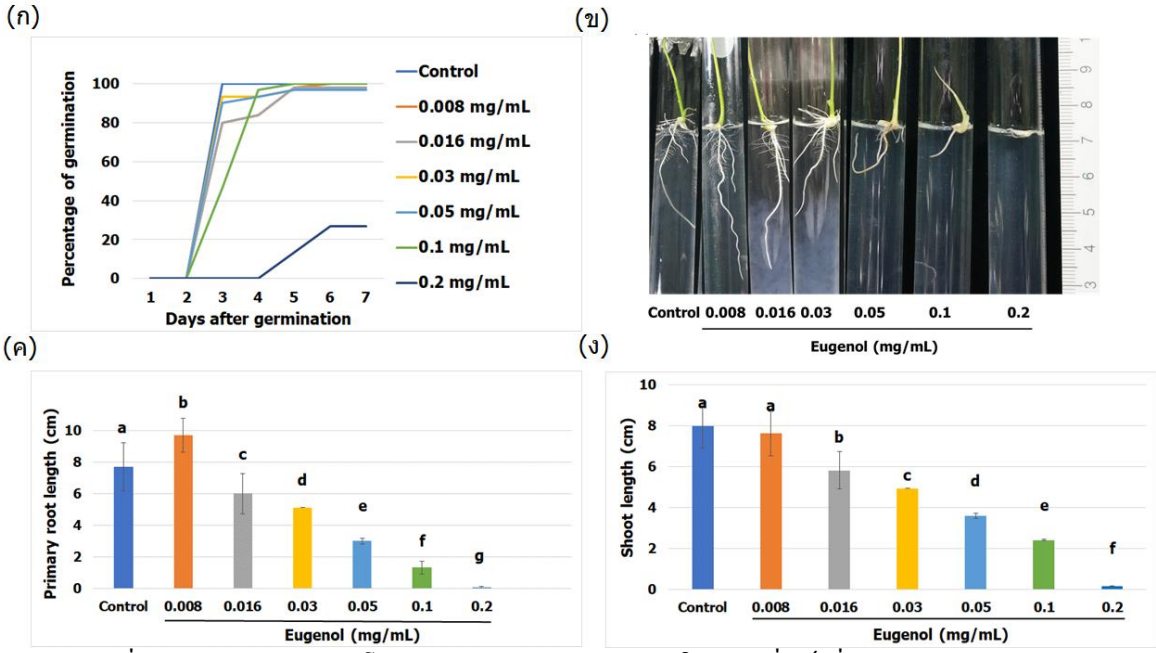


รูปที่ 4 การยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนถั่วผีโดยสารยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
(ก) การงอกของเมล็ดวันที่ 1-7 (ข) ต้นอ่อนในวันที่ 7 (ค) ความยาวของรากหลักในวันที่ 7 (ง) ความยาวยอดวันที่ 7 หลังจากได้รับตัวทำละลาย (Control) และ ยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ a b c d คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ P≥0.05

<u>การทดสอบการเจริญเติบโตและพัฒนาการระบบรากของต้นอ่อนของข้าวในอาหารกึ่งแข็ง (In-gel assay)</u>

จากการทดลองการงอกของเมล็ดข้าวในอาหารกึ่งแข็ง พบว่าข้าวในกลุ่มควบคุมและที่ได้รับยูจีนอลความเข้มข้น 0.008 0.016 0.3 0.5 0.1 และ 0.2 มก./มล. มีเปอร์เซ็นการงอกในวันที่ 7 เท่ากับ 100^{a} 98^{b} 96.67^{c} 96.67^{a} 100^{a} และ 26.67^{b}% ตามลำดับ และมีผลของความยาวรากหลักเท่ากับ 7.70^{a} 9.71^{b} 6.00^{c} 5.10^{d} 3.00^{e} 1.30^{f} และ 0.04^{g}

ซม. ตามลำดับ มีค่า $IC_{50-root}$ เท่ากับ 0.044 มก./มล. ผลของความยาวยอดเท่ากับ 7.98[a] 7.62[a] 5.82[b] 4.93[c] 3.60[d] 2.41[e] และ 0.15[f] ซม. ตามลำดับ (รูปที่ 5) ในขณะที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของยูจีนอลความยาวรากหลักจะลดลง แต่พบว่าที่ความเข้มข้นต่ำ 0.008 มก./มล. รากข้าวมีการพัฒนาเป็นระบบที่ใหญ่กว่ากลุ่มควบคุม มีรากแขนงที่ยาวกว่า และมีรากคราวน์ที่ยาวกว่า

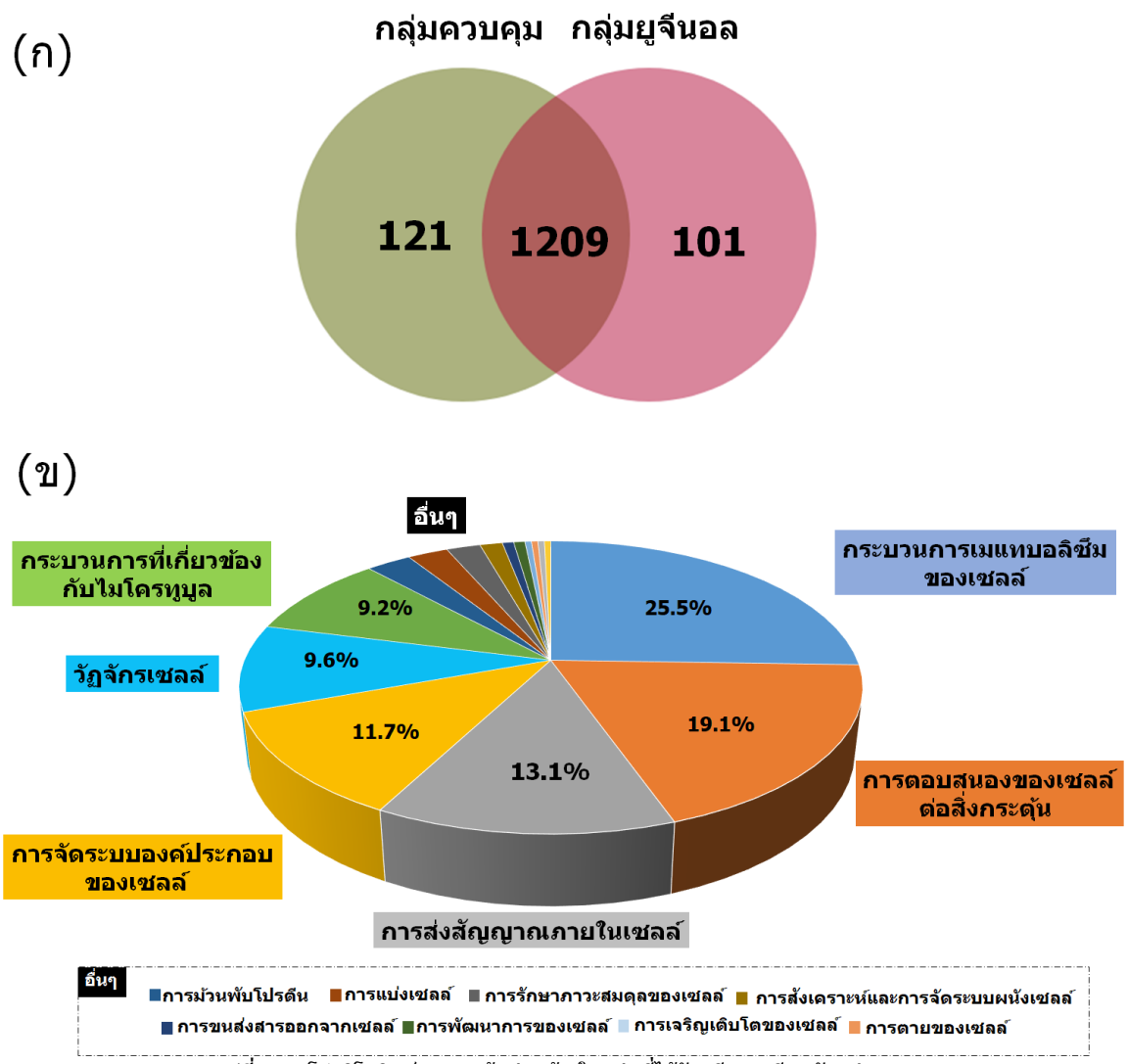


รูปที่ 5 การงอก การเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบรากข้าวในอาหารกึ่งแข็งที่มียูจีนอลความเข้มข้นต่าง ๆ

(ก) การงอกของเมล็ดวันที่ 1-7 (ข) ต้นอ่อนในวันที่ 7 (ค) ความยาวของรากหลักในวันที่ 7 (ง) ความยาวยอดวันที่ 7 หลังจากได้รับตัวทำละลาย (Control) และ ยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ a b c d e f g คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \geq 0.05$

<u>การศึกษาโปรตีโอมิกส์</u>

จากผลการศึกษาโปรตีโอมิกส์ของรากต้นอ่อนข้าวเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมที่ได้รับแต่ตัวทำละลายกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับยูจีนอล 0.04 มก./มล. พบโปรตีนทั้งสิ้น 1,431 ชนิด โดยแบ่งออกเป็นโปรตีนที่มีการแสดงออกเฉพาะกลุ่มควบคุม 121 ชนิด โปรตีนที่มีการแสดงออกเฉพาะในกลุ่มทดสอบด้วยยูจีนอล 101 ชนิด และโปรตีนที่มีการแสดงร่วมทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดสอบยูจีนอล 1,209 ชนิด (รูปที่ 6ก) เมื่อทำการจัดกลุ่มโปรตีนตามหน้าที่ของโปรตีนที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณมากกว่า 0.5 เท่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์สูงที่สุดคิดเป็น 25.5% รองลงมาเป็นการตอบสนองของเซลล์ต่อสิ่งกระตุ้น (19.1%) การส่งสัญญาณภายในเซลล์ (13.1%) การจัดระบบองค์ประกอบของเซลล์ (11.7%) วัฏจักรเซลล์ (9.6%) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับไมโครทูบูล (9.2%) การม้วนพับโปรตีน (2.8%) การแบ่งเซลล์ (2.5%) การรักษาภาวะสมดุลของเซลล์ (2.1%) การสังเคราะห์และการจัดระบบผนังเซลล์ (1.4%) การขนส่งสารออกจากเซลล์ (0.7%) การพัฒนาการของเซลล์ (0.7%) การเจริญเติบโตของเซลล์ (0.4%) และการตายของเซลล์ (0.4%) ตามลำดับ (รูปที่ 6ข)



รูปที่ 6 ผลโปรติโอมิกส์ของรากต้นอ่อนข้าวในกลุ่มที่ได้รับยูจีนอลเทียบกับกลุ่มควบคุม
(ก) แผนภาพ Venn แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนทั้งหมดที่พบในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับยูจีนอล
(ข) การจัดกลุ่มของโปรตีนที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ $\geq$ 0.5 เท่า ตามหน้าที่

อภิปรายผลการศึกษา

ปัญหาในการทำเกษตรกรรมปลอดภัยนั้น คือยังขาดความหลากหลายของกรรมวิธีในการควบคุมกำจัดศัตรูพืช โดยใช้สารชีวภาพจากธรรมชาติ เพื่อที่จะเพิ่มทางเลือกในการทำเกษตรปลอดภัย การวิจัยค้นคว้าหาสารกำจัดและควบคุมวัชพืชจากธรรมชาติชนิดใหม่ ๆ กลไกการออกฤทธิ์ใหม่ ๆ จึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง มีรายงานการใช้พืชหรือแม้กระทั่งพืชปลูกในการควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ (Shah, et al., 2016) พบว่าสารสกัดจากใบพลูด้วยตัวทำละลายเอธานอลที่ความเข้มข้น 1 มก./มล. ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว แต่สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชกะเม็งและหญ้ารังนกได้ 100% ในห้องปฏิบัติการ (Woranoot, et al., 2015) บ่งชี้ถึงศักยภาพของพลูที่จะนำมาใช้ในการกำจัดวัชพืชได้ ในการพัฒนาพลูและสารสกัดจากพลูเพื่อนำมาใช้เป็นสารควบคุมกำจัดวัชพืชในนาข้าวได้อย่างถูกต้องนั้นจำเป็นต้องเป็นต้องศึกษาถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารอัลลีโลเคมิคอลของพลูด้วย จากการวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ในใบพลูพบว่ามากกว่า 70% เป็นสารในกลุ่มฟีนิลโพรพานอยด์ และ พบยูจีนอลและอนุพันธ์มีปริมาณมากที่สุดถึง 50% (Woranoot, et al., 2015) ประกอบกับมีรายงานว่ายูจีนอลสามารถยับยั้งการงอกของวัชพืชได้ โดยที่ความเข้มข้น 10 µl สามารถยับยั้งการงอกของปืนไส้นก (*Bidens pilosa* L.) ได้ 100 % และความเข้มข้น 20 µl (*Senna occidentalis* L.)

สามารถยับยั้งการงอกของชุมเห็ดเล็กได้ 100 % (Vaid, et al., 2010) จึงนำมาสู่สมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้ว่ายูจีนอลเป็นสารอัลลีโลเคมิคอลที่สำคัญของพลูหรือไม่ การศึกษาในเบื้องต้นครั้งนี้ได้ทำในห้องปฏิบัติการโดยใช้สารยูจีนอลบริสุทธิ์ที่ซื้อมาในการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่ายูจีนอลมีฤทธิ์ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช โดยมีความรุนแรงต่อสายพันธุ์ของพืชแตกต่างกันไปแบบไม่จำเพาะต่อชนิดของจำนวนใบเลี้ยง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นฤทธิ์ยับยั้งจะเพิ่มขึ้นโดยมีค่า IC_{50} ต่างกัน คือ หญ้ารังนก มีค่า IC_{50}=0.03 มก./มล. หญ้าข้าวนก IC_{50}=0.2 มก./มล. ถั่วผี IC_{50}=0.37 มก./มล. และข้าว IC_{50}=0.5 มก./มล. จากผลที่ได้บ่งชี้ว่าสารยูจีนอลมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาไปใช้ในการกำจัดวัชพืชในแปลงนาข้าวได้ เนื่องจากมีความรุนแรงต่อข้าวต่ำขณะที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชที่พบมากในบริเวณนาข้าวได้ดี ที่ความเข้มข้น 0.4 มก./มล. ยูจีนอลไม่มีผลต่อการงอกของข้าว ขณะที่สามารถยับยั้งการงอกของวัชพืชได้ ยับยั้งหญ้ารังนกและและหญ้าข้าวนกได้ 100% และยับยั้งถั่วผีได้ 90%

นอกจากจะมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชแล้ว ผลวิจัยที่ได้พบว่ายูจีนอลมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืช โดยมีผลยับยั้งความยาวของรากมากกว่าความยาวของยอด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาว่ายูจีนอลมีผลทำให้ความยาวของรากหลักของหญ้าข้าวนก (*E. crus-galli*) ลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารยูจีนอลสูงขึ้น (Ahuja, et al., 2015) ข้อมูลที่ได้บ่งชี้ถึงเป้าหมายในการออกฤทธิ์ของยูจีนอลน่าจะอยู่ที่การควบคุมการเจริญเติบโตที่บริเวณปลายรากของพืช กลุ่มผู้วิจัยได้ติดตามการเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบรากของต้นอ่อนข้าวด้วยการทดสอบในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกึ่งแข็ง ½ MS ที่เติม Gallan gum ในสภาวะปลอดเชื้อ พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของยูจีนอลขึ้นจาก 0.016-0.2 มก./มล. ความยาวของรากหลักของต้นอ่อนข้าวลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่า $IC_{50\text{-root}}$ อยู่ที่ 0.04 มก./มล. ที่น่าสนใจคือยูจีนอลที่ความเข้มข้นต่ำ 0.008 มก./มล. มีผลกระตุ้นระบบราก ทำให้รากหลักใหญ่ขึ้น ยาวขึ้น 126.2% รากแขนงยาวขึ้น และ รากคราวน์ยาวขึ้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานที่พบว่าสาร dially disulfide (DADS) ที่ได้จากกระเทียมที่ความเข้มข้นต่ำๆ สามารถกระตุ้นระบบรากของต้นมะเขือเทศและแตงกวาได้ แต่ที่ความเข้มข้นสูงจะมีผลบยับยั้งความยากของราก (Ren, et al., 2017 & Cheng, et al., 2016)

เพื่อศึกษาเป้าหมายการออกฤทธิ์ของยูจีนอลว่าอยู่ที่การควบคุมการเจริญเติบโตที่บริเวณราก โปรตีนทั้งหมดในรากต้นอ่อนข้าวที่เลี้ยงในอาหารที่มีและไม่มียูจีนอลได้ถูกวิเคราะห์โดยเทคนิคโปรตีโอมิกส์ ผลแสดงให้เห็นว่าในสภาวะที่มียูจีนอล รากของต้นอ่อนข้าวมีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของโปรตีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น โปรตีนที่ควบคุมวัฏจักรเซลล์ โปรตีนที่เกี่ยวกับการส่งสัญญาณภายในเซลล์ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเป็นไปในทิศทางเดียวกับผล microarray ในพืชอะราบิดอปซิส (*Arabidopsis thaliana* L.) ที่ตอบสนองต่อสารอัลลีโลเคมิคอล fagomine จากต้น buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) ที่พบว่าการตอบสนองของพืชต่ออัลลีโลเคมิคอลจะมีลักษณะคล้ายการตอบสนองต่อปัจจัยกระตุ้นความเครียดของพืช (Golisz, et al., 2008) ผลโปรตีโอมิกส์พบว่าระดับโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ superoxide dismutase (SOD) เพิ่มขึ้น 1.67 เท่า L-ascorbic peroxidase8 เพิ่มขึ้น 1.67 เท่า ภายใต้สภาวะที่ได้รับยูจีนอล เมื่อพืชเกิดความเครียดหรือได้รับสิ่งกระตุ้นที่ไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต โดยเฉพาะความเครียดทางอชีวภาพ เช่น ความแห้งแล้ง ความเค็ม พืชจะผลิตอนุมูลอิสระ หรือ ROS เพิ่มขึ้น และ กระตุ้นระบบต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น oxidases และ peroxidases เป็นต้น มีรายงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor* L.) ที่ได้รับสภาวะแห้งแล้งและความเค็ม ความยาวของรากหลักลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อตรวจสอบการผลิต ROS ที่บริเวณรากก็พบว่ามีการผลิต H_2O_2 ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังมีการเกิด lipid peroxidation ที่สูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้นการที่พืชได้รับสิ่งกระตุ้นจากภายนอกจะสามารถส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตของรากที่บกพร่องได้ (Nxele, et al., 2017) นอกจากนั้นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน Calmodulin ทั้งในเชิงยับยั้งการแสดงออกได้แก่ Calcium/calmodulin-dependent serine/threonine-protein kinase 1 (ลดลง 20.85 เท่า) และ ในเชิงกระตุ้นการแสดงออก ได้แก่ Calmodulin-2 (เพิ่มขึ้น 22.07 เท่า) โดย Calmodulin เป็นโปรตีนสำคัญที่ทำหน้าที่ในการควบคุมสมดุลของ Ca^{2+} ซึ่งเซลล์จะใช้ในการปรับตัวจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ (Virdi, et al., 2015) ผลการศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนที่เกี่ยวกับวัฏจักรเซลล์หลายตัว ได้แก่ โปรตีน cyclinB1-5

(เพิ่มขึ้น 0.87 เท่า) B-type cyclins เป็นโปรตีนสำคัญในกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์ที่จำเพาะต่อ G2/M phase ในวัฏจักรเซลล์ มีรายงานวิจัยว่าพืช Arabidopsis ที่ได้รับสิ่งกระตุ้นจากเกลือมีรากหลักสั้นลงเมื่อเปรียบกับกลุ่มควบคุม โดยพบว่าหลังจากที่ได้รับเกลือเป็นเวลา 2 ชั่วโมง บริเวณปลายรากจะมีการแสดงออกของโปรตีน B-type cyclins ที่ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความผิดปกติขึ้นในขั้นตอนการแบ่งตัวของเซลล์ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ได้ ทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตที่ลดลง (West, et al., 2004)

จากผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพลูและสารยูจีนอลที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อการควบคุมกำจัดวัชพืชในการทำนาข้าวได้ รวมถึงพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพได้ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริง จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในระดับแปลง และการศึกษากลไกการออกฤทธิ์ในเชิงลึกเพื่อให้ทราบเป้าหมายการออกฤทธิ์ของสารได้อย่างจำเพาะ รวมถึงศึกษาอัตราการคงตัวของสารในธรรมชาติ และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆในระบบนิเวศน์ต่อไป (Sipes, & Mattia, 2006)

สรุปผลการศึกษา

ยูจีนอลมีฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชที่พบบริเวณนาข้าว โดยไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวและที่ความเข้มข้นต่ำ ยูจีนอลกระตุ้นระบบรากของต้นอ่อนทำให้รากหลักมีขนาดใหญ่ แข็งแรง มีรากแขนงที่ยาวเป็นทรงพุ่ม และพบว่ายูจีนอลเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของโปรตีนในเซลล์โดยเฉพาะโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น มีลักษณะคล้ายกับการตอบสนองต่อสภาวะเครียดทางอชีวภาพของพืช

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดพิษณุโลกสำหรับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าว ผศ.ดร.ปราณี นางงาม สำหรับการระบุสายพันธุ์วัชพืชและการเก็บตัวอย่างวัชพืชในห้องเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ผศ.ดร.อนุพันธ์ กงบังเกิด สำหรับการอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์และการทำเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง และ ดร.สิทธิรักษ์ รอยตระกูล สำหรับเครื่องมือและคำแนะนำในการทำโปรตีโอมิกส์

เอกสารอ้างอิง

กชกร อรัญญกานนท์ และคณะ. (2561). การพัฒนาวิธีการกระตุ้นการงอกของเมล็ดวัชพืชบริเวณนาข้าว ใน *การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 14*. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 137-145.

กรมการค้าเศรษฐกิจระหว่างประเทศ. (2558, มกราคม 5). รอบรู้เศรษฐกิจ ตามติดตลาดโลก. *หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์*, ปีที่ 12 ฉบับที่ 4351, B11.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2557 - 2561. สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2562. สืบค้นจาก http://www.oae.go.th/

Ahuja, N., Batish, D. R., Singh, H. P., & Kohli, R. K. (2015). Herbicidal activity of eugenol towards some grassy and broad-leaved weeds. *Journal of pest science*, 88(1), 209-218.

Cheng, F., Cheng, Z., Meng, H., & Tang, X. (2016). The garlic allelochemical diallyl disulfide affects tomato root growth by influencing cell division, phytohormone balance and expansin gene expression. *Frontiers in plant science*, 7, 1199.

Gniazdowska, A., & Bogatek, R. (2005). Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(3), 395-407.

Golisz, A., Sugano, M., & Fujii, Y. (2008). Microarray expression profiling of Arabidopsis thaliana L. in response to allelochemicals identified in buckwheat. *Journal of experimental botany*, 59(11), 3099-3109.

Nxele, X., Klein, A., & Ndimba, B. K. (2017). Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. *South African journal of botany*, 108, 261-266.

Ren, K., Hayat, S., Qi, X., Liu, T., & Cheng, Z. (2018). The garlic allelochemical DADS influences cucumber root growth involved in regulating hormone levels and modulating cell cycling. *Journal of plant physiology*, 230, 51-60.

Shah, A. N., Iqbal, J., Ullah, A., Yang, G., Yousaf, M., Fahad, S., et al. (2016). Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(15), 14854-14867.

Sipes, I. G., & Mattia, A. (2006). Eugenol, Related Hydroxyallylbenzene Derivatives. *JECFA Monograph*, 530.

Vaid, S., Batish, D. R., Singh, H. P., & Kohli, R. K. (2010). Phytotoxic effect of eugenol towards two weedy species. *The Bioscan*, 5(3), 339-341.

Virdi, A. S., Singh, S., & Singh, P. (2015). Abiotic stress responses in plants: roles of calmodulin-regulated proteins. *Frontiers in plant science*, 6, 809.

West, G., Inzé, D., & Beemster, G. T. (2004). Cell cycle modulation in the response of the primary root of Arabidopsis to salt stress. *Plant physiology*, 135(2), 1050-1058.

Woranoot, K., Buaruaeng, R., Aranyakanon, K., Ratansut, K., Kongbangkerd, A., Jannoey, P., et al. (2019). *Fusarium solani* Upregulated Sesquiterpene Synthase Expression, Sesquiterpene Production and Allelopathic Activity in *Piper betle* L. *Rice Science*. 26(5), 290-299.

Woranoot, K., Naree, P., Kongbangkerd, A., Wongkrajang, K., Buaruaeng, R. & Choopayak, C. (2015). Phytotoxic effects of *Piper betle* L. extracts on germination of *Eclipta prostrata* L. and *Chloris barbata* Sw. weeds. *NU. International Journal of Science*, 12(1), 11-24.

ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบจากสีเสียด เหงือกปลาหมอ มังคุด และทับทิม

กิตติศักดิ์ บัวบาน[1,3] พันธุ์ชนะ สงวนเสริมศรี[2] ดลฤดี สงวนเสริมศรี[1] และนลิน วงศ์ขัตติยะ[3]*

Antibacterial activity against bovine mastitis bacteria from *Acacia catechu* (L.f.) Willd., *Acanthus ebracteatus* Vahl., *Garcinia mangostana* Linn. and *Punica granatum* Linn.

Kittisak Buaban[1,3] Phanchana Sanguansermsri[2] Donruedee Sanguansermsri[1] and Nalin Wongkattiya[3*]

[1] ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[2] ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[3] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290
[1] Department of Microbiology and parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[2] Department of Chemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000
[3] Department of Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, 50290
*corresponding author. E-mail : nalin.wongkattiya@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบ พืชที่ใช้ทดสอบมี 4 ชนิดได้แก่ สีเสียด เหงือกปลาหมอ มังคุด และทับทิม สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 4 ชนิดได้นำมาทำการทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียเบื้องต้นด้วยวิธีการ Agar disc diffusion assay และ microdilution assay จากนั้นได้นำสารสกัดหยาบมาแยกด้วยวิธี Thin layer chromatography (TLC) และ bioautograph เพื่อวิเคราะห์หาสารสำคัญที่เป็นตัวออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย จากนั้นวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเทคนิค Liquid chromatography จากผลการทดสอบพบว่า สารสกัดจากมังคุดและทับทิมมีแนวโน้มที่มีศักยภาพในการเป็นสารที่ใช้ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบ โดยเฉพาะสารสกัดที่ได้จากมังคุดนั้นมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรีย แกรมลบ โดยพบการต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ และสารสกัดมังคุดยังสามารถต้านแบคทีเรียที่ดื้อยาปฏิชีวนะ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ได้อีกด้วย การทดสอบ TLC-bioautography พบว่าสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียจากมังคุดได้แก่แอลฟาแมงโกสติน (α-mangostin)

คำสำคัญ: เต้านมโคอักเสบ การยับยั้งแบคทีเรีย สารสกัดจากธรรมชาติ สีเสียด เหงือกปลาหมอ มังคุด ทับทิม

Abstract

The aims of this research was to study active ingredients from natural products that could inhibit bovine mastitis bacteria. There were 4 plants in this study; *Acacia catechu* (L.f.) Willd., *Acanthus ebracteatus* Vahl., *Garcinia mangostana* Linn. and *Punica granatum* Linn. Preliminary bacterial inhibitory testings were performed by agar disc diffusion assay and microdilution assay. The crude extracts were separated by TLC and then bioautographed to indicate the active antibacterial compound. The active compound was the analyzed by liquid chromatography. It was found that *Garcinia mangostana* Linn. extract had promising compound with antibacterial effects against Gram positive and Gram negative bacteria including methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). TLC-bioautography detection revealed that the active antibacterial compound from *Garcinia mangostana* Linn. was α-mangostin.

Keywords: bovine mastitis, antibacterial, natural extracts, *Acacia catechu* (L.f.) Willd., *Acanthus ebracteatus* Vahl., *Garcinia mangostana* Linn., *Punica granatum* Linn.

บทนำ

โรคเต้านมโคอักเสบ (Bovine mastitis) เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบของเนื้อเยื่อเต้านม ทำให้เต้านมและ/หรือน้ำนม เกิดการเปลี่ยนแปลงผิดไปจากปกติ แม่โคจะให้ผลผลิต และคุณภาพน้ำนมลดลง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมไม่สามารถส่งน้ำนมมาจำหน่ายได้ อีกทั้งต้องมีการคัดแม่โคทิ้งก่อนเวลา และมีค่ารักษาโรคเต้านมอักเสบเพิ่มขึ้น จึงเกิดการสูญเสียรายได้ ซึ่งเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจที่มากที่สุดกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

โรคเต้านมอักเสบ มีสาเหตุจากการติดเชื้อแบคทีเรียเป็นส่วนมาก แต่อาจเกิดจากเชื้อราหรือยีสต์ก็ได้ โคสามารถติดเชื้อแบคทีเรียได้จาก 2 แหล่งสำคัญ คือ จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ และจากสิ่งแวดล้อม เชื้อแบคทีเรียที่ติดต่อจากเต้านมสู่น้ำนม (Contagious pathogen) ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus agalactiae* แหล่งแพร่เชื้อที่สำคัญ คือ เต้านมที่ติดเชื้อ เชื้อสามารถปนออกมากับน้ำนม และติดต่อไปสู่เต้านมแม่โคตัวอื่น ๆ ในขณะรีดนม โดยพาหะของเชื้อ คือ เครื่องรีดนม ผ้าเช็ดเต้านม และมือของผู้รีดนม แหล่งเชื้อแบคทีเรียที่พบในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ (Environment pathogen) ได้แก่ *Streptococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Enterobacter spp.*เชื้อเหล่านี้จะอยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น คอก โรงเรือน พื้น ในอุจจาระโค ดิน และในพืชอาหารสัตว์ เชื้อสามารถติดต่อเข้าสู่เต้านมและทำให้อักเสบ (ตระการศักดิ์, 2550)

การรักษาโรคเต้านมอักเสบจากแบคทีเรียส่วนใหญ่จะใช้ยาปฏิชีวนะ และยาต้านการอักเสบ ซึ่งการใช้ยาปฏิชีวนะนั้น อาจก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนยาปฏิชีวนะในน้ำนม ส่งผลเสียต่อผู้บริโภคได้ และยังพบปัญหาที่ตามมาคือ ปัญหาการดื้อยาของเชื้อก่อโรค (สุกัญญา, 2556) ดังนั้นเพื่อการรักษาโรคเต้านมโคอักเสบจึงอาจใช้ทางเลือกอื่น เช่น การใช้พืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคมาเป็นแนวทางเพื่อทดแทนหรือเสริมในการการรักษาโรคเต้านมโคอักเสบ จากประกาศคณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ เรื่อง บัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2556 ได้ประกาศบัญชียาจากสมุนไพรเพื่อใช้เป็นยาบรรเทาฝี จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการนำตัวยาสมุนไพรจากบัญชียาหลักแห่งชาติที่ใช้ในมนุษย์ มาทดสอบกับการใช้เพื่อยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในสัตว์

เสียด (เปลือกต้น) เหงือกปลาหมอ (ทั้งต้น) มังคุด (เปลือกผล) และทับทิม (เปลือกผล) เป็นพืชที่ใช้เป็นยาบรรเทาฝีจากจากบัญชียาหลักแห่งชาติ โดยเปลือกสีเสียดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นยาฝาดสมานแผล ต้านการอักเสบ มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย และเชื้อรา (Negi & Dave, 2010) เหงือกปลาหมอ ใช้เป็นยาพื้นบ้านในมาเลเซีย ไทย และจีน เพื่อรักษาอาการไอ ตับ และม้ามโต ไวรัสตับอักเสบ โรคมะเร็งต่อมน้ำเหลือง โรคผิวหนัง ต้านการอักเสบ และโรคหอบหืด (Sittiwet et al., 2009) ทับทิม ส่วนใหญ่ใช้เปลือกผลหรือดอกกับการรักษาโรคทางผิวหนัง ในทางตอนใต้ของ Anatolia ประเทศตุรกี มีรายงานการใช้ผงเปลือกทับทิมมาเพื่อใช้ในการป้องกัน การติดเชื้อก่อโรคที่ผิวหนัง (Dipak et al., 2012) มีรายงานว่าสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยอะซิโตน มีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 1216 ได้ดี (ศิริขวัญ และชัชวาล, 2557) ส่วนมังคุด ใช้ในการรักษาอาการท้องเสีย รักษาบาดแผล และมีไข้ มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น xanthones (Aizat et al., 2018) ในเปลือกมังคุด มีสารกลุ่ม xanthonoid เช่น mangostin ที่พบอยู่มาก (Manimekalai et al., 2019) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Widowati et al., 2014) ซึ่งพบว่า α-mangostin มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* และ *Bacillus subtilis* และต้านเชื้อรา *Epidermophyton floccosum*, *Alternaria solani*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.* และ *Cunninghamella echinulata* (Pedraza-Chaverri et al., 2008)

การวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดในการยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม รวมทั้งการวิเคราะห์สารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำสมุนไพรมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเต้านมโค และเป็นการลดการใช้ยาปฏิชีวนะ ลดการปนเปื้อน ตกค้าง ในน้ำนม อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของสมุนไพรเพิ่มมากขึ้น

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1.ตัวอย่างพืช

พืชที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ สีเสียด [*Acacia catechu* (L.f.) Willd. (AC)] ใช้ส่วนเปลือกต้นและ เหงือกปลาหมอ [*Acanthus ebracteatus* Vahl. (AE)] ใช้ทั้งต้น จากบริษัทเจริญสุข ฟาร์มาซัพพลายจำกัด อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 มังคุด [*Garcinia mangostana* Linn. (GM)] และ ทับทิม [*Punica granatum* Linn. (PG)] จากตลาดสดแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 เตรียมโดยล้างผลให้สะอาด หั่นเปลือกผลให้เป็นชิ้นขนาดเล็กแล้วตากแดดให้แห้ง 3 วัน แล้วอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.การสกัดสารจากพืชด้วยวิธี soxhlet

บรรจุชิ้นส่วนของพืชแห้งลงในชุดสกัด soxhlet โดยใช้เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย การสกัดพืชแต่ละชนิดใช้เวลา 6 ชั่วโมง เมื่อได้สารสกัดจากพืชแล้วนำไปประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator สารสกัดที่ได้เก็บไว้ในขวดแก้วกันแสงที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อทำการทดสอบต่อไป

3.แบคทีเรียทดสอบและการเพาะเลี้ยง

แบคทีเรียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ *Staphyloccoccus aureus* DMST 8840, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20651, *Streptococcus agalactiae* DMST 17129 และ *Escherichia coli* DMST 4212 ซึ่งได้มาจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แบคทีเรียเหล่านี้จะถูกทำการเพาะเลี้ยงในอาหาร Brain Heart Infusion Agar (BHA) หรือ Brain Heart Infusion Broth (BHB) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาทำการทดสอบ

4.การทดสอบความไวของสารสกัดในการต้านแบคทีเรีย

การทดสอบความไวในการต้านแบคทีเรียที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 วิธี ได้แก่ disc diffusion assay และ microdilution Broth

4.1 Disc diffusion assay (Wongkattiya et al., 2018)

เตรียมแบคทีเรียทดสอบให้มีความขุ่นเท่ากับสารละลายมาตรฐาน McFarland No. 0.5 ใช้ cotton swab จุ่มแบคทีเรียที่เตรียมนี้ ป้ายลงบน Mueller Hinton Agar (MHA) ให้เป็น 3 ระนาบ จากนั้นเตรียมสารสกัดจากพืชโดยใช้สารสกัดจากพืชความเข้มข้น 32 mg/mL ปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบน disc จากนั้นนำแผ่น disc นี้วางลงบนอาหารที่ป้ายเชื้อทดสอบ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลบริเวณที่มีการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียรอบแผ่น disc ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดย วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน ANOVA (Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 23

4.2 Microdiution assay (Wongkattiya et al., 2018)

วิธี microdilution assay ทำใน 96-well microplate โดยเจือจางสารสกัดจากพืชเป็นลำดับส่วน เตรียมแบคทีเรียทดสอบให้มีความขุ่นเท่ากับสารละลายมาตรฐาน McFarland No. 0.5 แล้วเจือจางอีก 100 เท่าใน Mueller Hinton Broth (MHB) แล้วเติมแบคทีเรียปริมาตร 50 ไมโครลิตรลงไปในแต่ละหลุม โดยให้หลุมที่ไม่มีสารสกัดจากพืชเป็น bacterial control บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบนี้ 3 ซ้ำ อ่านผลด้วยการสังเกตการเจริญของแบคทีเรียในแต่ละหลุม หลุมที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ไม่เห็นการเจริญของเชื้อถือว่าความเข้มข้นนั้นเป็นความเข้มข้นที่น้อยที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ (minimal inhibitory concentration, MIC) จากนั้นนำสารละลายจากหลุมที่ไม่เห็นการเจริญของเชื้อมาปริมาตร 10 ไมโครลิตรมาเพาะเชื้อลงบน BHA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หากไม่พบการเจริญจากหลุมที่มีความเข้มข้นต่ำที่สุด ถือว่าเป็นความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่ฆ่าเชื้อได้ (minimal bactericidal concentration, MBC) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5.โครมาโตกราฟีแผ่นบาง (thin layer chromatography, TLC) และการทดสอบการต้านแบคทีเรียด้วยวิธี TLC-bioautography (Wongkattiya, 2019)

การทำโครมาโตกราฟีแผ่นบางทำเพื่อแยกองค์ประกอบของสารสกัดจากพืช ทำโดยใช้ Silica gel 60 F_{254} จุ่มในภาชนะปิดที่อิ่มตัวด้วยวัฏภาคเคลื่อนที่ ให้วัฏภาคเคลื่อนที่เคลื่อนที่ไปจนเกือบถึงขอบด้านบนของแผ่น silica gel ปล่อยให้ silica gel แห้งประมาณ 20 นาทีเพื่อให้วัฏภาคเคลื่อนที่ระเหยออกไปจนหมด แล้วนำแผ่น silica gel มาตรวจสอบองค์ประกอบต่าง ๆ ใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

สำหรับการทดสอบการต้านแบคทีเรียบนแผ่น TLC (TLC-bioautography) นั้นคือการนำเอาแผ่น silica gel ที่แยกองค์ประกอบของสารสกัดแล้ว มาทดสอบกับแบคทีเรียเพื่อเป็นการทดสอบว่าองค์ประกอบใดที่ออกฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย ทำโดยเตรียมอาหาร BHA ที่หลอมเหลว ผสมกับแบคทีเรียที่เพาะใน BHB เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผสมให้เข้ากันดี แล้วเทลงบนแผ่น silica gel ที่แยกองค์ประกอบของสารสกัดแล้ว รอให้วุ้นแข็งตัวแล้วจึงนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากบ่มเชื้อแล้วให้สังเกตดูบริเวณที่มีการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียซึ่งสามารถระบุตำแหน่งได้ว่าองค์ประกอบที่แยกบนแผ่น TLC ใดที่ยับยั้งแบคทีเรียได้

6.การวิเคราะห์สารด้วยวิธี Liquid chromatography – Mass spectrometry (LC-MS)

การวิเคราะห์สารด้วยวิธี LC-MS ด้วยเครื่อง Agilent, column C18 4.6 x 150 mm ,injection volume 1 µl, gas temp 350 C, gas flow 10 L/min, nebulizer 30 psig mobile phase A: 0.1% formic acid/H_2O, B: 0.1% formic acid/Acetonitrile

ผลการศึกษา

1.การทดสอบความไวของสารสกัดในการต้านแบคทีเรีย

การทดสอบความไวของสารสกัดชั้นเอทานอลจากพืช 4 ชนิดในการต้านแบคทีเรียก่อโรคเต้านมโคอักเสบด้วยวิธี agar disc diffusion การทดสอบนี้มีปริมาณสารสกัดหยาบเท่ากับ 0.32 mg ในแผ่น disc ที่ใช้ทดสอบ พบว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดและทับทิมยับยั้ง S. aureus และแบคทีเรียดื้อยา MRSA ได้เล็กน้อย (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องมาจากใช้ความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดสอบเป็นปริมาณต่ำ อย่างไรก็ดีจะเห็นได้ว่าสารสกัดนี้ใช้ยับยั้งแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะได้ และเมื่อทดสอบด้วยวิธี Microdilution broth (ตารางที่ 2) พบว่าสารสกัดหยาบจากทับทิมให้ค่าการยับยั้งและฆ่าเชื้อ (MIC/MBC) ต่อเชื้อ S. aureus และ MRSA เท่ากับ 1/2 และ 1/8 mg/mL ตามลำดับ สารสกัดจากมังคุดและสีเสียดให้ผลการต้านเชื้อรองลงมา และสารสกัดจากเหงือกปลาหมอมีฤทธิ์การต้านเชื้อน้อย

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion assay

Plant extract	Inhibition zone (mm) ± SD			
	***S. aureus* DMST 8840**	**MRSA DMST 20651**	***S. agalactiae* DMST 17129**	***E. coli* DMST 4212**
8840AC	6^a	6^a	6^a	6^a
AE	6^a	6^a	6^a	6^a
GM	7.45 ± 0.15^b	7.24 ± 0.23^b	6^a	6^a
PG	8.33 ± 0.45^c	9.32 ± 0.85^c	6^a	6^a

ข้อมูลที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3); (a,b,c) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ของขนาดค่าเฉลี่ย inhibition zone

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านแบคทีเรียด้วยวิธี Microdilution

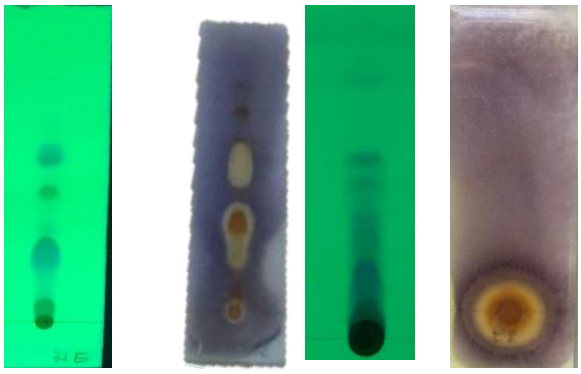
Plant extract	MIC/MBC (mg/mL)			
	***S. aureus* DMST 8840**	**MRSA DMST 20651**	***Str. agalactiae* DMST 17129**	***E. coli* DMST 4212**
AC	16/16	16/16	16/16	>16/>16

Plant extract	MIC/MBC (mg/mL)			
	S. aureus DMST 8840	MRSA DMST 20651	*Str. agalactiae* DMST 17129	*E. coli* DMST 4212
AE	16/16	>16/>16	>16/>16	>16/>16
GM	16/16	16/16	16/16	>16/>16
PG	1/2	1/8	16/16	16/16

2.การแยกสารด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแผ่นบาง (TLC) และการทดสอบการต้านแบคทีเรีย (bioautography)

ก่อนทำการแยกสารด้วยวีธีโครมาโตกราฟี ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของสารสกัดต่าง ๆในการต้านเชื้อแบคทีเรียบนแผ่น Silica gel 60 ก่อน พบว่า สารสกัดจากมังคุดและทับทิมสามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ทุกตัว (data not shown) โดยมีผลการต้านแบคทีเรีย *S. aureus* DMST 8840 ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด

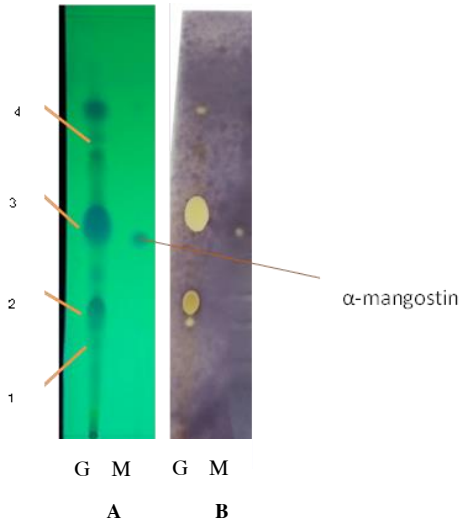
องค์ประกอบของสารสกัดหยาบมังคุดและทับทิมแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแผ่นบาง โดยสารสกัดหยาบมังคุดใช้ระบบวัฏภาคเคลื่อนที่เป็น dicloromethane: methanol (96:4) และสารสกัดหยาบทับทิมใช้ chloroform: methanol: H_2O (8:2:0.2) (รูปที่ 1) พบว่าสารสกัดหยาบมังคุดประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ ส่วนสารสกัดทับทิมมีส่วนที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ไม่เคลื่อนที่ใน Silica gel 60 และระบบวัฏภาคเคลื่อนที่นี้ และเมื่อเปลี่ยนระบบระบบวัฏภาคเคลื่อนอื่น ๆ สารที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อก็ยังคงอยู่ในบริเวณจุดเริ่มต้นที่เติมสารสกัดลงไป อย่างไรก็ตามจากระบบการแยกโดยวัฏภาคเคลื่อนที่นี้ ก็สามารถแยกองค์ประกอบบางส่วนที่ไม่มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียออกไปได้ จึงอาจจะมีการเปลี่ยนวัฏภาคคงที่ชนิดอื่นอื่นในการทดสอบครั้งต่อไป



A B C D

รูปที่ 1 การแยกสารด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแผ่นบางของสารสกัดหยาบมังคุด (A) และทับทิม (C) และการทดสอบการต้าน Staphylococcus aureus DMST 8840 ของสารสกัดหยาบมังคุด (B) และทับทิม (D)

จากผลการทดสอบการแยกสารด้วยโครมาโตกราฟีแผ่นบางร่วมกับการทดสอบการต้านแบคทีเรียนี้ จึงได้แยกสารสกัดหยาบมังคุดอีกครั้งพร้อมกับใช้สารมาตรฐาน α-mangostin (Sigma-Aldrich) ในการตรวจสอบ (รูปที่ 2) พบว่าองค์ประกอบหลัก (ตำแหน่งที่ 3) จากสารสกัดมังคุดที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียนั้นตรงกับ α-mangostin จึงได้นำสารใน ตำแหน่งนี้ไปตรวจสอบด้วยวิธี LC-MS ต่อไป

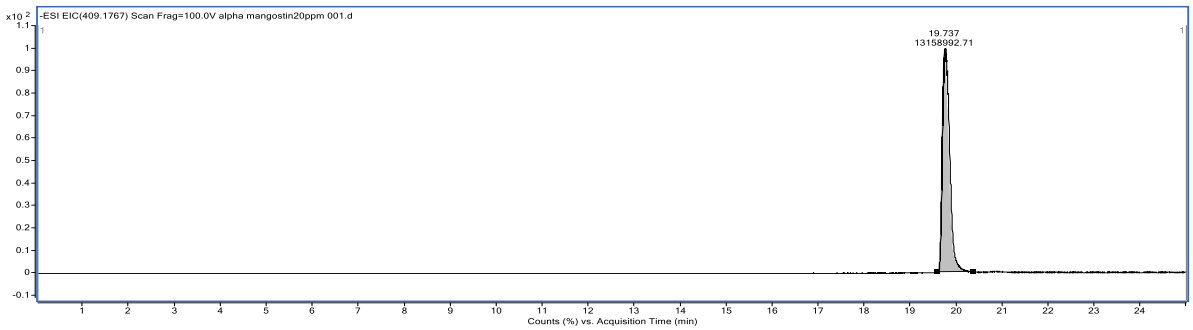


รูปที่ 2 การแยกสารสกัดหยาบมังคุด (G) และสารมาตรฐาน α-mangostin (M) ด้วยโครมาโตกราฟีแผ่นบาง (A) กับการทดสอบการต้านแบคทีเรีย Staphylococcus aureus DMST 8840 (B)

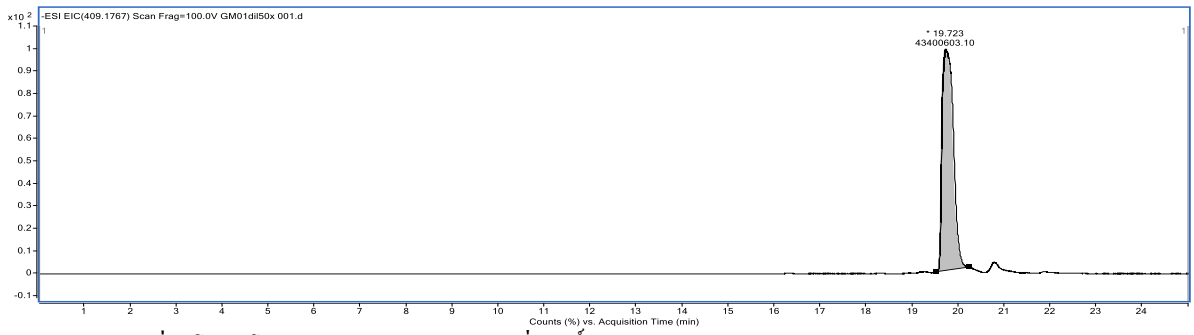
3.การวิเคราะห์สารด้วยวิธี Liquid chromatography – Mass spectrometry (LC-MS)

การแยกสารออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี LC-MS ทำโดย แยกสารสกัดหยาบมังคุดด้วยการใช้วิธีโครมาโตกราฟีแผ่นบาง preparative Silica gel 60 F245 (Sigma-Aldrich) เมื่อแยกสารโดยโครมาโตกราฟีแล้ว จึงไปตรวจสอบใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขูด Silica gel บริเวณที่มีสารต้านแบคทีเรีย เมื่อเทียบกับ pattern บนแผ่นที่เคยแยกสารมาก่อน จากนั้นจึงเอา Silica gel ที่ขูดได้มาแช่ใน methanol เพื่อสกัดเอาสารนั้นออกมาทำการวิเคราะห์ด้วย LC-MS ต่อไป

เมื่อวิเคราะห์สารที่ออกฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียด้วย LC-MS เทียบกับสารมาตรฐาน α-mangostin แล้ว พบว่า สารออกฤทธิ์มี chromatogram ที่ตรงกันกับสารมาตรฐาน โดยสารมาตรฐานมี peak ปรากฏออกมาในนาทีที่ 19.737 (รูปที่ 3) และสารออกฤทธิ์จากมังคุดมี peak ออกมาในนาทีที่ 19.723 ดังนั้นสารหลักที่ออกฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย คือ α-mangostin (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน α-mangostin: Extracted ion chromatogram



รูปที่ 4 โครมาโตแกรมของสารสกัดจากมังคุดที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (GM01): Extracted ion chromatogram

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ สีเสียด (เปลือกลำต้น) เหงือกปลาหมอ (ทั้งต้น) มังคุด (เปลือก) และทับทิม (เปลือก) พบว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุดและทับทิมยับยั้งแบคทีเรียได้ดี รองลงมาคือ สีเสียด กับเหงือกปลาหมอ ให้ฤทธิ์การยับยั้งได้น้อย

ผลวิจัยในครั้งนี้ คล้ายกับงานวิจัยของ Negi & Dave (2010) ที่ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของใบสีเสียด ด้วยวิธี agar well diffusion, microdilution broth ได้พบว่า สารสกัดใบสีเสียดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ดีที่สุดต่อเชื้อทดสอบ 6สายพันธุ์ ได้แก่ *B. subtilis*, *S. aureus*, *Salmonella* Typhi, *E. coli*, *P. aeroginosa* และ *Candida albicans* ในปี 2009 Sittiwet และคณะ ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเหงือกปลาหมอ ต่อการต้านแบคทีเรียก่อโรคที่ผิวหนัง โดยสกัดสารจากพืชด้วยน้ำร้อน แล้วนำสารสกัดในรูปของเหลวมาทดสอบกับแบคทีเรียทั้งแกรมบวก และแกรมลบ ด้วยวิธี agar disc diffusion และ micro dilution broth โดยมีฤทธิ์ต้านเชื้อ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *S. aureus* ATCC 25923, *S. epidermidis* ATCC 12228, *L. plantarum* ATCC 14917, *K. pneumonniae* ATCC 10031 และ *P. vulgaris* ATCC 13315 ซึ่งสังเกตได้จากวงใสที่เกิดขึ้น และพบค่า MIC / MBC อยู่ในช่วง 1-2 และ 2-4 g/L ตามลำดับ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของสารสกัดต่าง ๆในการต้านแบคทีเรียบนแผ่น Silica gel 60 สารสกัดจากเปลือกมังคุดและทับทิม สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ทุกตัว แต่สารออกฤทธิ์จากสารสกัดเปลือกมังคุดมีการแยกกันบนแผ่น Silica gel 60 aluminum sheet ได้ดีกว่าทับทิม จึงแยกสารสกัดเปลือกมังคุดอีกครั้งพร้อมกับใช้สารมาตรฐาน α mangostin (Sigma-Aldrich) ในการตรวจสอบ พบว่าองค์ประกอบหลักที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียนั้นตรงกับ α mangostin จึงนำแถบสารนี้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี LC-MS สารนั้นก็คือ α-mangostin

ผลการทดสอบนั้นได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gopinath และคณะ (2011) พบว่าสารสกัดของเปลือกทับทิม มีฤทธิ์ ในการยับยั้งเชื้อที่เป็นสาเหตุของการเกิดเต้านมโคอักเสบ ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysagalactiae*, *Escherichia coli* และ coagulase negative *S. aureus* โดยทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อด้วยวิธี agar disc diffusion ซึ่งเชื้อทดสอบนี้แยกมาจากวัวที่เป็นโรค และได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด ซึ่งประกอบไปด้วย alkaloids, tannins, carbohydrate, flavonoid, phytosterol, phenols, sterols, terpenes และ volatile oil ต่อมาในปี 2015 Matsumoto และคณะได้ประเมินฤทธิ์ของสารสกัดเปลือกทับทิมด้วย hydroalcoholic 10 % ในการต้านแบคทีเรียสาเหตุของเต้านมอักเสบในโคนม ด้วยวิธี disc diffusion และ MIC นอกจากนี้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลลิกทั้งหมด และการต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดที่ความเข้มข้น 500 และ 1,000 μg/ml สามารถต้านการเจริญ *S. aureus* ATCC 25923, *S. saprophyticus* ATCC15305, *S. epidermidis* ATCC12228, *E. coli* ATCC11229, *Enterobacter cloacae* ATCC 23355 และ *Bacillus cereus* ATCC 33018 ผลการศึกษานี้อาจช่วยเพิ่มศักยภาพในการรักษาที่เฉพาะต่อสุขภาพของโคได้

นอกจากนั้น Gullon & Viuda-Martos (2016) ที่ได้วิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลลิก และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกทับทิม ปริมาณโพลีฟีนอลลิก วิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC พบสารประกอบฟีนอลลิก 8 ชนิด ซึ่งในสาร

สกัดเปลือกทับทิม Punicalagin พบเป็นองค์ประกอบหลัก (16.67 mg/g) รองลงมาคือ ellagic acid (0.15 mg/g) และสารสกัดหยาบมีค่าการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้แก่ *Salmonella sp., E. coli, S. aureus* และ *L. monocytogenes* โดยมีค่า MIC อยู่ระหว่าง 20-50 mg/ml

พืชที่เด่นที่สุดในงานวิจัยนี้คือ มังคุด ซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับการยับยั้งเชื้อของสารสกัดเปลือกมังคุด เช่น งานวิจัยของ Lim และคณะ (2013) ได้ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งแบคทีเรีย ของส่วนต่าง ๆของมังคุด ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากส่วนที่เป็นเปลือก มีการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดจากส่วนที่เป็นเนื้อ และเมล็ด สารสกัดจากทั้งสามส่วน มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 11632 ได้ดี ในขณะที่เฉพาะสารสกัดจากเปลือก มีความสามารถในการยับยั้ง *B. cereus* ATCC10876 ในปี 2017 Chusri และคณะได้ศึกษาคุณสมบัติของยาสมุนไพรดั้งเดิมของไทย ชื่อว่า ยาสมานแผล ซึ่งประกอบไปด้วยสมุนไพรหลายชนิด (ขมิ้นชัน สีเสียด ข้าว และมังคุด) และสารสำคัญ (catechin, α-mangostin และ curcumins) ต่อการต้านแบคทีเรีย coagulase positive และ coagulase negative staphylococci ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดยาสมานแผล และมังคุด ด้วยเอทานอล และ mangostin มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus* spp. ดีที่สุด ซึ่งแยกได้จากวัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ มีค่า MIC อยู่ที่ 1-32 μg/ml และเมื่อทดสอบการยับยั้งการเกิด biofilm ก็พบว่ายับยั้งการเกิด biofilm ได้อย่างมีนัยสำคัญ สมุนไพรชนิดอื่นก็ให้ผลไปในทางเดียวกันกับมังคุด และ mangostin ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* นั้น ได้ทำการยืนยันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนและส่องผ่าน แสดงให้เห็นว่า สมุนไพร และมังคุด ทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย โดยทำให้ผนังเซลล์แบคทีเรียเป็นรู และทำให้โครงสร้างของแบคทีเรียเสียสภาพ

สารสำคัญที่ออกฤทธิ์จากสารสกัดเปลือกมังคุดที่เราวิเคราะห์ได้ ด้วยวิธี LC พบว่า คือ α-mangostin ซึ่ง Widowati และคณะ (2014) ก็ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบสารสกัดเปลือกมังคุด โดยวิเคราะห์ปริมาณ xanthones ด้วยวิธี HPLC พบว่า ประกอบไปด้วย α-mangostin 105 ppm, γ-mangostin 7.20 ppm, 9.92 ppm Garcinone-C, และ Garcinone-D 3.50 ppm นอกจากนั้นสารสกัดเปลือกมังคุด และ α-mangostin ยังมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ โดย α-mangostin มีศักยภาพสูงสุด โดยมีค่า IC50 2.348 μg/ml

สรุปผลการศึกษา

สารสกัดจากเปลือกมังคุด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดเต้านมอักเสบในโคนมได้ดีที่สุด สามารถยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ รองลงมาคือ ทับทิมและสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ของสารสกัดเปลือกมังคุด คือ α - mangostin ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำสารสกัดสมุนไพร ไปใช้ป้องกัน รักษาอาการอักเสบของเต้านมในโคนมได้ ที่สำคัญเพื่อเป็นการลดการใช้ยาปฏิชีวนะ ลดการปนเปื้อนในน้ำนม เพื่อสุขภาพที่ดีของโคอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่สนับสนุนงบประมาณประจำปี 2561 ในการวิจัย (มจ.1-61-100)

เอกสารอ้างอิง

ตระการศักดิ์ แพไธสง. โรคเต้านมโคอักเสบ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันตก จังหวัดราชบุรี Available online: (26 August 2019) http://vrd-wp.dld.go.th/webnew/images/stories/report/article_zoonosis/Mastitis.pdf.

ศิริขวัญ ทินรัตน์ และ ชัชวาล สิงหะพล. 2557. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of pomegranate (*Punica granatum* Linn.) peel extract. *วารสารวิจัย มข.* 19 (3), 353-360.

สุกัญญา บุตรพรม. 2556. ผลของการใช้ครีมสอดรูหัวนม เพื่อป้องกันการเกิดโรคเต้านมอักเสบในแม่โคระยะหยุดพักรีดนม. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุนารี.

Aizat W.M., Jamil I.N., Ahmad-Hashim F.H. & Noor N.M. 2018. Recent updates on metabolite composition and medicinal benefits of mangosteen plant. *Peer J-Life Env*. 7: e6324 DOI 10.7717/peerj. 6324

Chusri S., Tongrod S., Saising J., Mordmuang A., Limsuwan S., Sanpinit S. & Voravuthikunchai S.P. 2017. Antibacterial and anti-biofilm effects of a polyherbal formula and its constituents against coagulase-negative and -positive staphylococci isolated from bovine mastitis. *J Appl Anim Res*. 45(1), 364-372.

Dipak G., Axay P., Manodeep C. & V.K.J. 2012. Phytochemical and pharmacological profile of *Punica granatum:* An overview. *Int R J Pharm*. 3(2), 65-68.

Gopinath S.M., Suneetha T.B., Mruganka V.D. & Ananda S. 2011. Chemical profiling and antibacterial activity of *Punica granatum* L. against pathogen causing bovine mastitis. *J Chem Pharmaceu Res*. 3(5), 514-518.

Gullon B. & Viuda-Martos M. 2016. Assessment of polyphenolic profile and antibacterial activity of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-product of juice extraction. *Food Cont*. 59, 94-98.

Lim Y.S., Hui Lee S.S. & Tan B.C. 2013. Antioxidant capacity and antibacterial activity of different parts of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) extracts. *Fruits*. 68 (6), 483-489.

Manimekalai I., Sivakumari K., Ashok K. & Rajesh S. 2019. Phytochemical profiling of mangosteen fruit, *Garcinia mangostana*. *World J Pharma Pharmaceu Sci*. 5(2), 221-252.

Matsumoto L.S., Bermal Moreira G. M., Alves da Silva M., Silva L., Silva R. & Peixoto E.M. 2015. *In vitro* antibacterial activities of pomegranate extract against standard microorganism of bovine mastitis. *J Med Plant Res*. 9(26), 950-953.

Negi B.S. & Dave B.P. 2010. *In Vitro* Antimicrobial activity of *Acacia catechu* and its phytochemical analysis. *Indian J Microb*. 50(4), 369-374.

Pedraza-Chaverri J., Cárdenas-RodrÍguez N., Orozco-Ibarra M. & Pérez-Rojas J.M. 2008. Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food Chem Toxicol*. 46, 3227-3239.

Sittiwet C., Niamsa N. & Puangpronpitag D. 2009. Antimicrobial activity of *Acanthus ebracteatus* Vahl. aqueous Extract: the potential for skin infection treatment. *Int J Biol Chem*. 3(2), 95-98.

Widowati W., Darsono L., Suherman J., Yelliantty Y. & Maesaroh M. 2014. High performance liquid chromatography (HPLC) analysis, antioxidant, antiaggregation of mangosteen peel extract (*Garcinia mangostana* L.). *Int J Biosci Biochem Bioinfo*. 4(6), 458-466.

Wongkattiya N., Akekawatchai C., Sanguansermsri P., Fraser I.F., Praroomsoot C. & Sanguansermsri D. 2018. Chemical compositions and biological properties of essential oils from *Zanthaxylum rhetsa* (Roxb.) DC and *Zanthoxylum limonella* Alston. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 15(2), 12-18.

Wongkattiya N., Sanguansermsri P., Fraser I.F. & Sanguansermsri D. 2019. Antibacterial activity of cuminaldehyde on food-borne pathogens, the bioactive component of essential oil from *Cuminum cyminum* L. collected in Thailand. *J Comp. Integr. Med.* 1-6.

วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง (สาธารณรัฐประชาชนจีน)

นัทธ์หทัย เครบส์[1*] และบุญทรัพย์ พานิชการ[2]

Route Selection Methodology for International Transportation between Thailand and Guangxi Zhuang Autonomous Region (People's Republic of China)

Nathathai Krebs[1*] and Boonsub Panichakarn[2]

[1]คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แขวงสวนจิตลดา เขตดุสิต กรุงเทพ 10300
[2] วิทยาลัยโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Suan Chitlada, Dusit, Bangkok 10300, email: longsanathathai@gmail.com
[2]Shool of Logistics and Supply Chain, Naresuan University, Tha Pho, Mueang Phitsanulok, Phitsanulok 65000
[*] Corresponding author. E-mail: someone@text.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกณฑ์ตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศของภาคเอกชน เพื่อออกแบบวิธีการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศของภาคเอกชน และเพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีน การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์หาน้ำหนักของเกณฑ์ตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศและวิเคราะห์ทางเลือกเพื่อหาเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้ องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ร่วมกับ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ และใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยผู้ประกอบการขนส่งจากประเทศไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 105 ตัวอย่าง โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า เกณฑ์ตัดสินใจที่มีอิทธิพลต่อการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศมากที่สุด คือ ความเสี่ยง โดยเฉพาะความเสี่ยงจากการเมืองและนโยบายของประเทศที่ขนส่งผ่าน รองลงมาได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้าที่สำคัญคือความสะดวกด้านกระบวนการผ่านด่าน เวลาในการขนส่ง และต้นทุนขนส่ง ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ทางเลือกพบว่า เส้นทางที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง (สาธารณรัฐประชาชนจีน) คือ เส้นทาง R12 รองลงมา คือ เส้นทาง R9 และ R8 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การขนส่งระหว่างประเทศ การเลือกเส้นทางขนส่ง กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ไทยและกว่างซี (จีน) เส้นทาง R8 R9 R12 เส้น

Abstract

This research aims to study the decision criteria for selecting international transportation routes of the private sectors, to design the method of international routes selection of private sectors, and to find the optimal routes for goods transportation from Thailand to the Guangxi Zhuang Autonomous Region (Guangxi) of the People's Republic of China. The data analysis is used the combination of Confirmatory Factor Analysis (CFA), and Analytic Hierarchy Process (AHP) to determine the significant weight of each criteria and to select the optimal route. The data is collected by the questionnaire from the 105 samples of transportation companies from Thailand, the Lao People's Democratic Republic, the Socialist Republic of Vietnam, and the People's Republic of China. This research shows that the most influenced decision criteria of the selection of international transportation routes for the private sector are risks (especially pollical and policy), border trade facilitation, time, and transportation cost, respectively. Moreover, the optimal routes for transporting goods from Thailand to Guangxi (China) are the R12, R9 and R8, respectively.

Keywords: International Transportation, Transportation Route Selection, Analytic Hierarchy Process (AHP), Confirmatory Factor Analysis (CFA), Thailand and Guangxi (China), Route R8 R9 R12 and Haiphong Port (Vietnam)

บทนำ

ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ในปัจจุบัน การแข่งขันทางการค้าที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น การแข่งขันได้ขยายจากตลาดภายในประเทศและภูมิภาคมาสู่การแข่งขันในตลาดโลก ส่งผลให้ธุรกิจต้องยกระดับความสามารถในการดำเนินธุรกิจเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและสามารถขยายตลาดได้เพิ่มมากขึ้น การจัดการด้านการจัดส่งสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะผลักดันให้ธุรกิจเกิดความสามารถในการแข่งขันประสบความสำเร็จได้

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เนื่องจากจะเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญอย่างหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการอันจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน จะเห็นได้จากประเทศไทยมีการกำหนดเรื่องการพัฒนาบริการขนส่งและเครือข่ายโลจิสติกส์ตามเส้นทางไว้ในแผนยุทธศาสตร์ การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาเพิ่มมูลค่าระบบห่วงโซ่อุปทาน เพื่อพัฒนาและยกระดับมาตรฐานระบบการบริหารจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานให้ได้มาตรฐาน สากล สนับสนุนการสร้างมูลค่าเพิ่ม และสามารถบริหารจัดการตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานจนถึงจุดจำหน่าย สินค้าสู่ผู้อุปโภคบริโภคได้ กลยุทธ์ที่ 3 พัฒนาศักยภาพผู้ให้บริการโลจิสติกส์ (Logistics Service Providers: LSPs) ให้สามารถแข่งขันได้ ยกระดับผู้ให้บริการโลจิสติกส์ให้ได้การรับรองคุณภาพระดับมาตรฐานสากล ผู้ประกอบการสามารถแข่งขันด้วยการยกระดับประสิทธิภาพและมาตรฐานการให้บริการโลจิสติกส์ เทียบเคียงผู้ให้บริการโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ ส่งเสริมผู้ให้บริการโลจิสติกส์สู่การเป็นผู้ให้บริการ แบบครบวงจร เช่น การบริการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างประเทศ การบริการขนส่งทางถนน ระหว่างประเทศ เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

การขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ภาคเอกชนที่เป็นผู้ให้บริการด้านการขนส่งให้ความสำคัญกับการเลือกเส้นทางขนส่ง เนื่องจากมีผลกระทบต่อต้นทุนขนส่งที่เกิดขึ้น รวมถึงความสะดวกในการขนส่งระหว่างประเทศอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันการเลือกใช้เส้นทางเพื่อการขนส่งผู้ประกอบการขนส่งส่วนใหญ่ยังคงให้ความสำคัญกับการลดต้นทุน ทำให้มีการเปลี่ยนเส้นทางที่ใช้หากมีเส้นทางใหม่ที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำกว่า อย่างไรก็ตามนอกจากต้นทุนในการขนส่งแล้ว ผู้ประกอบการขนส่งยังให้ความสำคัญกับเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความสี่ยงในการขนส่งสินค้าอีกด้วย ซึ่งตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อต้นทุน เวลา และความเสี่ยงของการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เช่น โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง กระบวนการผ่านด่าน และกฎระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ของประเทศในเส้นทางขนส่ง เป็นต้น (Kengpol, 2010)

ในปัจจุบันการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีน มีบทบาทสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ จากนโยบายของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนที่กำหนดให้เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงเป็น"ประตูสู่อาเซียน" ในปี พ.ศ. 2561 การค้าระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงมีมูลค่าอยู่ที่ 9,136 ล้านหยวน (ประมาณ 45,680 ล้านบาท) เพิ่มขึ้น 96.3% แบ่งเป็นมูลค่าส่งออกจากไทยไปเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง 7,291 ล้านหยวน (ประมาณ 36,455 ล้านบาท) เพิ่มขึ้น 191% และมูลค่านำเข้า 1,845 ล้านหยวน (ประมาณ 9,225 ล้านบาท) ลดลง 14.1% โดยไทยเป็นฝ่ายได้ดุลการค้า 5,446 ล้านหยวน ซึ่งในบรรดาประเทศสมาชิกอาเซียน ประเทศไทยเป็นคู่ค้าอันดับ 2 ของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง มีสัดส่วน 4.43% ของการค้ากับอาเซียน และคิดเป็นสัดส่วน 2.22% ของการค้าต่างประเทศ สำหรับสินค้าที่วิสาหกิจของสาธารณรัฐประชาชนจีนนำเข้าจากไทยผ่านด่านในเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงที่สำคัญ ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (HDD) มันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลัง และเอทิลีน และสินค้าที่วิสาหกิจจีน ส่งออกไปไทยผ่านด่านในเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง คือ กรดฟอสฟอริกที่ใช้ประกอบอาหาร ไดแอมโมเนียฟอสเฟส รางเหล็ก ดอกไม้ไฟ และโมโนแอมโมเนียฟอสเฟส นอกจากสินค้าดังกล่าวแล้ว ในปัจจุบันการขนส่งผลไม้ไทยผ่านด่านของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยยังมีโอกาสและศักยภาพในการขยายความร่วมมือด้านการค้ากับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงอีกมาก เมื่อคำนึงถึงช่องทางการค้าที่มีต่อ

กันทั้งเส้นทางทางทางบกผ่านชายแดน เส้นทางทางทะเล และทางอากาศ (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในจีน ณ นครหนานหนิง, 2562) ซึ่งเส้นทางขนส่งหลักระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงที่สำคัญคือเส้นทางขนส่งทางถนนผ่านเส้นทาง R8 R9 R12 และเส้นทางผ่านท่าเรือท่าเรือไฮฟองของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามและเชื่อมต่อทางถนนผ่านด่านโหยวยี่กวนของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีน (บุญทรัพย์ พานิชการ, 2560)

ดังนั้น การศึกษาวิธีการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศ ภายใต้การพิจารณาจากภาคเอกชนของทุกประเทศในเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีน จะช่วยตอบสนองความต้องการของภาคเอกชนในเรื่องการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสม และการจัดการที่เหมาะสมของในแต่ละประเทศซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้เส้นทาง รวมถึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นซึ่งจะเป็นแนวทางในการดำเนินนโยบายที่เกี่ยวข้องสำหรับภาครัฐของทุกประเทศในเส้นทางขนส่ง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมามีทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การขนส่งระหว่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยด้านการขนส่งระหว่างประเทศ พบว่าการศึกษาการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับปัจจัยเชิงปริมาณ Min (1991), Banomyong and Beresford (2001), Bookbinder และคณะ (1998), Chang (2008) และ Yang และคณะ (2011) ศึกษาการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศในรูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยเชิงปริมาณคือต้นทุนขนส่งและเวลาขนส่งเท่านั้น ยกเว้น Banomyong and Beresford (2001) ที่ได้เพิ่มปัจจัยด้านคุณภาพ คือ ความเสี่ยงเข้ามาร่วมพิจารณา โดยเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์เส้นทางขนส่ง ได้แก่ goal programming, cost distance model, risk analysis และ Shortest path problem with time windows ต่อมา ปี 2012 มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบคืองานวิจัยของ Kengpol และคณะ ซึ่งได้นำปัจจัยเชิงคุณภาพด้านความเสี่ยงมาพิจารณาร่วมกันต้นทุนและเวลาในการขนส่ง และสรุปว่าปัจจัยความเสี่ยงสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ความเสี่ยงของโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกของเส้นทางการขนส่ง ความเสี่ยงต่อตัวสินค้า และความเสี่ยงด้านกฎระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ โดยนำปัจจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมารวมกันอย่างเป็นระบบโดยใช้เครื่องมือ AHP และ ZOGP และเครื่องมือที่นำมาคิดต้นทุน คือ multimodal transportation cost-model นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งระหว่าประเทศและโครงข่ายขนส่งอีกหลายงาน เช่น Jeong, et al. (2007) ได้สร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นแบบจำนวนเต็ม ซึ่งมีสมการเป้าหมายเป็นต้นทุนและเวลาในโครงข่ายขนส่ง Cho และคณะ (2012) ใช้ dynamic programming เพื่อหาต้นทุนและเวลาที่ต่ำที่สุด สำหรับเลือกเส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างเมืองปูซานและเมืองรอตเตอร์ดัม และ Regmi and Hanaoka (2012) ได้ใช้เครื่องมือ time-cost distance model ในการประเมินการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือและเอเชียกลาง

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งระหว่างประเทศดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศ ได้แก่ ต้นทุนทั้งหมดในการขนส่ง เวลาทั้งหมดในการขนส่ง และความเสี่ยง อีกทั้งปัจจุบันนอกจากปัจจัยด้านความเสี่ยงแล้วยังมีปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งนั่นคือ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า (Rudjanakanoknad และคณะ, 2014) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงกำหนดปัจจัยที่ใช้การศึกษาได้แก่ ต้นทุนขนส่ง เวลาขนส่ง ความเสี่ยง และสิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า

1.1 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP)

โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) พัฒนาขึ้นในปลายปีทศวรรษที่ 1970 โดย Saaty (1980) จากการศึกษาของ Kengpol และคณะ (2010) กล่าวถึง กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ว่า เป็นวิธีการหนึ่งของการเข้าสู่การ

แสดงลำดับ (Out Ranking Approach) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีการตัดสินใจเกณฑ์พหุคูณ (Multiple Criteria Decision Making: MCDM) สำหรับใช้การประเมินทางเลือกและเกณฑ์การตัดสินใจที่มีความขัดแย้ง หรือสามารถกล่าวได้ว่า เป็นการตัดสินใจลักษณะประจำพหุคูณ (Multiple Attribute Decision Making: MADM) ลักษณะของการเข้าสู่การแสดงลำดับจะเป็นการเรียงลำดับจากการกำหนดความสำคัญ (Out Ranking) หรือความชอบของแต่ละทางเลือก และวิฑูรย์ (2542) กล่าวไว้ว้า ในปัจจุบันกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ได้รับความนิยมแพร่หลาย เนื่องจากเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยจะแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น แล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยหรือเกณฑ์การพิจารณา และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อพิจารณาว่าปัจจัย (เกณฑ์) และทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุด AHP เป็นกระบวนการที่ใช้ง่าย เพราะมีโครงสร้างเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์ และผู้ใช้ไม่ต้องรอเรียนจากประสบการณ์หรือไปฝึกอบรม เพราะ AHP ไม่จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุมชี้นำแต่ประการใด นอกจากนี้ Dyerและ Forman (1991) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ไว้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การวางโครงสร้างของแผนภูมิลำดับชั้น ผู้ทำการตัดสินใจจะต้องให้คำจำกัดความของปัญหา และทำการกำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยในการตัดสินใจที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม เมื่อดำเนินการทั้งสองขั้นตอนนี้แล้วให้ทำการกระจายความสลับซับซ้อนของปัญหาให้อยู่ในรูปของลำดับชั้นโครงสร้างปัญหาพื้นฐานประกอบ 3 ลำดับหลัก คือ เป้าหมายหรือจุดประสงค์ เกณฑ์การตัดสินใจ และทางเลือกที่เป็นไปได้ ขั้นตอนที่ 2 การจัดลำดับความสำคัญโดยการพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ ขั้นตอนที่ 3 การหาน้ำหนักความสำคัญโดยสรุปของกลุ่ม (หากมีการตัดสินใจเป็นกลุ่ม) การตัดสินใจเป็นกลุ่ม ต้องมีการสรุปหาน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมกับเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้มากที่สุด และขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความไว เป็นการช่วยตอบคำถามเกี่ยวกับความสำคัญโดยเปรียบเทียบของข้อมูลหรือความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีผลกระทบกับ ผลการตัดสินใจการวิเคราะห์ความไวเป็นการดำเนินการเพื่อให้บรรลุถึงความเข้าใจที่ดีกว่าการวิเคราะห์การตัดสินใจ

1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factors Analysis: CFA)

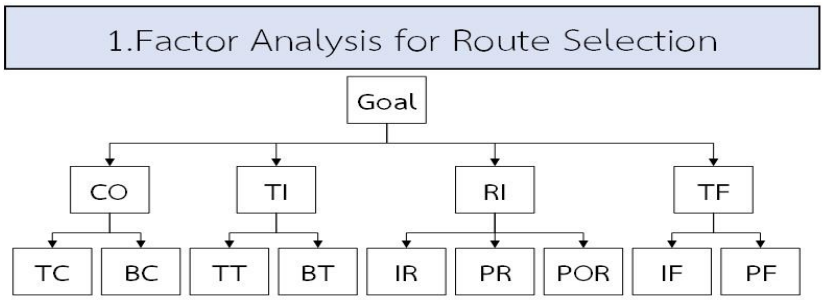
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อยืนยันองค์ประกอบที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาทฤษฎีหรือจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมาก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบประเภทนี้จึงใช้ในกรณีที่ทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือสามารถคาดการณ์ได้ว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรจะอยู่ในรูปแบบใด ทำให้สามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการทดสอบว่าตัวประกอบที่ได้ตรงกับโมเดลหรือตรงกับทฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ ซึ่งส่วนใหญ่นักวิจัยใช้เทคนิคนี้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของเครื่องมือวิจัย (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552) จากการศึกษาของ Fan และ Wang (1998) พบว่า การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 100-200 หน่วยตัวอย่างอาจได้คำตอบไม่เหมาะสมหรือได้ค่าสถิติที่เป็นไปไม่ได้ เช่น ค่าความแปรปรวนติดลบ เป็นต้น แต่ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 500 หน่วยตัวอย่างขึ้นไป กลับไม่พบค่าที่ไม่เหมาะสม Bollen (1989) ได้เสนอแนะไว้กว้าง ๆ ว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์อิสระ 1 ตัว ต้องใช้หลายหน่วยตัวอย่าง Lindeman, Merenda และ Gold (1980) เสนอแนะหลักทั่ว ๆ ไปว่า อัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยตัวอย่างกับจำนวนพารามิเตอร์หรือตัวแปรควรเป็น 20 : 1 นอกจากนี้ Hu และ Bentler (1999) เสนอหลักปฏิบัติในเรื่องนี้ว่า ควรมีจำนวนหน่วยตัวอย่างมากกว่า 15 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ถ้าลักษณะการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติพหุนามและความตรง/ความเที่ยงของเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์ดี และจากการศึกษาของ West และคณะ (1995) แนะนำว่า ผู้วิจัยควรตรวจสอบความเบ้และความโด่งของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัว ถ้ามีค่าความเบ้มากกว่า 2.00 และมีค่าความโด่งมากกว่า 7.00 แสดงว่าลักษณะการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ ควรใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น แต่ในกรณีที่ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่มาก (มากกว่า 1,000 คน) ไม่ต้องห่วงเรื่องลักษณะการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ และ Hair และคณะ. (2010) ระบุไว้ว่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) กลุ่มตัวอย่างต้องมีจำนวนเป็น 10-20 เท่าของตัวแปรสังเกต ซึ่งในการวิเคราะห์ CFA จะทำการวิเคราะห์ใน 2 ลักษณะ ได้แก่

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง หรือการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างพื้นฐาน และ การวิเคราะห์โมเดลการวัดการตัดสินใจ เพื่อให้สามารถทราบว่าองค์ประกอบใหม่ที่สร้างขึ้นมานั้นองค์ประกอบใดมีความสำคัญมากน้อยกว่ากัน หรือสามารถจัดอันดับความสำคัญขององค์ประกอบใหม่

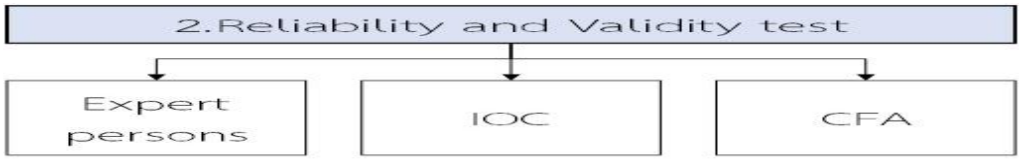
2. วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ

นักวิจัยได้ทำการออกแบบวิธีการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศของภาคเอกชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้เกณฑ์ตัดสินใจเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มีผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน (ภาพ 1-3) นั่นคือ ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยหรือเกณฑ์ตัดสินใจ (Factor Analysis) และการทดสอบความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรง (Reliability and Validity Test) โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดโครงสร้างของเกณฑ์ตัดสินใจ และผลจากวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะทำให้ได้โครงสร้างเกณฑ์ตัดสินใจที่มีผลต่อการเลือกใช้เส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของภาคเอกชน (ภาพ 1 และ 2) และขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกเส้นทางของภาคเอกชน (Private Decision-Making: Route Selecting) ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์หาน้ำหนักสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจที่มีผลต่อการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชนโดยใช้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และทำการวิเคราะห์ทางเลือกเพื่อหาเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสมของภาคเอกชน โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ (ภาพ 3)

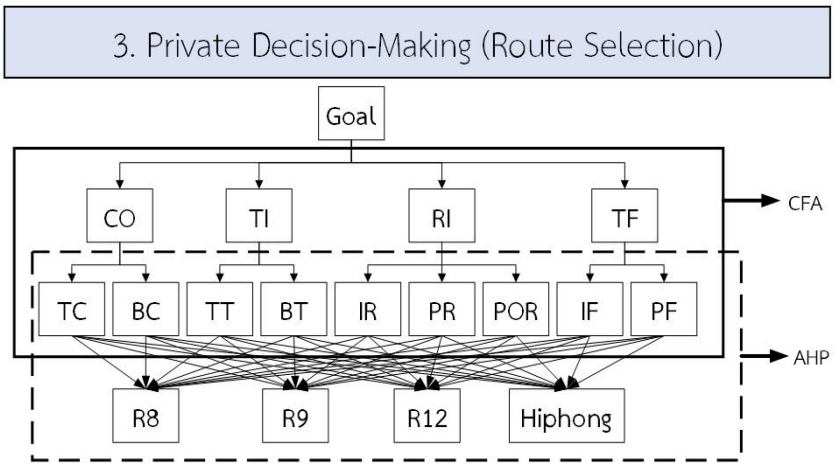
การศึกษาในครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์จากผู้ประกอบการขนส่งของ 4 ประเทศในเส้นทางขนส่งคือ ประเทศไทยจำนวน 65 ราย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวจำนวน 10 ราย สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามจำนวน 10 ราย และ สาธารณรัฐประชาชนจีนจำนวน 20 ราย รวมทั้งสิ้น 105 ราย ซึ่งทำการขนส่งสินค้าในเส้นทางที่ศึกษา โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามหลักของ Hair et al. (2010) ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) คือ กลุ่มตัวอย่างต้องมีจำนวนเป็น 10-20 เท่าของตัวแปรสังเกต ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรสังเกตทั้งหมด 9 ตัวแปร โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และให้ตอบแบบสอบถาม (Questionnaires)



รูปที่ 1 วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชน (ขั้นตอน 1)



รูปที่ 2 วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชน (ขั้นตอน 2)



รูปที่ 3 วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชน (ขั้นตอน 3)

โดย CO คือ ต้นทุนขนส่งทั้งหมด (Cost) TI คือ เวลาขนส่งทั้งหมด (Time) RI คือ ความเสี่ยงในการขนส่ง (Risk) TF คือ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า (Facility) TC คือ ต้นทุนขนส่ง (Transport Cost) BC คือ ค่าใช้จ่ายผ่านด่าน (Border Cost) TT คือ เวลาในการขนส่ง (Travel Time) BT คือ เวลา ณ ด่านพรมแดน (Border Time) IR คือ ความเสี่ยงของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Risk) PR คือ ความเสี่ยงต่อตัวสินค้า (Product Risk) POR คือ ความเสี่ยงด้านนโยบายและการเมือง (Policy and Politics Risk) IF คือ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastracture Facility) และ PF คือ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านกระบวนการ (Process Facility)

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งผลการศึกษาเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ เส้นทางการขนส่งระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง ผลการศึกษาเกณฑ์ตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ และผลการวิเคราะห์เส้นทางขนส่งที่เหมาะสม

1. เส้นทางการขนส่งระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง

เส้นทางขนส่งระหว่างระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีนมีหลายเส้นทาง ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่ง รวมถึงบริษัทขนส่งของไทยและสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่าเส้นทางขนส่งหลักที่น่าสนใจในปัจจุบันมี 4 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางผ่าน R8, R9, R12 และเส้นทางผ่านท่าเรือไฮฟองของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (ภาพ 4) สามารถสรุปรายละเอียดของเส้นทาง ได้ดังนี้

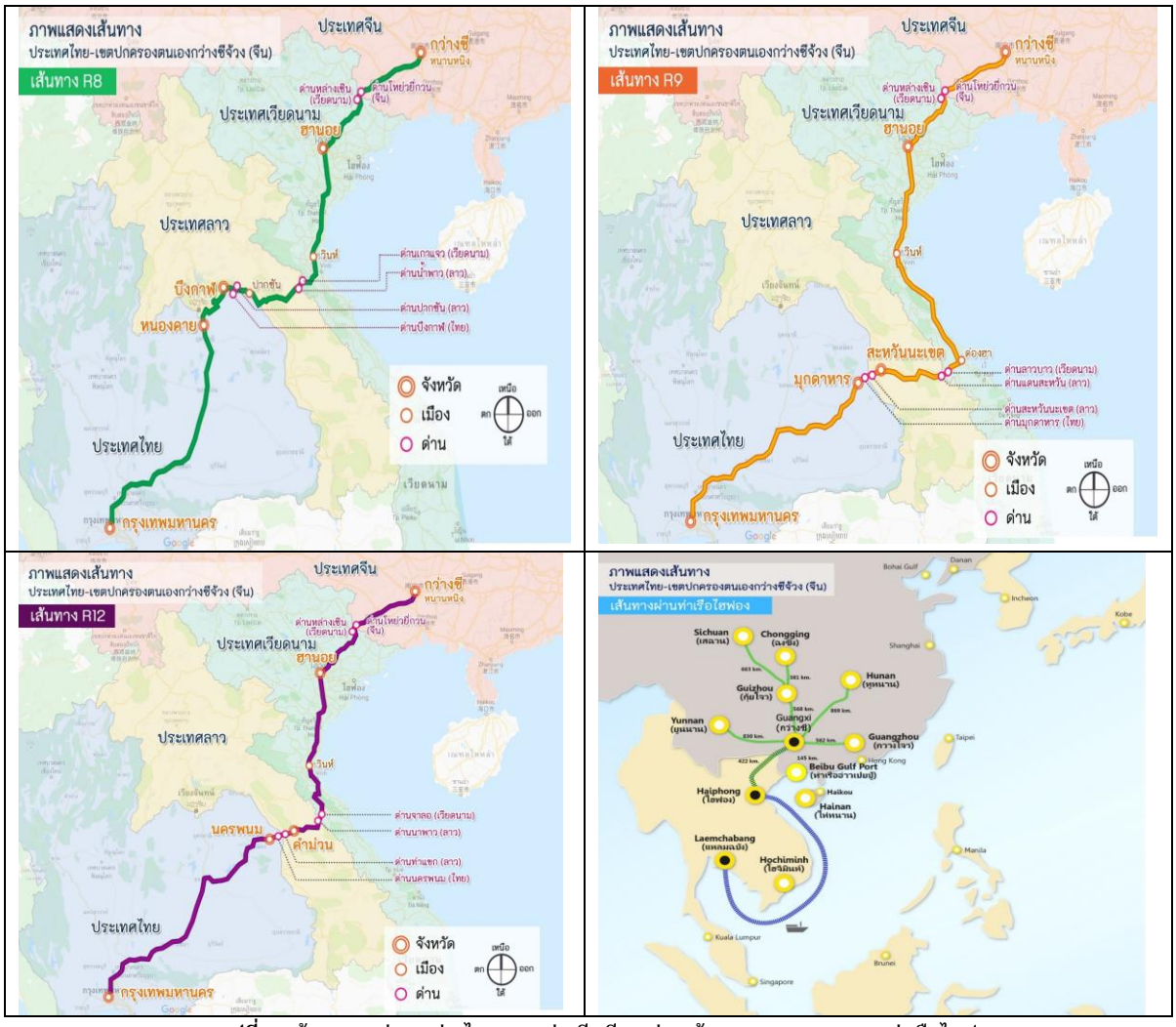
เส้น R8 เป็นเส้นซึ่งผ่านจังหวัดบึงกาฬของประเทศไทย ผ่านด่านปากซัน (Pakson Border) และด่านน้ำพาว (Nam Phao Border) แขวงบอลิคำไซของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และด่านเกาแจว (Cua Treo Border) จังหวัดฮาติงห์ ผ่านฮานอย และด่านหล่างเซิน (Lang Son Border) ของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และผ่านด่านโหย่วยี่กวน (Youyi Guan Border) ของสาธารณรัฐประชาชนจีนไปยังเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง ซึ่งมีระยะทางประมาณ 1,797 กิโลเมตร

เส้น R9 เป็นเส้นซึ่งผ่านจังหวัดมุกดาหารของประเทศไทย ผ่านด่านสะหวันนะเขต (Savannakhet Border) และด่านแดนสะหวัน (Dansavan Border) แขวงสะหวันนะเขต ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผ่านด่านลาวบาว (Lao Bao Border) เมืองด่องฮา จังหวัดกวางตรี ผ่านฮานอย และด่านหล่างเซิน (Lang Son Border) ของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และผ่านด่านโหย่วยี่กวน (Youyi Guan Border) ของสาธารณรัฐประชาชนจีนไปยังเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง ซึ่งมีระยะทางประมาณ 1,959 กิโลเมตร

เส้น R12 เป็นเส้นซึ่งผ่านจังหวัดนครพนมของประเทศไทย ผ่านด่านท่าแขก (Thakhek Border) และด่านนาพาว (Na Phao Border) แขวงคำม่วน ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผ่านด่านจาลอ (Cha Lo Border)

จังหวัดกวางบิงห์ ผ่านฮานอย และด่านหล่างเซิน (Lang Son Border) ของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และผ่านด่านโหย่วยี่กวน (Youyi Guan Border) ของสาธารณรัฐประชาชนจีนไปยังเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง ซึ่งมีระยะทางประมาณ 1,694 กิโลเมตร

เส้นทางผ่านท่าเรือไฮฟอง เป็นเส้นจากท่าเรือประเทศไทยผ่านท่าเรือไฮฟอง (Haiphong Port) ของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และเชื่อมต่อด้วยการขนส่งทางถนนไปยังฮานอย และผ่านด่านหล่างเซิน (Lang Son Border) ของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ผ่านด่านโหย่วยี่กวน (Youyi Guan Border) ของสาธารณรัฐประชาชนจีนไปยังเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง ซึ่งมีระยะทางประมาณ 3,663 กิโลเมตร



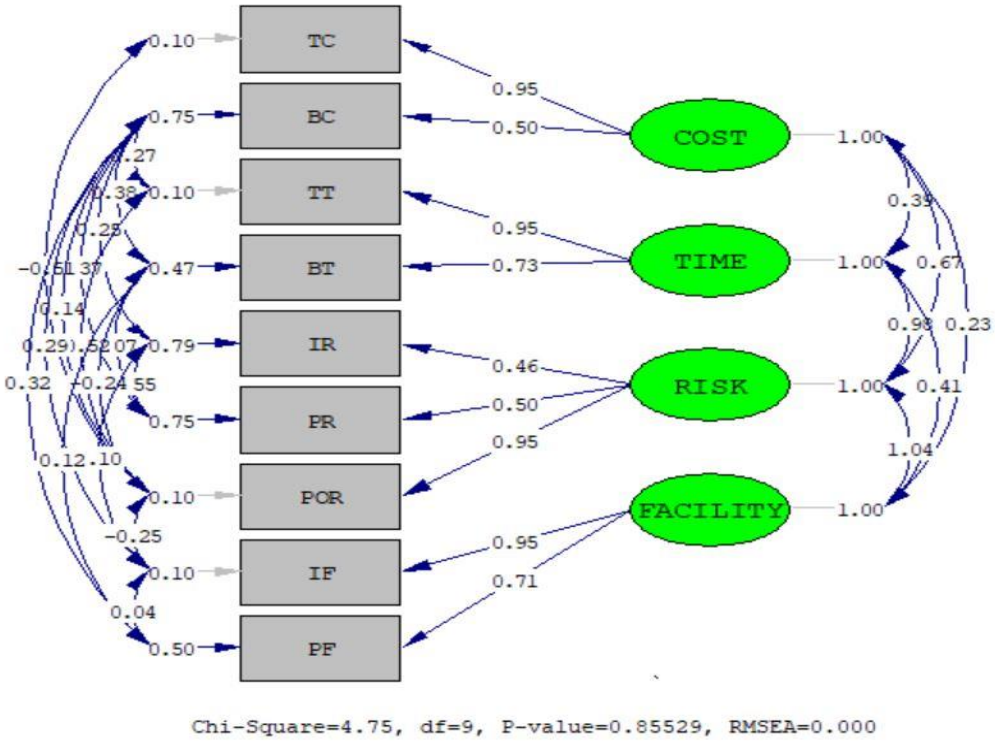
รูปที่ 4 เส้นทางขนส่งระหว่างไทยและกว่างซี (จีน) ผ่านเส้น R8, R9, R12 และท่าเรือไฮฟอง
หมายเหตุ : ข้อมูลเบื้องต้นจาก บุญทรัพย์ พานิชการ และคณะ, 2560

2. ผลการศึกษาเกณฑ์ตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชน

การวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศของภาคเอกชนในครั้งนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยทำการสอบถามผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทั่วไป รวมถึงผักและผลไม้ระหว่างประเทศไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐประชาชนจีน ทั้งที่กำลังขนส่งในปัจจุบันและมีแผนจะขนส่งในอนาคต ซึ่งรวบรวมจากประเทศไทยจำนวน 65 ราย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวจำนวน 10 ราย สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามจำนวน 10 ราย และจาก

สาธารณรัฐประชาชนจีนจำนวน 20 ราย รวมทั้งสิ้น 105 ราย โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน Confirmatory Factor Analysis: CFA เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศด้วยโปรแกรมลิสเรล Version 8.8 ได้ค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ p มีค่ามากกว่า 0.05 relativeχ2 มีค่าน้อยกว่า 2 ดัชนี RMSEA, RMR และ SRMR มีค่าน้อยกว่า .05 และ ดัชนี GFI, AGFI, NFI และ NNFI มีค่ามากกว่า .95 แสดงว่ารูปแบบการวัดมีความสอดคล้องกับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 9 ตัว เป็นองค์ประกอบของเกณฑ์ตัดสินใจของการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าของภาคเอกชนอย่างแท้จริง และจากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนักได้ผลดังแผนภาพแสดงค่าน้ำหนักที่ได้จากคะแนนมาตรฐาน (Standardized solution) และค่า T-value ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่งแสดงดังภาพ 5



รูปที่ 5 แสดงแผนภาพค่าน้ำหนักคะแนนมาตรฐาน

จากภาพ 5 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

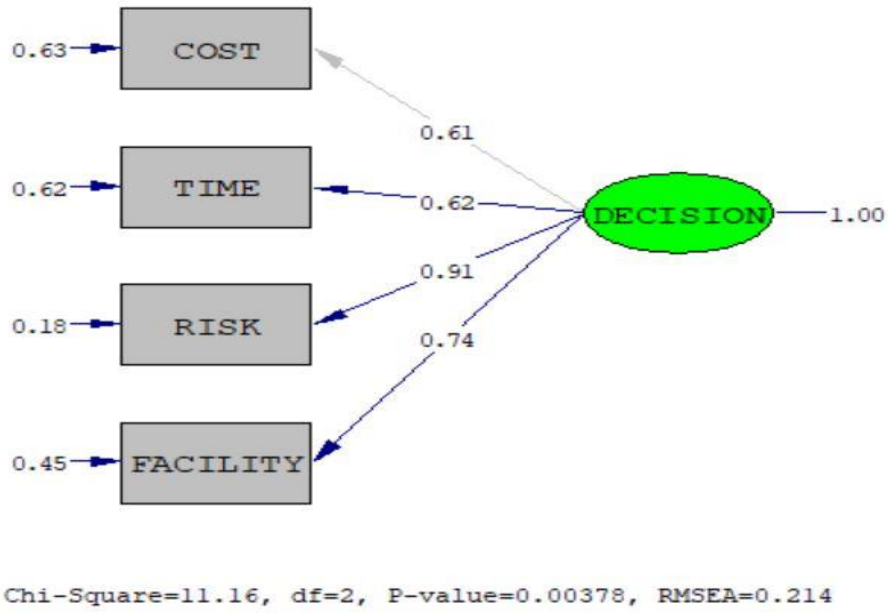
ต้นทุนขนส่งทั้งหมด (Cost) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร โดย ต้นทุนจากการเดินทางขนส่งมีความสำคัญมากกว่าค่าใช้จ่าย ณ ด่านผ่านแดน มีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก เท่ากับ 0.95 และ 0.50 ตามลำดับ

เวลาขนส่งทั้งหมด (Time) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร โดยที่ เวลาในการเดินทางขนส่งมีความสำคัญมากกว่าเวลาผ่านด่านพรมแดน ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก เท่ากับ 0.95 และ 0.73 ตามลำดับ

ความเสี่ยง (Risk) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัวแปร โดยที่ ความเสี่ยงจากการเมืองและนโยบาย มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความเสี่ยงของตัวสินค้าจากการขนถ่ายและพักสินค้า และ ความเสี่ยงจากโครงสร้างพื้นฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก เท่ากับ 0.95, 0.50, และ 0.46 ตามลำดับ

สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า (Facility) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร โดยที่ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านโครงสร้างพื้นฐาน มีความสำคัญมากกว่า สิ่งอำนวยความสะดวกด้านกระบวนการ ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก เท่ากับ 0.95 และ 0.71 ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักของตัวแปรแฝงทั้งสี่ตัวแปรจากค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก พบว่า เกณฑ์ตัดสินใจที่มีความสำคัญมากที่สุดคือความเสี่ยง (Risk) รองลงมาได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า (Facility) เวลาในการขนส่ง (Time) และ ต้นทุนขนส่ง (Cost) มีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนมาตรฐานของน้ำหนัก เท่ากับ 0.91, 0.74, 0.62 และ 0.61 ตามลำดับ โดยสามารถเขียนแผนภาพแสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์โมเดลการวัด แสดงดังภาพ 6



รูปที่ 6 โมเดลการวัดการตัดสินใจ

จากผลการวิเคราะห์หาน้ำหนักคะแนนของเกณฑ์ตัดสินใจที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศในทุกระดับชั้น ได้ผลดังตาราง 1

ตารางที่ 1 คะแนนและลำดับความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจที่มีอิทธิพลในการเลือกเส้นทางขนส่ง

ปัจจัย	คะแนน A	ปัจจัยรอง	คะแนน B	คะแนน C=A*B	ลำดับความสำคัญ
Cost	0.212	TC	0.66	0.139	3
		BC	0.34	0.073	9
Time	0.215	TT	0.565	0.122	4
		BT	0.435	0.094	6
Risk	0.316	IR	0.241	0.076	8
		PR	0.262	0.083	7
		POR	0.497	0.157	1
Facility	0.257	IF	0.572	0.147	2
		PF	0.43	0.110	5

จากตารางแสดงให้เห็นว่า เกณฑ์ตัดสินใจที่มีอิทธิพลต่อการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศมากที่สุดสำหรับภาคเอกชนคือความเสี่ยงจากการเมืองและนโยบายของประเทศมีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.157 รองลงมาคือสิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้าด้านกระบวนการ ต้นทุนขนส่ง และเวลาในการขนส่ง มีคะแนนความสำคัญเท่ากันเท่ากับ 0.147 0.139 และ 0.122 ตามลำดับ

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าเกณฑ์ตัดสินใจหลักที่ภาคเอกชนให้ความสำคัญมากที่สุดคือความเสี่ยง โดยเฉพาะความเสี่ยงจากการเมืองและนโยบายของประเทศที่ขนส่งผ่าน รองลงมาได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้าที่สำคัญคือความสะดวกด้านกระบวนการผ่านด่าน เวลาในการขนส่ง และต้นทุนขนส่งตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์เส้นทางขนส่งที่เหมาะสม

การศึกษาในครั้งนี้กำหนดให้เส้นทางที่เป็นทางเลือกคือ เส้นทางขนส่งหลักระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีน 4 เส้นทางได้แก่ เส้นทาง R8 เส้นทาง R9 เส้นทาง R12 และเส้นทางผ่านท่าเรือไฮฟองของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ซึ่งจากผลการวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) นำไปสู่การหาค่าระดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก เพื่อประเมินหาเส้นทางที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ได้ผลระดับคะแนนของเกณฑ์ตัดสินใจในแต่ละเส้นทาง และจากผลการประเมินเส้นทางที่เหมาะสม (ตาราง 2 และ ตาราง 3) พบว่า เส้นทางที่เหมาะสมมากที่สุดคือเส้นทาง R12 มีคะแนนเท่ากับ 0.206 รองลงมาคือเส้นทาง R9 และ R8 มีคะแนนเท่ากับ 0.233 และ 0.252 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงระดับคะแนนของเกณฑ์ตัดสินใจในแต่ละทางเลือก

เส้นทาง	คะแนน								
	TC	BC	TT	BT	IR	PR	POR	IF	PF
R8	0.233	0.186	0.108	0.154	0.405	0.337	0.265	0.330	0.265
R9	0.536	0.186	0.199	0.103	0.161	0.166	0.270	0.135	0.209
R12	0.164	0.240	0.089	0.137	0.296	0.254	0.237	0.236	0.240
Hiphong	0.067	0.387	0.604	0.606	0.139	0.242	0.228	0.298	0.286

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินทางเลือก

เส้นทาง	คะแนน								
	TC	BC	TT	BT	IR	PR	POR	IF	PF
	0.139	0.073	0.122	0.094	0.076	0.083	0.157	0.147	0.110
R8					0.252				
R9					0.233				
R12					0.206				
Hiphong					0.309				

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

วิธีการเลือกเส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของภาคเอกชน มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้เกณฑ์ตัดสินใจเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มีผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน นั่นคือ ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยหรือเกณฑ์ตัดสินใจ และการทดสอบความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรง และขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ทางเลือกเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม และผลการศึกษาการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศของภาคเอกชนพบว่า เกณฑ์ตัดสินใจที่มีอิทธิพลต่อการเลือกเส้นทางขนส่งระหว่างประเทศมากที่สุด คือ ความเสี่ยง โดยเฉพาะความเสี่ยงจากการเมืองและนโยบายของประเทศที่ขนส่งผ่าน รองลงมาได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้าที่สำคัญคือความสะดวกด้านกระบวนการผ่านด่าน เวลาในการขนส่ง และ ต้นทุนขนส่ง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาภายใต้เกณฑ์ตัดสินใจดังกล่าวข้างต้น เส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยกับเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง (สาธารณรัฐประชาชนจีน) ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการขนส่งสินค้า คือ เส้นทาง R12 รองลงมา คือ เส้นทาง R9 และ R8 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่างประเทศของภาคเอกชนพบว่า เกณฑ์ตัดสินใจหลักที่ภาคเอกชนให้ความสำคัญมากที่สุดคือความเสี่ยง รองลงมาได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกทางการค้า เวลาในการขนส่ง และ ต้นทุนขนส่ง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Min (1991) Banomyong and Beresford (2001) Chang (2008) และ Yang และคณะ (2011) ที่พบว่าเกณฑ์ที่สำคัญคือต้นทุนและเวลาในการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยและเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง สาธารณรัฐประชาชนจีนในปัจจุบันสินค้าส่งออกสำคัญจากประเทศไทยคือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (HDD) รวมถึงผลไม้ และผู้ประกอบการขนส่งให้ความสำคัญกับความพอใจของลูกค้าและการเกิดความเสียหายในตัวสินค้าเป็นอันดับต้น ๆ

เอกสารอ้างอิง

บุญทรัพย์ พานิชการ, กุลภา โสรัตน์ และนัทธ์หทัย หลงสะ. (2560). โครงการวิเคราะห์และเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ท่าเรือรอบอ่าวเป่ยปู้ เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง. สถานกงสุลใหญ่ ณ นครหนานหนิง กระทรวงการต่างประเทศ.

วิฑูรย์ ตันศิริมงคง. (2542). AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กรุงเทพฯ: กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง เซ็นเตอร์.

ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในจีน ณ นครหนานหนิง. (2562). ปี 2561 การค้าต่างประเทศกว่างซีทุบสถิติใหม่ ไทยครองอันดับ 2 ในอาเซียน. สืบค้น 19 กุมภาพันธ์ 2562, จากwww.thaibizchina.com

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560-2564). สืบค้น 10 มกราคม 2562, จาก http://www.nesdb.go.th/download/document/logistic/plan3.pdf

Banomyong, R. and Beresford, A. K. (2001). Multimodal transport: the case of Laotian garment exporters. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 31(9), 663-685.

Bookbinder, J. H. and Fox, N. S. (1998). Intermodal routing of Canada–Mexico shipments under NAFTA. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 34(4), 289-303.

Chang, T. S. (2008). Best route selection in international intermodal networks. Computers & Operations Research, 35, 2877-2891.

Cho, J. H., Kim, H. S. and Choi, H. R. (2012). An intermodal transport network planning algorithm using dynamic programming – a case study: from Busan to Rotterdam in intermodal freight routing. Applied Intelligence, 36(3), 529-541.

Dyer, R. F. and Forman, E. H. (1991). An Analytic Approach to Marketing Decisions. Englewood Cliffs. New Jersy: Prentice-Hill.

Fan, X. and Wang, L. (1998). Effects of potential confounding factors on fit indices and parameter estimates for true and misspecified models. Educational and Psychological Measurement, 58(5), 701-735.

Hair, J., William, C., Barry, J. and Rolph, E. (2010). Multivariate data analysis 7th Edition. United States of America.

Kengpol, A., Meethom, W. and Tuominen, M. (2010). A Holistic decision support system in multimodel transportation routing within GMS countries. Preprints of Sixteenth International Working Seminar on Production Economics, 1, 273-284.

Lindeman, R. H., Merenda, P. F. and Gold, R. Z. (1980). Introduction to bivariate and multivariate analysis. Glenview, IL: Scott, Foresman and company.

Min, H. (1991). International intermodal choices via chance-constrained goal programming. Transportation Research Part A: General, 25(6), 351-362.

Regmi, M. B. and Hanaoka, S. (2012). Assessment of intermodal transport corridors: Cases from North-East and Central Asia. Research in Transportation Business & Management, 5, 27-37.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

West, S. G., Finch, J. F. and Curan, P.J. (1995). Structural equation models with non-normal variables: Problems and remedies. In R.H. Hoyle. Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications (pp. 56-75). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.

Yang, X., Low. J. and Tang, L. C. (2011). Analysis of intermodal freight from China to Indian Ocean: A goal programming approach. Journal of Transpoผ่านท่าเรือไฮฟอง (เวียดนาม)

แอปพลิเคชันตรวจจับอาการง่วงนอน

พงศธร ต่ายทอง[1] นันทพร บ้านด้วงยาง[2] รัฐภูมิ วรานุสาสน์[1] และพนมขวัญ ริยะมงคล[1*]

Application for monitoring drowsiness

Phongsatorn Taithong[1], Nantaporn Doungbanyang[2], Rattapoom Waranusast[1]
and Panomkhawn Riyamongkol[1*]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]บริษัท จีฟินน์ คอร์ปอเรชั่น จังหวัดนนทบุรี 11120
[1] Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok Province, 65000
[2]Gfin Corporation Co., Ltd., Nonthaburi Province, 11120
*Corresponding author. E-mail: panomkhawnr@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ความง่วงนอนมีผลต่อการรับรู้และประสิทธิ์ภาพของการทำงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน สัญญาณที่บ่งบอกอาการง่วงนอน คือ การกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งต่อนาทีหรือการหลับตานานกว่า 4 วินาที ซึ่งจะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจจับอาการง่วงนอน คณะวิจัยนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันตรวจจับอาการง่วงนอน ซึ่งจะแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบอาการ โดยใช้หลักการการจำแนกด้วยฮาร์แคสเคด การหาขอบภาพด้วยโซเบล และการนับค่าพิกเซลที่สามารถระบุถึงตำแหน่งของขอบตา เมื่อทดสอบกับอาสาสมัครเพศชายและหญิง จำนวน 10 คน โดยทดลองการกะพริบตาเพื่อทดสอบนับจำนวนการกะพริบตา และทดลองการแจ้งเตือนโดยจำลองการง่วงนอนจากการกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งต่อนาทีและหลับตานานกว่า 4 วินาที ซึ่งผลการทดลองของการตรวจนับการกะพริบตามีความถูกต้องร้อยละ 91.68 และความถูกต้องของการทำงานทั้งหมดของแอปพลิเคชันโดยเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 94.17

คำสำคัญ : ง่วงนอน กะพริบตา ตรวจจับใบหน้า ตรวจจับดวงตา

Abstract

Sleepiness affects the perception and effectiveness of various functions. In everyday life Signs that indicate drowsiness is blinking more than 16 times per minute or closing the eyes for more than 4 seconds, which can be used as a criterion for detecting sleepiness. This research team has developed an application to detect drowsiness. Which will alert when symptoms are detected by using the Haar Cascade classification methodology, Finding an edge with an image And pixel count that can specify the position of an edge of the eye. When tested with 5 male and 5female volunteers, each model was tested for counting and alarms by simulating sleep and warning that 1 6 times per minute and longer than closed eyes 4 seconds. The results of the blink counting test were 91.68 percent accurate and the average accuracy of all the applications work. Equal to 94.17 percent.

Keywords: Drowsiness, Eyes blink, Face Detection, Eyes Detection

บทนำ

การพักผ่อนที่ไม่เพียงพอทำให้เกิดอาการง่วงนอน รวมถึงการดื่มสุราหรือการรับประทานยาที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง อาจจะทำให้เกิดอาการง่วงนอนได้เช่นกัน งานวิจัยของ Charles Huamanf และ Jorge Rey de Castro พบว่าเด็กนักเรียนที่นอนน้อยกว่าวันละ 6 ชั่วโมงจะมีเกรดเฉลี่ยสะสมน้อยกว่าเด็กนักเรียนที่นอนมากกว่า 9 ชั่วโมงต่อวัน หากเกิดอาการง่วงนอนระหว่างทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ระหว่างเรียนหรือระหว่างอ่านหนังสือก็จะส่งผลให้ประสิทธิ์ภาพในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ลดลง รวมถึงหากเกิดอาการง่วงนอนระหว่างการขับรถ อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจจับอาการง่วงนอน โดยอาศัยการทำงานของคลื่นสัญญาณสมอง ซึ่งยังเป็นเพียง

ต้นแบบของภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ยังไม่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด การใช้งานอุปกรณ์คือผู้ใช้งานต้องสวมใส่อุปกรณ์ไว้บนศีรษะตลอดเวลา อาจจะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความรู้สึกอึดอัดขณะการใช้งาน

คอมพิวเตอร์วิชันมีเทคโนโลยีการประมวลผลภาพที่ทันสมัยและแม่นยำ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้าและดวงตาได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย คณะวิจัยจึงนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้เพื่อตรวจจับอาการง่วงนอน โดยทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพราะมีความสะดวกในการใช้งาน ไม่ต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติม แอปพลิเคชันทำงานร่วมกับโอเพ่นซีวี (OpenCV) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งโอเพ่นซีวีร่วมกับแอปพลิเคชัน จะมีการแจ้งเตือนของแอปพลิเคชันเมื่อพบอาการง่วงนอนโดยจะแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง ดังนั้นแอปพลิชันต้องการสิทธิ์ในการเข้าถึงกล้องและลำโพง เพื่อใช้กล้องในการรับภาพและลำโพงในการส่งเสียงแจ้งเตือน

ผลกระทบที่ตามมาจากอาการง่วงนอนตั้งแต่ผลกระทบเล็ก ๆ ไปจนถึงการเสียชีวิต คณะวิจัยเล็งเห็นความสำคัญของปัญหา จึงพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อตรวจจับอาการง่วงนอนจากการกะพริบตาด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อช่วยแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้กะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาทีหรือหลับตานานกว่า 4 วินาทีเป็นข้อมูลจากหนังสือ Psychophysiology: Human Behavior & Physiological Response โดยแอปพลิเคชันจะทำงานได้ในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอและไม่มีวัตถุปิดบังบริเวณรอบดวงตา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การประมวลผลภาพด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น 2. แจ้งเตือนบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์

1. ประมวลผลภาพด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น

1.1 ตรวจจับใบหน้าด้วยตัวตรวจจับฮาร์แคสเคด (Haar Cascade Classifiers) รับภาพจากกล้องสมาร์ทโฟน ดังภาพที่ 1 เพื่อทำการคำนวนหาความเข้มแสงของสีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินในละแต่พิกเซล เพื่อจะทำการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทา โดยใช้วิธีลูมิแนนซ์ จะได้ดังภาพที่ 2 เนื่องจากลูมิแนนซ์มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสมกับสายตามนุษย์ จึงเป็นวิธีการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทาที่ดีที่สุด โดยมีสมการดังสมการที่ (1)

$$y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \qquad (1)$$

R แทนค่าความเข้มของสีแดงในพิกเซลที่ต้องการหา โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
G แทนค่าความเข้มของสีเขียวในพิกเซลที่ต้องการหา โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
B แทนค่าความเข้มของสีน้ำเงินในพิกเซลที่ต้องการหา โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

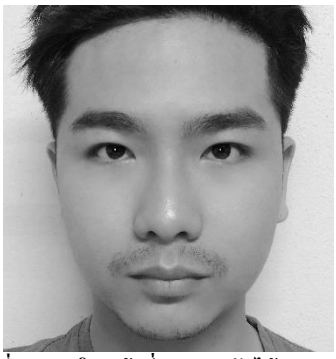
รูปที่ 1 ภาพที่รับเข้าจากกล้อง

รูปที่ 2 ภาพระดับเทา

จากนั้นตรวจจับหาใบหน้าโดยใช้ภาพอินทิกรัล (Integral Images) เพื่อช่วยลดความซับซ้อนของการคำนวนหาลักษณะเด่นในภาพที่มีขนาดใหญ่ รวมกับเอดาบูซ (Adaboost) ในการทำตัวคัดแยกในแบบ วิโอลา-โจนส์ (Viola-Jones) ลักษณะเด่นที่ถูกเลือกจะเป็นสี่เหลี่ยมที่ใช้แทนค่าความเข้มของแสงในภาพระดับเทาที่แปลงมาในบริเวณพื้นที่สี่เหลี่ยมทั้งสองแบบ ดังภาพที่ 3

รูปที่ 3 ภาพแสดงตัวอย่างลักษณะเด่น

ตัวตรวจจับฮาร์แคสเคดจะตรวจจับใบหน้าโดยใช้การรวมตัวจำแนก จากการหาผลต่างระหว่างผลบวกของแต่ละพิกเซลในบริเวณสี่เหลี่ยมสีขาวกับผลรวมในแต่ละพิลเซลในบริเวณสี่เหลี่ยมสีดำ เมื่อทำการคำนวณขนาดและตำแหน่งในแต่ละเคอร์เนลแล้ว ค่าที่ได้จะนำไปคำนวนหาลักษณะเด่นต่าง ๆ เพื่อจำแนกว่าในภาพมีใบหน้าหรือไม่ เมื่อได้ภาพใบหน้าจะทำการวาดกรอบบริเวณใบหน้าและตัดภาพใบหน้าเพื่อตรวจจับดวงตาดังภาพที่ 4



รูปที่ 4 ภาพใบหน้าที่ถูกตรวจจับได้และถูกตัด

1.2 ตรวจจับดวงตาด้วยตัวตรวจจับฮาร์แคสเคด จากภาพที่ได้จากการตรวจจับใบหน้าจะถูกนำตรวจจับดวงตาโดยใช้ตัวตรวจจับฮาร์แคสเคด ซึ่งใช้หลักการเดียวกันกับการตรวจหาใบหน้า เมื่อได้ภาพดวงตาจะทำการวาดกรอบบริเวณดวงตาและตัดภาพดวงตาเพื่อหาขอบภาพต่อไป ดังภาพที่ 5

รูปที่ 5 ภาพดวงตาที่ถูกตรวจจับได้และถูกตัด

1.3 หาขอบภาพด้วยวิธีของโซเบล โซเบลโอเปอเรเตอร์ (Sobel operator) เป็นการหาอนุพันธ์ในแนวแกนตั้ง (แกน X) และแนวแกนนอน (แกน Y) ค่าที่คำนวนได้จะเป็นเกรเดียน (Gradient) ของภาพ จากสมการที่ (2) หรือ (3)

$$|G| = \sqrt{{G_x}^2 + {G_y}^2} \tag{2}$$

หรือ

$$|G| = |G_x| + |G_y| \tag{3}$$

มาสค์ (Mask) ที่ใช้หาอนุพันธ์อันดับที่ 1 นิยมใช้มาสค์ 2 มิติ เพื่อหาขอบของภาพในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน โดย G_x คือมาสค์ที่ใช้หาขอบภาพในแนวแกวตั้ง (แกน X) และ G_y คือมาสค์ที่ใช้หาขอบภาพในแนวแกนนอน (แกน Y) ดังสมการที่ (4) และ (5) ตามลำดับ

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

ผู้วิจัยเลือกใช้สมการที่ (5) กับภาพที่ได้จากการตรวจจับดวงตา ดังภาพที่ 6 เนื่องจากแสดงเส้นขอบของดวงตาที่ชัดเจนกว่าการใช้สมการที่ (6)

รูปที่ 6 ขอบภาพที่ได้จากค่าเกรเดียน (Gradient) ในแนวแกนนอน

1.4 กำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold) เมื่อได้เส้นขอบดวงตา ก็จะทำการแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี่ (Binary Image) แต่จากภาพที่ 6 จะสังเกตได้ว่า ยังมีเส้นขอบที่เป็นสัญญาณรบกวน (Noise) อยู่ จึงนำ (Gaussian Filter) มาใช้สำหรับการลดสัญญาณรบกวนนั้น โดยใช้สมการที่ (6)

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

โดย σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจาย

โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจายที่เลือกใช้ คือ 50 เมื่อภาพถูกลดสัญญาณรบกวนลงไปแล้วจะใช้การกำหนดขีดแบ่งเพื่อแปลงภาพให้เป็นภาพไบนารี่ โดยจากการทดลองพบว่าค่าขีดแบ่งที่เหมาะสมที่สุด คือ 35 เมื่อนำค่าในแต่ละพิกเซลคำนวณผ่านสมการที่ (7) จะได้ภาพไบนารี ดังภาพที่ 7

$$f_{thr} = \begin{cases} 1\,; f(x,y) < Threshold \\ 0\,; f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \quad (7)$$

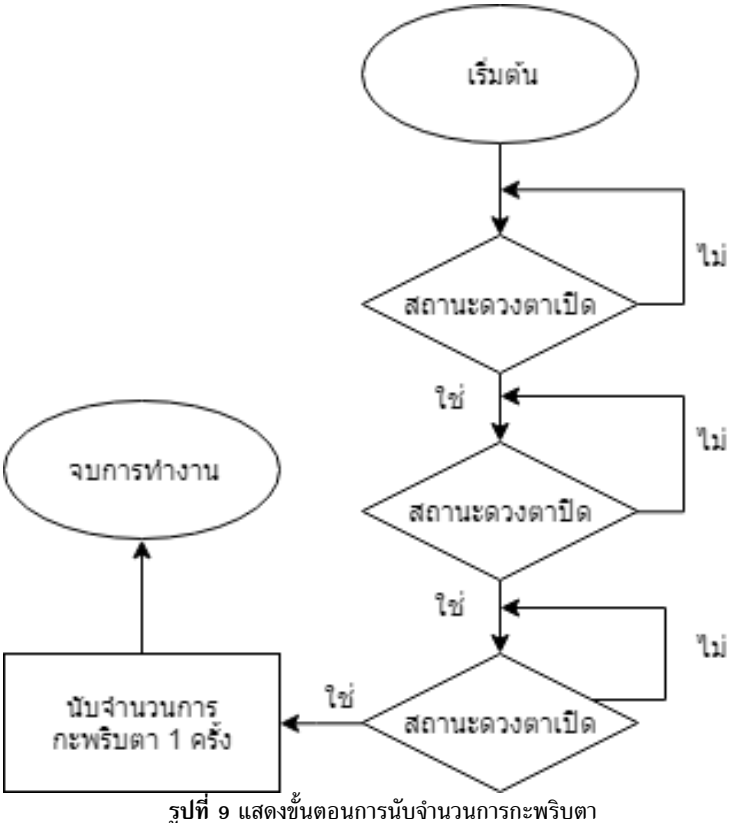
รูปที่ 7 ภาพดวงตาที่ถูกตรวจจับได้และถูกตัด

1.5 การนับค่าพิกเซลบริเวณขอบดวงตา คือ พื้นที่บริเวณขอบดวงตาบนจะถูกสร้างขึ้น หากในพื้นที่มีค่าพิกเซลไม่เท่ากับศูนย์ หมายถึงดวงตายังเปิดอยู่ แต่เมื่อใดที่พื้นที่มีค่าพิกเซลเท่ากับศูนย์นั้นหมายถึงเส้นขอบตาบนได้เคลื่อนที่ต่ำลง แสดงถึงการปิดของดวงตา จำนวนการกะพริบตาจะถูกนับเมื่อสถานะดวงตากลับไปเปิดอีกครั้ง หรือเรียกได้ว่ากะพริบตาไปแล้ว ดังภาพที่ 8

รูปที่ 8 พื้นที่สำหรับการนับค่าพิกเพลขอบตาระหว่างดวงตาเปิดและปิด

2. แจ้งเตือนบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์

2.1 นับจำนวนการกะพริบตา คือ การตรวจจับสถานะการเปิดหรือปิดของดวงตา ในการเริ่มต้นการทำงาน สถานะดวงตายังคงเปิดอยู่เสมอ เมื่อสถานะของดวงตาเปลี่ยนไปเป็นสถานะปิด จำนวนการกะพริบตาจะยังไม่ถูกนับ จนกว่าสถานะดวงตาจะกลับมาเปิดอีกครั้ง จำนวนการกะพริบตาจึงจะถูกนับ แสดงขั้นตอนการนับจำนวนการกะพริบตาดังภาพที่ 9



รูปที่ 9 แสดงขั้นตอนการนับจำนวนการกะพริบตา

2.2 การแจ้งเตือน คือ เมื่อจำนวนการกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งภายใน 1 นาที จะมีสัญญาณแจ้งเตือนเป็นสัญญาณเสียง และดังต่อเนื่องจนกว่าผู้ใช้งานจะกดปุ่ม STARTTIME เพื่อหยุดการแจ้งเตือนและเข้าสู่การทำงานใหม่อีกครั้ง ดังภาพที่ 10

รูปที่ 10 ภาพหน้าจอแสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน

ผลการศึกษา

แอปพลิเคชันตรวจจับอาการง่วงนอน มีความละเอียดของการแสดงผลอยู่ที่ 1280 X 720 พิกเซล การทดลองในครั้งนี้ใช้ความละเอียดกล้อง 24 MP เฟรมเรทเฉลี่ย 7.77 FPS โดยแอปพลิเคชันจะทำงานอัตโนมัติทันทีเมื่อเปิดแอปพลิเคชัน

ผลการทดลองแอปพลิเคชันใช้อาสาสมัครที่ยินยอมให้ใช้ภาพในงานวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน 10 คน อายุระหว่าง 22-24 ปี เพศชายและเพศหญิง ไม่สวมแว่นตา ทดลองภายในห้องที่มีแสงสว่างเพียงพอ โดยทำการทดลอง 3 การทดลองพบว่าประสิทธิภาพการตรวจนับการกะพริบมีความถูกต้องเฉลี่ยต่อเฟรมร้อยละ 93.00 และความถูกต้องเฉลี่ยต่อครั้งร้อยละ 90.36 ดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดลองกะพริบตาโดยคำนวนจากเฟรม

	กะพริบ (True)	ไม่กะพริบ (False)
ตรวจจับ (Positive)	372 (TP)	12 (FP)
ไม่ตรวจจับ (Negative)	28 (FN)	2297 (TN)

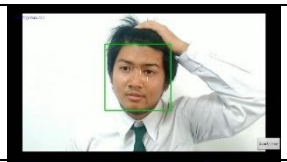
ร้อยละความถูกต้องโดยรวมและร้อยละความถูกต้องในการนับจำนวนการกะพริบตา หาได้จากสมการที่ (8) และ (9) ตามลำดับ โดยที่ TP คือจำนวนเฟรมที่ตรวจพบว่ามีการกะพริบตาอย่างถูกต้อง FN คือ จำนวนเฟรมที่กะพริบตาแต่ไม่สามารถตรวจจับได้ FP คือ จำนวนเฟรมที่ไม่กะพริบตาแต่ตรวจจับได้ และ TN คือ จำนวนเฟรมที่ถูกต้องของการไม่กะพริบตา

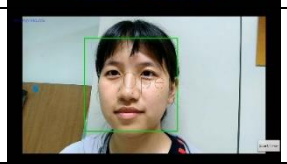
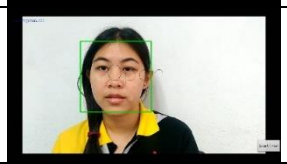
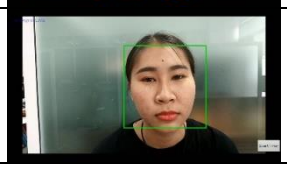
$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \times 100\% \tag{8}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \tag{9}$$

จากสมการที่ (8) และ (9) ความถูกต้องในภาพรวมของการตรวจนับการกะพริบตาคือ 98.52% และความถูกต้องในการตรวจนับจำนวนการกะพริบตาต่อเฟรมคือ 93.00% จากการทดลองความผิดพลาดในการตรวจนับจำนวนการกะพริบตาเกิดขึ้นได้ในสองกรณีคือจากผู้ทดลองและจากการตรวจจับดวงตา

ตารางที่ 2 ผลการทดลองกะพริบตาโดยคำนวนจากครั้ง

ลำดับผู้ทดลอง	ภาพตัวอย่าง	จำนวนการกะพริบตา	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับได้	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับไม่ได้	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับผิดพลาด	ร้อยละความถูกต้อง
1		10	9	1	0	90.00
2		10	10	0	0	100.00
3		10	10	0	1	90.90

ลำดับผู้ทดลอง	ภาพตัวอย่าง	จำนวนการกะพริบตา	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับได้	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับไม่ได้	จำนวนครั้งที่แอปพลิเคชันนับผิดพลาด	ร้อยละความถูกต้อง
4		10	9	1	0	90.00
5		10	10	0	0	100.00
6		10	10	0	1	90.90
7		10	9	1	1	81.82
8		10	8	2	0	80.00
9		10	9	1	0	90.00
10		10	9	1	0	90.00
ค่าเฉลี่ยร้อยละความถูกต้องของการนับจำนวนการกะพริบตา						90.36

ผลการทดลองพบว่า แอปพลิเคชันตรวจนับจำนวนการกะพริบตาถูกต้องร้อยละ 90.36 จากการกะพริบตาจำนาน 100 ครั้ง โดยใช้อาสาสมัครชุดเดียวกับตารางที่ 1 และตารางที่ 3 ซึ่งตารางที่ 3 เป็นตารางสรุปร้อยละความถูกต้องของการทดลองในแต่ละการทดลอง โดยการทดลองการแจ้งเตือนโดยการกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาทีและการหลับตานานกว่า 4 วินาที ให้ผู้ทดสอบจำลองอาการง่วงนอนโดยกะพริบตา 16 ครั้งใน 1 นาที และหลับตา 4 วินาที เพื่อทดสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือน

ตารางที่ 3 สรุปร้อยละความถูกต้องในแต่ละการทดลอง

การทดลอง	ร้อยละความถูกต้อง	
	ต่อเฟรม	ต่อครั้ง
การตรวจจับใบหน้า	93.00	
การตรวจจับดวงตา	92.00	
การตรวจนับจำนวนการกะพริบตา	93.00	90.36

การแจ้งเตือนเมื่อถูกตรวจจับการกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาที		100.00
การแจ้งเตือนเมื่อหลับตานานกว่า 4 วินาที		100.00

อภิปรายผลการศึกษา

ผลการทดลองการตรวจจับอาการง่วงนอนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ตัวตรวจจับฮาร์แคสเคดตรวจจับใบหน้าและดวงตามีความถูกต้องร้อยละ 93 และ 92 ตามลำดับ การตรวจนับจำนวนกะพริบตาจากวิธีที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 91.68 ซึ่งแบ่งการทดลองออก 2 ส่วน คือ ตรวจนับจำนวนกะพริบตาต่อเฟรมและต่อครั้ง ซึ่งทดสอบจากวิดีโอเดียวกันแต่ค่าความถูกต้องไม่เท่ากันเนื่องจากการนับจำนวนการกะพริบตาต่อครั้งและมีความละเอียดน้อยกว่าต่อเฟรม การทดลองสุดท้ายเป็นการทดลองการแจ้งเตือนมีความถูกต้องร้อยละ 100 ซึ่งเป็นการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การแจ้งเตือนเมื่อกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาที และการหลับตานานกว่า 4 วินาที มีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 100

สังเกตได้ว่าความถูกต้องในการแจ้งเตือนสูงกว่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยของแอปพลิเคชัน เนื่องจากเลือกใช้เฉพาะผลการทดสอบการกะพริบตาที่ถูกต้องร้อยละ 100 เพื่อทดสอบเงื่อนไขการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งผลการทำงานถูกต้องสมบูรณ์ แต่ การตรวจจับใบหน้า ดวงตาและการกะพริบตาจากวิธีที่พัฒนาขึ้นไม่สมบูรณ์ มีความผิดพลาดร้อยละ 8.32 ซึ่งเกิดจาก 2 สาเหตุหลัก ๆ คือ แอปพลิเคชันไม่สามารถตรวจจับใบหน้าหรือดวงตาได้เกิดขึ้นจากแสงที่ส่งผลต่อลักษณะเด่นต่าง ๆ ในการตรวจจับทำให้การสร้างพื้นที่ตรวจจับขอบตาไม่ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 72.73 ส่วนที่เหลือเกิดจากอาสาสมัคร เช่น การไม่มองกล้องเวลาทดสอบ การหลับตาไม่เต็มเต็มดวงตา การเอียงของใบหน้าหรือแสงสว่างโดยรอบ สรุปได้ว่าความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าและดวงตาส่งผลต่อความถูกต้องของการตรวจนับจำนวนการกะพริบตา

สรุปผลการศึกษา

แอปพลิเคชันทำงานโดยรับภาพที่มีระยะห่าง 30-40 เซนติเมตร และให้กล้องจับภาพได้ครบเต็มใบหน้าชัดเจน รวมถึงมีแสงสว่างเพียงพอ ทดลองกับกล้องความละเอียดระหว่าง 24 PM โดยใช้อาสาสมัครจำนวน 10 คนเป็นเพศชายร้อยละ 50 และเพศหญิงร้อยละ 50 โดยการอัดวีดีโอกะพริบตาจำนวน 10 ครั้งต่อคน จากนั้นแยกภาพในแต่ละเฟรมวิดีโอออกมาทดสอบการตรวจจับใบหน้าและดวงตามีความถูกต้องร้อยละ 93 และ 92 ตามลำดับ และใช้วิดีโอเดียวกันทดสอบการนับจำนวนการกะพริบตาต่อเฟรมและต่อครั้ง มีความถูกต้องร้อยละ 93 และ 90.36 ตามลำดับ การทดสอบการแจ้งเตือนกับอาสาสมัครโดยจำลองอาการง่วงนอนโดยกะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาทีและหลับตานานกว่า 4 วินาที ทั้งสองการทดลองมีความถูกต้องร้อยละ 100 ดังนั้นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตรวจจับอาการง่วงนอนจากการกะพริบตาด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้กะพริบตามากกว่า 16 ครั้งใน 1 นาทีหรือหลับตานานกว่า 4 วินาทีมีความถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 94.17 จากการทดลองจะเห็นได้ว่ายังขาดความสามารถในการรองรับตัวแปรควบคุมที่อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประมวลผลภาพ เช่น การปรับองศาความเอียงของศีรษะ และการปรับเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพให้สว่างหรือมืด ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมานั้นสามารถลดความคลาดเคลื่อนของการประมวลผลภาพได้ จึงควรศึกษาทฤษฎีเกี่ยวข้องกับตัวแปรควบคุมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

ฐิติรัตน์ เดชพรหม. (2559). เรื่องจากปก: มหิดลสาร, 41(6). 3.

ยุภาวดี อินคาเครื่อง , รัฐสิทธิ์ สุขะหุต. (2553). การสลัดคุณลักษณะของภาพโดยใช้เทคนิคโซเยลสำหรับ การแทนรูปภาพอักษรเบรลล์. The 6th National Conference Computing And Information Technology. 671-676.

Anurag Verma & Asst. Prof. Abhishek Mishra. (2015). Image Compression using Gaussian Smoothing Filter. International Journal on Recent and Innovation Trends in computing and Communication. 6344-6347.

Azadeh Noori Hoshhyar , Adel Al-Jumaily & Afsoneh Noori Hoshyar. (2014). Comparing the Performance of Various Filters on skin Cancer Images. International Conference on Robot PRIDE. 2013-2014 - Medical and Rehabilitation Robotics and Instumentation, Conf PRIDE 2013-2014. 32-37.

Charles Huamanf , M.D. & Jorge Rey de Castro , M.D. (2014). Sleepiness and sleep characteristics in students form an urban district of Lima, Peru. Arch Argent Pediatr 2014. 239-244.

Howard Taras & William Potts-Datema. (2016). Sleep and Student Performance at School. Journal of School Health, 75(5). 248-254.

John L. Andreassi. (2000). Psychophysiology: Human Behavior & Physiological Response. Lawrence Erlbaum Associates.

Jonas Gomes & Luiz Velho. (1997). Image Processing for Computer Graphics : Color System. New York: Springer - Verlag, 77-105.

K. Bharhari & S. Jyothi. (2014). A Surrey on Threshold Based Segmentation Technique in Image Processing , 3(12). 234-239.

Samta Gupta & Susmita & Ghosh Mazumdar (2013). Sobel Edge Detection Algorithm. International Journal of Computer Science and Management Research , 2(2). 1578-1583

Shelley D Hershner & Ronald D Chervin. (2014). Causes and consequences of sleepiness smong college students. Nature and Science of Sleep. 73-84.

Somasundaram Karuppanagounder. (2012). Modified Otsu Thresholding Technique. Mathematical modelling and scientific computation. Proceedings of the 2nd international conference, ICMMSC 2012. 445-448.

Stelios Krinids , Michail krinidis and Vassilias Chatzis. (2012). An Empirical Method for threshold Selection. International Journal of Sigral Processing , Irmage Processing and Pattern Recognition, 2(5). 101-114.

Vandna Singh, Dr.Vinod Shokeen & Bhupendra Singh. (2012). Face Detection by Haar Cascade Classifier with Simple and Complex Backgrounds Images using OpenCV Implementtation. International journal of Advanced Technology in Engineering and Science, 1(12). 33-38.

Discrimination of β-thalassemia/hemoglobin E disease and homozygous hemoglobin E using hemoglobin F and hemoglobin A_2 levels from capillary electrophoresis

Chadaporn Nokkong, Wansa Banyatsuppasin, Kobkorn Pongjantharasatien,
Ekawat Pasomsub, Narin Khongjaroensakun, and Karan Paisooksantivatana*

[1]Department of Pathology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok 10400
*Corresponding author. E-mail: karan.pai@mahidol.ac.th

Abstract

In hemoglobin (Hb) analysis, discrimination between homozygous Hb E and β-thalassemia/ Hb E disease, the two conditions with a significant difference in terms of genotype and clinical severity, is very important for genetic counseling. However, making differential diagnosis is problematic in cases that Hb E and Hb F levels do not match the preset criteria. Furthermore in routine Hb typing, we found some cases of β-thalassemia/Hb E with low Hb F level misdiagnosed as homozygous Hb E. The aim of the study was to assess the ability of the EE score (7.3Hb A_2 + Hb F) to distinguish β-thalassemia/Hb E disease from homozygous Hb E in thalassemia patients at Ramathibodi Hospital, Bangkok, Thailand. A total of 1,394 samples including 1,186 homozygous Hb E and 208 β-thalassemia/Hb E disease which diagnosed based on DNA analysis were determined using the EE score at cutoff 60. The discriminating performance of EE score at cutoff 60 to distinguish β-thalassemia/ Hb E disease from homozygous Hb E revealed 99.5% sensitivity, 98.1% specificity, 90.4% positive predictive value, and 99.9% negative predictive value. With the accuracy results demonstrated, EE score should be an appropriate tool for discriminating homozygous E and β-thalassemia/ Hb E disease in order to prevent an error from reporting of an Hb analysis.

Keywords: β-thalassemia/hemoglobin E disease, homozygous hemoglobin E, capillary electrophoresis, EE score

Introduction

Thalassemia and hemoglobinopathies are the most common autosomal recessive disorders worldwide, characterized by defect of hemoglobin (Hb); an important protein in the red blood cells (RBC) synthesis (Fucharoen and Winichagoon, 2009). Thalassemia is highly prevalent in Thailand and becomes one of major health problems. The prevalence was 30% to 40% for α-thalassemia and three to nine percent for β-thalassemia. Hb E is the most common hemoglobinopathy among Thai population, with a frequency of 10-53% (Fucharoen and Winichagoon, 2009). The patients with Hb E abnormality, that is, Hb E heterozygote or homozygote are asymptomatic or mildly anemic (Fucharoen and Weatherall, 2012). However, the combination of Hb E and β-thalassemia can cause more severe presentation, particularly in β^0-thalassemia/Hb E disease leading to a public health dilemma. The severity of presentation of this phenotype ranges from mild to severe anemia, and asymptomatic to transfusion dependent. Frequent blood transfusion causes iron excess, resulting in various complications such as cirrhosis, pancreatic failure, heart failure and death (Vichinsky et al, 2007).

Currently, the measure to tackle thalassemia problem in Thailand focuses on the control and prevention of three severe thalassemia diseases, these are, Hb Bart's hydrops fetalis, homozygous β-thalassemia, and β-thalassemia/Hb E by screening for thalassemia carriers among those couples expecting to bear a child (Buakhao et al, 2017). Therefore, differentiating between homozygous Hb E and β-thalassemia/ Hb E disease, the two conditions with significant difference in terms of genotype and clinical severity, in pregnant women or her spouses is very important for genetic counseling (Vichinsky et al, 2007).

Nowadays, the laboratory techniques used to differentiate the two conditions are Hb analysis and confirmation of mutation pattern by molecular methods such as Multiplex Amplification Refractory Mutation System Polymerase Chain Reaction (MARMS-PCR) (Thedsawad et al, 2012), PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) and DNA sequencing (Brancaleoni et al, 2016). However, these molecular methods may not be applicable nationwide because of requirement of specialists and specially designed laboratory. The commonly employed laboratory techniques used in Hb typing are capillary electrophoresis analysis (CE), low-performance liquid chromatography (LPLC), and high-performance liquid chromatography (HPLC). Distinguishing between homozygous Hb E and β-thalassemia/Hb E disease can be made by inspecting the chromatogram or electropherogram patterns in conjunction with percentages of each Hb fraction. According to the Thai guideline (Buakhao et al, 2017), presence of >80% Hb A_2/E with <5% Hb F, interpretation of homozygous Hb E (EE phenotype) is made. Furthermore, presence of fraction between 40 and 80% of Hb E and 20-60% of Hb F is interpreted as β-thalassemia/Hb E disease (EF phenotype) (Bain et al, 2005). Nonetheless, this guideline may not cover all of the cases. In routine Hb typing, we found some cases of β-thalassemia/Hb E disease with low Hb F level misdiagnosed as homozygous Hb E. A previous report by Wong et al showed the levels of Hb F in those cases ranging from three to nine point nine percent (Wong et al, 2017). As such, the definite diagnosis had to be confirmed further by molecular techniques. In addition, a recent study reported an inverse correlation between Hb F and Hb A_2 levels from capillary electrophoresis, and a subsequent formula called EE score (7.3Hb A_2+Hb F) was established. With cutoff of 60, EE score could assist the discrimination between the two conditions (Singha et al, 2018). The aim of this study is to assess the ability of the EE score to distinguish β-thalassemia/Hb E disease from homozygous Hb E at Ramathibodi Hospital.

Materials and Methods

Subjects and hematological analysis

The research protocols were approved by the Committee on Human Rights to Researches Involving Human Subjects, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University. A total of 1,433 samples diagnosed with Hb E related disorders except Hb E heterozygote with Hb typing represented EE, EF and EE/EF pattern were included in this study. Patients aged <2 years old were excluded. All samples were collected from leftover DNA specimens, which underwent DNA analysis for seven common α-thalassemia 1 [Southeast Asian ($--^{SEA}$), Thailand ($--^{THAI}$), Mediterranean ($--^{MED}$), Filipino ($--^{FIL}$), 20.5 kb ($-\alpha^{20.5}$)] and α-thalassemia 2 [3.7 kb ($-\alpha^{3.7}$) and 4.2 kb ($-\alpha^{4.2}$)] deletions, and two non-deletions including Hb Constant Spring ($\alpha^{CS}\alpha$) and Hb Pakse′ ($\alpha^{Pakse'}\alpha$) from routine examination at the Blood Disease Diagnostic Laboratory, Division of Hematology, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital during January 2013 to December 2018. The common deletions of α-thalassemia 1 and 2 were detected using multiplex gap-polymerase chain reaction (gap-PCR) (Arnold and Tan, 2001). While, The non-deletional types were conducted by employing MARMS-PCR (Arnold and Tan, 2001). Hb typing was determined by CE technique, using automated CapillarysTM 2 Flex Piercing (Sebia, Lisses, France). The results of α-thalassemia genotype and Hb typing were collected from retrospective data.

The β-thalassemia genotyping

DNA analysis for 22 common β-thalassemia mutations and eight β-globin cluster deletions were prospectively conducted on the total of 1,433 leftover DNA specimens. The detection of 22 common β-thalassemia mutations in Thailand was done by using MARMS-PCR (Thedsawad et al, 2012) which consisted of nucleotide (nt)-28(A>G), nt-31(A>G), nt-86(C>G), nt-87(C>A), codon8/9 (+G), codon17 (A>T), codon19 (A>G), codon26 (G>A); Hb E, codon26 (G>T), codon27/28 (+C), IVSI-1 (G>T), IVSI-1 (G>A), IVSI-5 (G>C), codon35 (C>A), codon41 (-C), codon41/42 (-TTCT), codon43 (G>T), codon71/72 (+A), codon95 (+A), IVSII-654 (C>T), codon123-125 (-ACCCCACC), and codon126 (T>G) (Thedsawad et al, 2012). The eight common β-globin cluster deletions in Southeast Asia were determined by multiplex gap-PCR, including 619 bp deletion, 3.5 kb deletion, Siriraj I deletion (~118 kb), southeast Asian (SEA) deletion (~27 kb), Filipino deletion (~45 kb), Hb Lepore (~7.4 kb), Thai $(\delta\beta)^0$-thalassemia deletion (~12.5 kb), and HPFH-6 (Tritipsombut et al, 2012).

Statistical analysis

Sensitivity, specificity, positive predictive values (PPV), and negative predictive values (NPV) were analyzed using the SPSS statistic version 21 (IBM Inc., United States). Shapiro-Wilk test was used to evaluate normal distribution of the data. The levels of Hb F, Hb A_2, and Hb E from a single group of Hb E-related disorder were presented as median and interquartile range (IQR). Comparison between multiple independent groups was done by using Kruskal Wallis Test.

Results

The Hb typing pattern of 1,433 samples were either EE, EF or EE/EF. Patients' age ranged from 2 to 86 years old. Based on DNA analysis, all samples were categorized into four groups as the followings: homozygous Hb E (n=1,186; 82.8%), β-thalassemia/Hb E (n=208; 14.5%), $(\delta\beta)^0$-thalassemia/Hb E (n=10; 0.7%), and uncharacterized Hb E disorder (n=29; 2.0%). Two hundred and eight patients with β-thalassemia/Hb E disease were further investigated for β-thalassemia mutations (Table 1). The most common mutation was codon 41/42(-TTCT) (39.4%) followed by codon 17 (A-T) (25.0%), and IVSI-1 (G-T) (9.6%).

Table 1 Frequency of β-thalassemia mutations in β-thalassemia/Hemoglobin E disease in 208 samples

Mutations	Phenotype	N	(%)
Codon 41/42(-TCCT)	β^0	82	39.4
Codon 17 (A>T)	β^0	52	25.0
IVSI-1 (G>T)	β^0	20	9.6
IVSII-654 (C>T)	$\beta^{+severe}$	16	7.7
Codon 71/72 (+A)	β^0	10	4.8
3.5 kb deletion	β^0	9	4.3
IVSI-5 (G>C)	$\beta^{+severe}$	8	3.8
Codon 41 (-C)	β^0	4	1.9
Codon 35 (C>A)	β^0	4	1.9
Codon 26 (G>T)	β^0	2	1.0
Codon 43 (G>T)	β^0	1	0.5
Total		208	100

Comparison of Hb fractions (Hb F, Hb E, and Hb A_2) between each group of Hb E-related disorders was shown in Figure 1. The results showed that Hb F and Hb A_2 levels in β-thalassemia/ Hb E disease were

significantly greater than those of homozygous Hb E ($p<0.0001$ and $p<0.05$, respectively). While Hb F levels in homozygous Hb E was significantly lesser than the other groups of Hb E-related disorder ($p<0.0001$). Hb E levels in homozygous Hb E was the highest among the others. Hb A_2 levels in $\delta\beta^0$-thalassemia /Hb E was the lowest as compared to the other groups.

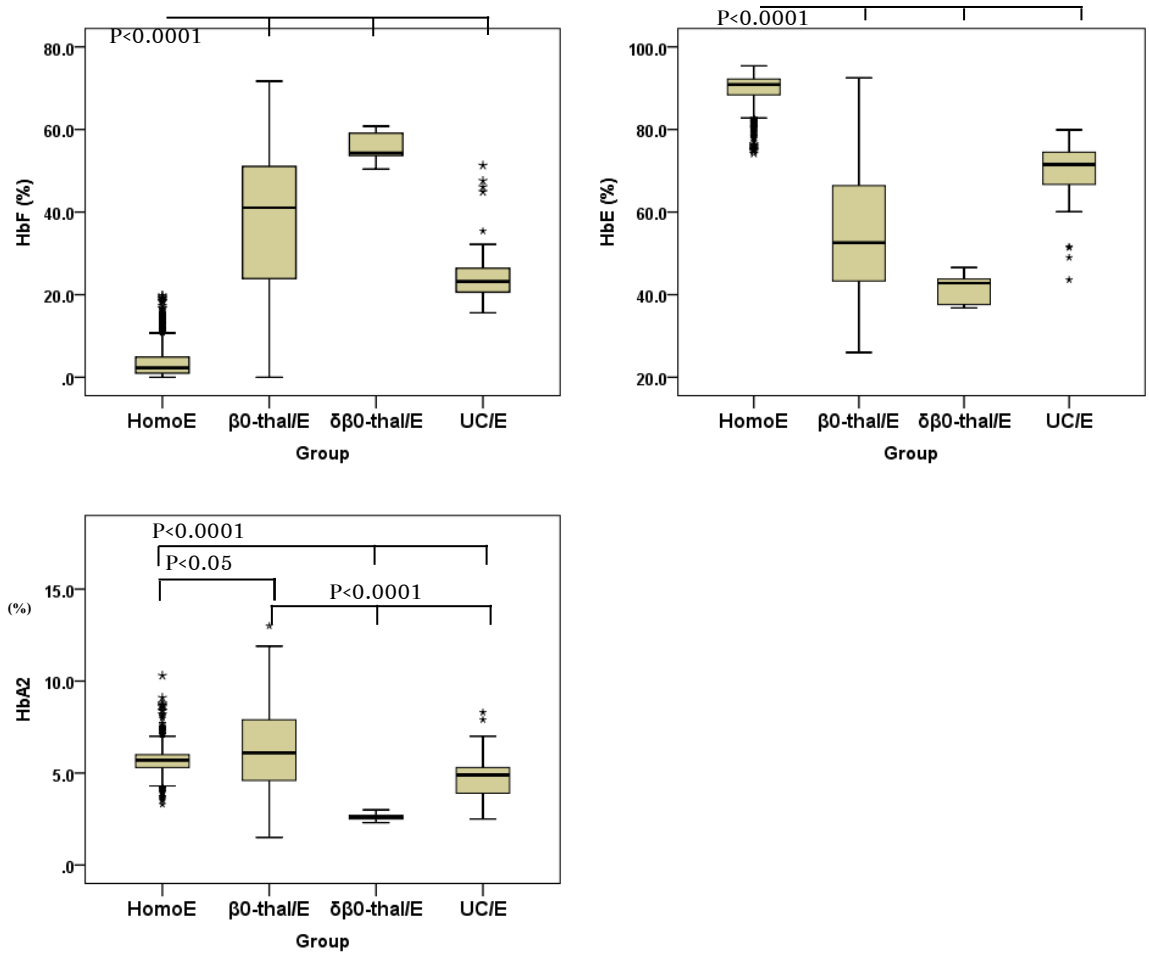


Figure 1 Boxplot of Hb F, Hb E, and Hb A_2 among homozygous Hb E (HomoE), β-thalassemia/Hb E disease (β-thal/E), $(\delta\beta)^0$-thalassemia/Hb E ($\delta\beta^0$-thal/E), and uncharacterized Hb E (UC/E)

After $(\delta\beta)^0$-thalassemia/ Hb E and uncharacterized Hb E disorder cases were excluded, the diagnostic prediction of homozygous Hb E and β-thalassemia/Hb E disease among 1,394 samples by adopting the EE score at cutoff 60 revealed 99.5% sensitivity, 98.1% specificity, 90.4% PPV and 99.9% NPV (Table 2). The subjects were categorized into two groups. The first group was homozygous Hb E when the EE score was <60. In contrast, if the EE score was >60, they were categorized as β-thalassemia/ Hb E disease, in which definite diagnosis was subsequently confirmed by molecular analysis.

Table 2 Diagnostic prediction of homozygous Hb E and β-thalassemia/Hb E disease among 1,394 samples by using EE score at cutoff 60

EE score	DNA analysis		Total
	β -thalassemia/Hb E	Homozygous Hb E	
>60 (β -thalassemia/Hb E disease)	207	22	229
<60 (Homozygous Hb E)	1	1,164	1,165
Total	208	1,186	1,394

Sensitivity 99.5%, Specificity 98.1%, PPV 90.4%, NPV 99.9%

In this study, the diagnostic performance of EE score using a cutoff at 60 were as the followings: 99.5% sensitivity, 98.1% specificity, 90.4% PPV and 99.9% NPV. While the performance results from the previously published study (Singha et al, 2018) were 100% sensitivity, 96.5% specificity, 85.7% PPV, and 100% NPV as shown in Table 3.

Table 3 Comparison of discriminating performance of EE score at cutoff 60 to distinguish β-thalassemia/Hb E disease from homozygous Hb E between a previously published study (Singha et al, 2018) and the present study.

Cutoff values	Sensitivity (%)		Specificity (%)		PPV (%)		NPV (%)	
	Previous study (N=139)	Present study (N=1,394)	Previous study (N=139)	Present study (N=1,394)	Previous study (N=139)	Present study (N=1,394)	Previous study (N=139)	Present study (N=1,394)
60	100	99.5	96.5	98.1	85.7	90.4	100	99.9

Discussion

In Hb analysis, discrimination between homozygous Hb E and β-thalassemia/Hb E disease is important for genetic counseling as patients with β-thalassemia/ Hb E disease not only have more severe clinical manifestations but also can transfer this abnormality to their offspring (Vichinsky et al, 2007). Currently, both conditions are differentiated by the percentage of Hb F, Hb E, and Hb A_2 from Hb typing. However, DNA analysis is required in some inconclusive cases which Hb E and Hb F levels were not followed the criteria (Bain et al, 2005).

Traditionally, Hb analysis employs HPLC principle, which cannot distinguish Hb A_2 from Hb E. Despite of that, current reporting protocol still refers to this principle, in which reported amount of Hb E is derived from summing up the amount of Hb E and Hb A_2. At present, CE has been used extensively due to its capability to separate Hb A_2 from Hb E (Mais et al, 2009). Recent studies have been conducted on the inverse relationship between Hb F and Hb A_2 levels obtained by CE. A formula, called the EE score (7.3 Hb A_2 + Hb F), was established and the cutoff at 60 is able to discriminate between the two conditions. The samples with an EE score of <60 are diagnosed as homozygous Hb E while those with an EE score >60 are diagnosed as β-thalassemia/Hb E disease. At such cutoff, sensitivity, specificity, PPV and NPV are 100% , 96.5% , 85.7% , and 100% , respectively (Singha et al, 2018).

This study also applied the EE score with the cutoff value of 60 to distinguish between the two conditions, of which Hb analysis demonstrated EE, EF or EE/EF patterns (Table 2). All samples were genotyped by molecular analysis and identified as 1,186 homozygous Hb E and 208 β-thalassemia/Hb E disease. After

adopting the EE score, 229 samples have score more than 60 and were diagnosed as β-thalassemia/Hb E disease. Nevertheless, molecular analysis revealed that 207 samples were real β-thalassemia/Hb E disease while the 22 samples were homozygous Hb E.

In 22 samples of homozygous Hb E, 16 of them were found to have coexistence of α-thalassemia. The α-thalassemia genotype found were 3 heterozygous α-thalassemia 2 ($-\alpha^{3.7}/\alpha\alpha$), 1 compound heterozygous α-thalassemia 2 ($-\alpha^{3.7}/-\alpha^{4.2}$), 6 heterozygous α-thalassemia 1 ($--^{SEA}/\alpha$), and 6 Hb H disease ($--^{SEA}/-\alpha^{3.7}$), which Hb F levels ranged from 0% to 18.4%. The coinheritance of α-thalassemia affects Hb F and A_2 levels in both conditions. In addition, many genetic factors affecting Hb F levels were reported such as *XmnI polymorphism* ($-158\ ^{G}\gamma$), *KLF1*, *BCL11A*, and *HBS1L-MYB* that associated with increased synthesis of Hb F in both conditions (Chalerm et al, 2017; Nuinoon et al, 2010; Tepakhan et al, 2015). One thousand one hundred sixty-five samples had an EE score <60, diagnosed as homozygous Hb E. From the molecular diagnosis results, it was found that 1,164 samples were real homozygous Hb E and one sample was β^0-thalassemia / Hb E disease ($\beta^{codon41/42\ (-TTCT)}/\beta^{codon26(G>A)}$; Hb E) coinherited with homozygous α-thalassemia 2 ($-\alpha^{3.7}/-\alpha^{3.7}$) (age = 86-year-old, Hb F = 0%, Hb E = 92.5% and Hb A_2 = 6.5%). DNA analysis for β-thalassemia was repeated, but unfortunately Hb typing could not be reperformed because the patient had died. In order to find out the causes of Hb F absence in this case, the family study, DNA sequencing of α-, β-, and δ-globin genes should be done further. The diagnostic performance of EE score using a cutoff value of 60 were as the followings: 99.5% sensitivity, 98.1% specificity, 90.4% PPV and 99.9% NPV. While the performance results from the previously published study were 100% sensitivity, 96.5% specificity, 85.7% PPV, and 100% NPV. The EE score could be applied as a tool to differentiate between β-thalassemia/Hb E disease and homozygous Hb E in order to prevent an error from reporting of Hb analysis.

Conclusions

This study found that EE Score is a potential tool for differentiating between homozygous Hb E and β-thalassemia/Hb E with sensitivity of 99.5%, specificity of 98.1%, PPV of 90.4%, and NPV of 99.9%. Coinheritance of α-thalassemia may increase the EE score of homozygous Hb E individuals while reducing the score in cases with β-thalassemia/Hb E disease.

Acknowledgements

The author is very grateful to all staff at Blood Disease Diagnosis Laboratory (BDDL), Department of Pathology, Ramathibodi Hospital, Bangkok, Thailand, for technical guidance and support.

Reference

Arnold S.-C. Tan, T. C. Q., Poh S. Low and Samuel S. Chong. (2001). A rapid and reliable 7deletion multiplex polymerase chain reaction assay for alphathalassemia. Blood, 98, 250-251.

Bain, B. J. (2005). Haemoglobinopathy diagnosis (2nd ed.).

Brancaleoni, V., Di Pierro, E., Motta, I., & Cappellini, M. D. (2016). Laboratory diagnosis of thalassemia. Int J Lab Hematol, 38 Suppl 1, 32-40. doi:10.1111/ijlh.12527

Fucharoen, S., & Weatherall, D. J. (2012). The hemoglobin E thalassemias. Cold Spring Harb Perspect Med, 2(8). doi:10.1101/cshperspect.a011734

Fucharoen, S., & Winichagoon, P. (2009). Hemoglobinopathies in Southeast Asia. Hemoglobin, 11(1), 65-88. doi:10.3109/03630268709036587

Fucharoen, S., & Winichagoon, P. (2009). Hemoglobinopathies in Southeast Asia: Molecular Biology and Clinical Medicine. Hemoglobin, 21(4), 299-319. doi:10.3109/03630269709000664

Jenjira Chalerm, M. A. C., Chayanon Peerapittayamongkol, Kittiphong Paiboonsukwong, Suthat Fucharoen, Orapan Sripichai. (2017). Influence of single nucleotide polymorphisms in the BCL11A, HBS1L-MYB intergenic region, and HBB gene cluster on the fetal hemoglobin levels in Bangladeshi patients with β-thalassemia/hemoglobin E disease. Genomics and Genetics, 10, 21-26.

Jitsuda Buakhao, D. o. m. s., Ministry of Public Health. (2560). Guidelines for the care of thalassemia patients in general practice.

Kritsada Singha, G. F., Kanokwan Sanchaisuriya and Supan Fucharoen. (2018). EE score: an index for simple differentiation of homozygous hemoglobin E and hemoglobin E-β0 thalassemia. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 56(9). doi:10.1515/cclm-2018-0089

Mais, D. D., Gulbranson, R. D., & Keren, D. F. (2009). The range of hemoglobin A(2) in hemoglobin E heterozygotes as determined by capillary electrophoresis. Am J Clin Pathol, 132(1), 34-38. doi:10.1309/AJCPP50JIXXZVLSS

Nuinoon, M., Makarasara, W., Mushiroda, T., Setianingsih, I., Wahidiyat, P. A., Sripichai, O., . . . Fucharoen, S. (2010). A genome-wide association identified the common genetic variants influence disease severity in beta0-thalassemia/hemoglobin E. Hum Genet, 127(3), 303-314. doi:10.1007/s00439-009-0770-2

Tepakhan, W., Yamsri, S., Fucharoen, G., Sanchaisuriya, K., & Fucharoen, S. (2015). Kruppel-like factor 1 mutations and expression of hemoglobins F and A2 in homozygous hemoglobin E syndrome. Ann Hematol, 94(7), 1093-1098. doi:10.1007/s00277-015-2335-x

Thedsawad A , J. S., Chuncharunee S and Butthep P. (2012). Multiplex ARMS-PCR Analysis for Nineteen b-Thalassemia Mutations. J Hematol Transfus Med, 22, 31-40.

Tritipsombut, J., Phylipsen, M., Viprakasit, V., Chalaow, N., Sanchaisuriya, K., Giordano, P. C., . . . Harteveld, C. L. (2012). A single-tube multiplex gap-polymerase chain reaction for the detection of eight beta-globin gene cluster deletions common in Southeast Asia. Hemoglobin, 36(6), 571-580. doi:10.3109/03630269.2012.747441

Vichinsky, E. (2007). Hemoglobin E Syndromes. ASH Education Program Book 2007, 1, 79-83.

Wong, P., Srichaiya, A., Suannum, P., Charoenporn, P., Jermnim, S., Chan-In, M., . . . Deoisares, R. (2017). Frequency of hemoglobin E/β-thalassemia compound heterozygotes with low hemoglobin F phenotype among cases with a diagnosis of hemoglobin E homozygote, determined by high-performance liquid chromatography, in prenatal control program for β-thalassemia. Annals of Hematology, 96(10), 1763-1765. doi:10.1007/s00277-017-3089-4

กระบวนการหมักบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง

ขนิษฐา เฟียล่า[1,2*] และชไมพร ขุนจันทึก[3]

Batch butanol fermentation process from sugarcane juice integrated with gas stripping system

Khanittha Fiala[1,2*] and Chamaiporn Khunchantuek[3]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[2]ศูนย์วิจัยการหมักเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[3]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[1]Department of Biotechnology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002
[2]Fermentation Research Center for Value-Added Agricultural Products, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002
[3]Graduate School, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002
*Corresponding author. E-mail : khamoo@kku.ac.th

บทคัดย่อ

บิวทานอลเป็นพลังงานทางเลือกใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีค่าพลังงานสูง สามารถผลิตได้จากวัสดุทางการเกษตรหลายประเภท บิวทานอลสามารถผลิตได้จากกระบวนการหมักอะซิโตน-บิวทานอล-เอทานอล (เอบีอี) โดยแบคทีเรียจำพวก solventogenic clostridia งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการหมักบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยโดย *Clostridium beijerinckii* TISTR 1461 ในถังหมักขนาด 2 ลิตร ผลการทดลองพบว่าสามารถผลิตบิวทานอลและเอบีอีได้ 11.77 และ 16.30 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการหมักบิวทานอลร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง (gas stripping) โดยใช้อัตราการหมุนเวียนแก๊ส 1 ลิตรต่อนาที ผลการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มการผลิตบิวทานอลและเอบีอีได้เป็น 12.44 และ 20.29 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *C. beijerinckii* TISTR 1461 มีความสัมพันธ์กับการสร้างผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: อะซิโตน-บิวทานอล-เอทานอล (เอบีอี) อ้อย *Clostridium beijerinckii* TISTR 1461 แก๊สสตริปปิ้ง

Abstract

Butanol is a new alternative biofuel, which has been an increasing interest due to its high energy content and can be produced from varieties of agricultural materials. Butanol can be produced by acetone-butanol-ethanol (ABE) fermentation using solventogenic clostridia. Batch butanol fermentation process from sugarcane juice by *Clostridium beijerinckii* TISTR 1461 in a 2-L reactor was investigated in this study. The results showed that butanol and ABE of 11.77 and 16.30 g/L were obtained. Batch butanol fermentation integrated with gas stripping system using gas flow rate of 1 L/min was investigated. The results showed that butanol and ABE production was increased to 12.44 and 20.29 g/L, respectively. Moreover, morphology of *C. beijerinckii* TISTR 1461 related to product formation.

Keywords: acetone-butanol-ethanol (ABE), sugarcane, *Clostridium beijerinckii* TISTR 1461, gas stripping

บทนำ

ปัจจุบันเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจในยุคสมัยที่น้ำมันปิโตรเลียมที่ผลิตได้จากธรรมชาติมีปริมาณจำกัด ซึ่งบิวทานอลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพอีกทางเลือกหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ บิวทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอน 4 อะตอม มีค่าพลังงานมากกว่าเอทานอล โดยค่าพลังงานของเอทานอลและบิวทานอลเท่ากับ 5,598 และ 7,323 กิโลแคลอรีต่อลิตร ตามลำดับ (Yeom, 2011) และบิวทานอลยังให้ค่าออกเทนที่สูงกว่าเอทานอล โดยบิวทานอล

ให้ค่าออกเทนเท่ากับ 94 ส่วนเอทานอลให้ค่าออกเทนเท่ากับ 92 (Ezeji, et al., 2005) นอกจากนี้บิวทานอลสามารถละลายได้อย่างสมบูรณ์ในน้ำมันเบนซินและดีเซล อีกทั้งบิวทานอลมีความดันไอต่ำและทนทานต่อการปนเปื้อนของน้ำในน้ำมัน ปกติแล้วเอทานอลจะดูดโมเลกุลของน้ำและมักจะกัดกร่อนท่อที่ขนส่งน้ำมัน ดังนั้นจึงต้องขนส่งเอทานอลโดยรถบรรทุก รถไฟ และเรือ ในปริมาณค่อนข้างน้อยเพื่อไปยังแหล่งเก็บ แล้วนำไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนก่อนจำหน่าย บิวทานอลสามารถนำไปผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนในปริมาณความเข้มข้นที่สูงกว่าเอทานอลโดยไม่ต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ การขนส่งของบิวทานอลทางท่อจึงมีความเป็นไปได้มากกว่าเอทานอล

อ้อยมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Saccharum officinarum* Linn. เป็นไม้ล้มลุก สูง 2-5 เมตร ลำต้นสีม่วงแดง มีไขสีขาวปกคลุม ไม่แตกกิ่งก้าน ใบเดี่ยว เรียงสลับ กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 0.5-1 เมตร ดอกช่อออกที่ปลายยอด สีขาว ผลเป็นผลแห้ง ขนาดเล็ก เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ สายพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยมปลูกมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สิงคโปร์และพันธุ์สุพรรณบุรี 50 (กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี, ม.ป.ป.) ในปีการผลิต 2560/2561 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อย 11,542,550 ไร่ และมีผลผลิตอ้อยทั้งหมด 134,929,298 ตัน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม, 2561) อ้อยสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนที่สำคัญได้คือ พลังงานชีวมวล (Biomass) ซึ่งหมายถึง พลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ รวมถึงผลพลอยได้และของเสียที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (โครงการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดใกล้เคียง, ม.ป.ป.) จุดเด่นของพลังงานชีวมวล คือสามารถเกิดกลับมาใช้ใหม่ได้อีก และช่วยลดการเกิดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม พลังงานชีวมวลที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ และได้รับความนิยมในขณะนี้คือเอทานอล และบิวทานอลที่สามารถนำมาใช้เพื่อเป็นการแก้ปัญหาราคาน้ำมันแพง และการขาดแคลนพลังงานได้

บิวทานอลสามารถผลิตได้จากกระบวนการหมักอะซิโตน-บิวทานอล-เอทานอล (เอบีอี) ซึ่งจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตบิวทานอลได้นั้นส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียจำพวก solventogenic clostridia เช่น *Clostridium beijerinckii* (Liu, et al., 2010) *C. acetobutylicum* (Napoli, et al., 2010) และ *C. saccharoper butylacetonicum* (Oshiro, et al., 2010) เป็นต้น โดยทั่วไปอัตราการผลิตเอบีอีเป็น 3:6:1 โดยมีบิวทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลัก อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงตามชนิดของจุลินทรีย์ สารอาหาร แร่ธาตุ พีเอช และสภาวะในการเพาะเลี้ยง การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จากความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์เป็นปัญหาหลักอย่างหนึ่งที่ทำให้การผลิตบิวทานอลได้ปริมาณน้อยลง จึงจำเป็นต้องมีการแยกผลิตภัณฑ์ออกจากถังหมักก่อนที่จะเกิดการยับยั้ง

แก๊สสตริปปิ้ง (Gas stripping) เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้ในการแยกบิวทานอลออกจากน้ำหมัก โดยการพ่นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน หรือไฮโดรเจนเข้าไปในน้ำหมัก ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซิโตน บิวทานอล และเอทานอล ซึ่งสามารถระเหยได้จะระเหยออกมาพร้อมกับแก๊ส หลังจากนั้นตัวทำละลายอินทรีย์จะถูกควบแน่นกลายเป็นของเหลวโดยเครื่องควบแน่น การเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์โดยวิธีนี้มีข้อดี คือ เครื่องมือที่ใช้ราคาไม่แพง ไม่เกิดความเสียหายต่อเซลล์จุลินทรีย์ และสามารถลดความเป็นพิษของบิวทานอลในอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Qureshi, & Blaschek, 2001) เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตและการเก็บเกี่ยวบิวทานอลจากการหมักน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 ร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตบิวทานอลในระดับอุตสาหกรรมได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกล้าเชื้อ *C. beijerinckii* TISTR 1461

C. beijerinckii TISTR 1461 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เตรียมกล้าเชื้อให้อยู่ในรูปสารแขวนลอยสปอร์ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ให้มีความเข้มข้นของสารแขวนลอยสปอร์ประมาณ 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปกระตุ้นการเจริญของสปอร์แบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 ด้วยความร้อน (heat shock) โดยจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที (Khunchantuek, & Moosophin, 2012)

การเตรียมน้ำอ้อย

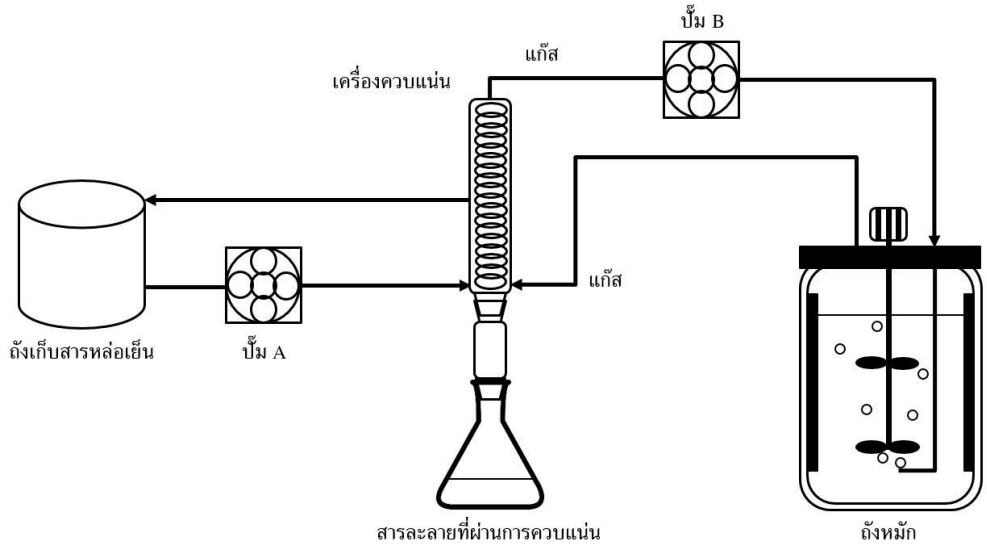
น้ำอ้อยคั้นจากอ้อยสายพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ซื้อจากตลาด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ถูกนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 10-15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าด้ายดิบ 3-4 ชั้น และนำส่วนที่ผ่านการกรองแล้วไปผ่านเครื่องกรองแบบอัดชนิด Plate and frame โดยแผ่นกรองมีขนาดเท่ากับ 4 ไมครอน น้ำอ้อยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 23.6 องศาบริกซ์ ค่าพีเอช 5.06 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 151.72 กรัมต่อลิตร และปริมาณฟอร์มัลไนโตรเจน (formol nitrogen) 155.62 มิลลิกรัมต่อลิตร

การศึกษาการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 โดยการหมักแบบกะ ในถังหมักขนาด 2 ลิตร

ถ่ายสารแขวนลอยสปอร์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยความร้อนแล้วจำนวน 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ลงในขวดซีรั่มขนาด 100 มิลลิลิตรที่บรรจุอาหาร Tryptone-glucose-yeast extract medium (TGY) จำนวน 80 มิลลิลิตร ซึ่งอาหาร TGY ประกอบด้วย ทริปโตน 5 กรัมต่อลิตร กลูโคส 1 กรัมต่อลิตร ยีสต์เอ็กแทรกซ์ 5 กรัมต่อลิตร และไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 1 กรัมต่อลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง เตรียมน้ำหมักโดยเจือจางน้ำอ้อยให้มีความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมดเริ่มต้น 60 กรัมต่อลิตร เติมกรดบิวทิริก 6.85 กรัมต่อลิตร ยีสต์เอ็กแทรกซ์ 3.0 กรัมต่อลิตร และแอมโมเนียมอะซิเตต 2.3 กรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อย (Khunchantuek, & Fiala, 2017) โดยเตรียมน้ำหมักปริมาตร 1.5 ลิตร ในถังหมักขนาด 2 ลิตร ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 28 นาทีแล้ว เมื่อน้ำหมักเย็น เติมวิตามิน และแร่ธาตุ ตามองค์ประกอบของอาหาร P2 ประกอบด้วย กรดพาราอะมิโนเบนโซอิก 0.001 กรัมต่อลิตร ไทอะมีน 0.001 กรัมต่อลิตร ไบโอติน 0.00001 กรัมต่อลิตร แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต 0.2 กรัมต่อลิตร แมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต 0.01 กรัมต่อลิตร เฟอรัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต 0.01 กรัมต่อลิตร และโซเดียมคลอไรด์ 0.01 กรัมต่อลิตร (Qureshi, & Blaschek, 1999) โดยการกรองผ่านแผ่นกรองปลอดเชื้อขนาด 0.2 ไมโครเมตร ลงไปในน้ำอ้อย ปรับค่าพีเอชเท่ากับ 6.5 นำไปพ่นแก๊สไนโตรเจนปราศจากออกซิเจนผ่านแผ่นกรองอากาศขนาด 0.2 ไมโครเมตร เพื่อให้ในถังหมักมีสภาวะไร้อากาศ นำสารแขวนลอยเซลล์ที่มีค่าการดูดกลืนแสงประมาณ 0.5 ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร มา 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ถ่ายลงในถังหมัก ทำการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการกวน 100 รอบต่อนาที จากนั้นเก็บตัวอย่างทุก ๆ 12 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พีเอช ปริมาณบิวทานอล อะซิโตน เอทานอล กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก

การศึกษาการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 โดยกระบวนการหมักแบบกะร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง ในถังหมักขนาด 2 ลิตร

ทำการหมักน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 แบบกะ ในถังหมักขนาด 2 ลิตร ระบบแก๊สสตริปปิ้งจะต่อเข้ากับถังหมักดังแสดงในรูปที่ 1 ใช้หัวพ่นแก๊สชนิด ring sparger สารหล่อเย็นคือเอทิลีน ไกลคอล (ethylene glycol) ซึ่งถูกควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส และมีอัตราการไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่น 600 มิลลิลิตรต่อนาที (ดัดแปลงจาก Ezeji et al., 2003) ระบบแก๊สสตริปปิ้งจะเริ่มหลังจากการหมักผ่านไป 16-19 ชั่วโมง หรือเมื่อจุลินทรีย์ได้มีการผลิตแก๊ส และตัวทำละลายอินทรีย์ออกมาแล้ว จะเริ่มหมุนเวียนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน ซึ่งเป็นแก๊สที่ถูกผลิตขึ้นจากจุลินทรีย์เข้าสู่ถังหมักด้วยอัตรา 1 ลิตรต่อนาที ในระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างในถังหมักและในฟลาสก์รับตัวอย่าง (receiving flask) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พีเอช ปริมาณบิวทานอล อะซิโตน เอทานอล กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก



รูปที่ 1 การผลิตและการเก็บเกี่ยวบิวทานอลจากการหมักแบบกะร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง

การศึกษาสัณฐานวิทยาของเซลล์ระหว่างการหมักบิวทานอล

ศึกษาสัณฐานวิทยาและการเปลี่ยนแปลงเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาของการหมักบิวทานอลภายใต้กล้องจุลทรรศน์

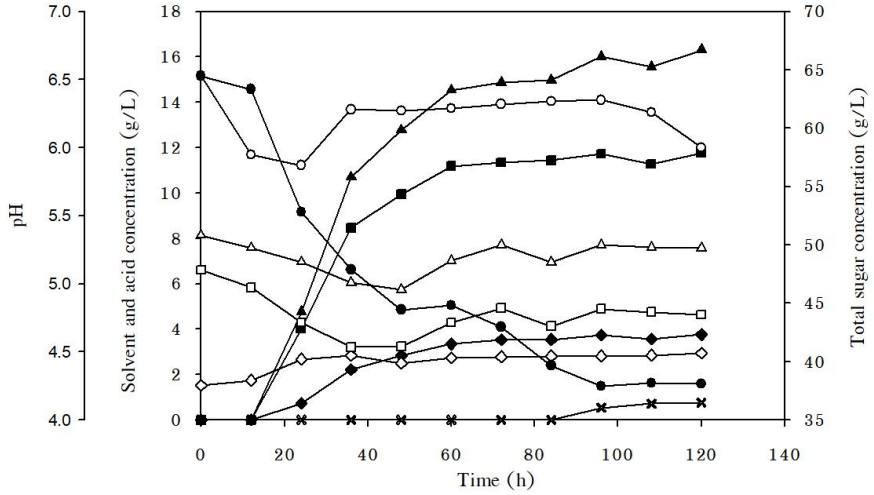
การวิเคราะห์

ค่าพีเอชของน้ำหมักวัดด้วยเครื่องวัดค่าพีเอช (PHM 210, Radiometer analysis, France) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี Phenol-sulfuric acid (Dobois, 1956) ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดวัดด้วยแฮนด์รีเฟรกโตมิเตอร์ (Atago, Japan) ปริมาณบิวทานอล เอทานอล อะซิโตน กรดอะซิติก และกรดบิวทิริก วิเคราะห์ด้วยแก๊สโครมาโตกราฟ (GC-2014, Shimadzu, Japan) ที่มี FID (Flame Ionization Detector) เป็นตัววัด คอลัมน์มีความยาว 4 เมตร ภายในบรรจุด้วย porapak Q ขนาด 100/120 mesh และมีแก๊สไนโตรเจนเป็นตัวพา อุณหภูมิของคอลัมน์ถูกควบคุมไว้ที่ 230 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของ injector และ detector ถูกควบคุมไว้ที่ 250 องศาเซลเซียส ปริมาณฟอร์มัลไนโตรเจนวิเคราะห์ด้วยการไตเตรท (Zoecklein, et al., 1990)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 โดยกระบวนการหมักแบบกะ ในถังหมักขนาด 2 ลิตร

การศึกษาการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยโดยการหมักแบบกะในถังหมักขนาด 2 ลิตร พบว่าแบคทีเรียมีรูปแบบการเจริญ การใช้น้ำตาล การผลิตกรดและตัวทำละลายอินทรีย์ ดังแสดงในรูปที่ 2 ในช่วงแรกของการหมักแบคทีเรียจะสร้างกรดออกมาส่งผลให้ค่าพีเอชลดลง และต่ำสุดในชั่วโมงที่ 24 ในช่วงนี้แบคทีเรียมีการเจริญและ น้ำตาลถูกใช้และลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากชั่วโมงที่ 24 ค่าพีเอชจะมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าเซลล์เริ่มเปลี่ยนกรดให้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งความเข้มข้นของตัวทำละลายอินทรีย์ (บิวทานอล และอะซิโตน) จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่าแบคทีเรียสามารถผลิตบิวทานอล อะซิโตน และเอทานอลได้สูงสุดเท่ากับ 11.77, 3.76 และ 0.77 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ สารละลายเอบีอีทั้งหมดเท่ากับ 16.30 กรัมต่อลิตร ผลได้ของบิวทานอล 0.41 และอัตราผลผลิตบิวทานอล 0.10 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง และพบว่าการเติมกรดบิวทิริกจะช่วยเพิ่มการผลิตบิวทานอล เนื่องจากแบคทีเรียใช้กรดบิวทิริกเป็นสับสเตรจ (Substrate) เพื่อเปลี่ยนเป็นบิวทานอลในกระบวนการหมักเอบีอี (Al-Shorgani, et al., 2012)

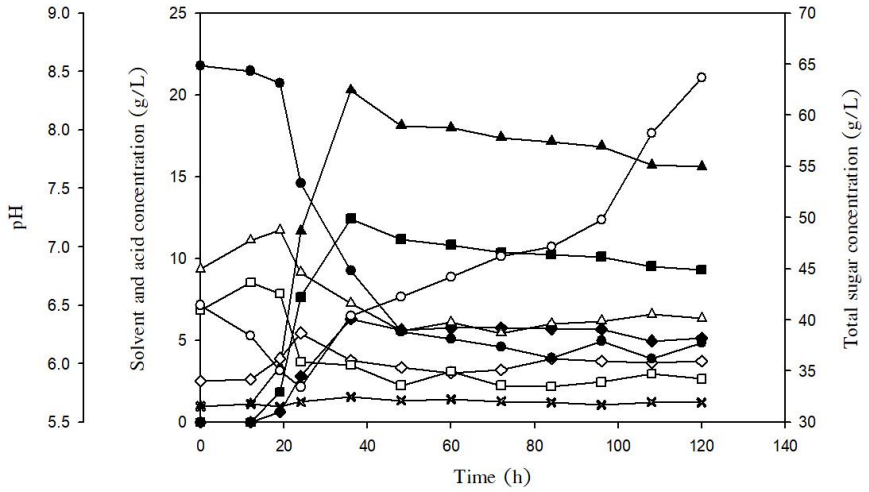


รูปที่ 2 การผลิตบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยโดย *C. beijerinckii* TISTR 1461: (○) พีเอช, (●) น้ำตาลทั้งหมด, (◆) อะซิโตน, (■) บิวทานอล, (✕) เอทานอล, (▲) เอบีอี, (◇) กรดอะซิติก, (□) กรดบิวทิริก และ (△) กรดทั้งหมด

การศึกษาการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 โดยกระบวนการหมักแบบกะร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง ในถังหมักขนาด 2 ลิตร

จากการศึกษากระบวนการผลิตบิวทานอลจากน้ำอ้อยด้วยแบคทีเรีย *C. beijerinckii* TISTR 1461 โดยกระบวนการหมักแบบกะร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้งโดยใช้อัตราการหมุนเวียนแก๊ส 1 ลิตรต่อนาที พบว่าแบคทีเรียมีรูปแบบการเจริญ การใช้น้ำตาล การผลิตกรดและตัวทำละลายอินทรีย์ ดังแสดงในรูปที่ 3 ในช่วงแรกของการหมักแบคทีเรียจะสร้างกรด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนออกมา ซึ่งแก๊สที่แบคทีเรียสร้างขึ้นมานี้จะถูกนำไปหมุนเวียนใช้ในระบบแก๊สสตริปปิ้ง โดยจะเริ่มระบบแก๊สสตริปปิ้งในชั่วโมงที่ 19 ของการหมัก

เมื่อพิจารณาเวลาในการหมักที่ทำให้ได้ปริมาณบิวทานอลสูงสุด พบว่าการหมักที่มีการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ร่วมไปด้วยมีการใช้เวลาในการหมักที่สั้นกว่าการหมักแบบกะธรรมดา ทั้งนี้เพราะว่าการหมักเอบีอีร่วมกับการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ไปพร้อมกัน จะช่วยลดความเป็นพิษของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีผลต่อเซลล์ได้ ทำให้แบคทีเรียสามารถใช้สับสเตรจได้มากขึ้น เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในน้ำหมัก พบว่าอะซิโตน บิวทานอล และเอทานอล จะมีความเข้มข้นลดลงตามเวลาเนื่องจากถูกเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ออกไปจากถังหมัก โดยบิวทานอลมีความเข้มข้นลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรดไม่สามารถถูกเก็บเกี่ยวออกจากถังหมักไปได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เก็บเกี่ยวได้ในสารละลายควบแน่น ซึ่งพบว่าไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรดได้เลย ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากกรดมีความสามารถในการระเหยออกมาเป็นไอได้ยากกว่าตัวทำละลายอินทรีย์ และน้ำหมักจะมีความหนืด เนื่องจากมีเซลล์ของแบคทีเรียอยู่ในน้ำหมัก และสับสเตรจที่ใช้ ซึ่งส่งผลรบกวนต่อการการระเหยของกรดได้ (Ezeji, et al., 2003)



รูปที่ 3 การผลิตบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยโดย *C. beijerinckii* TISTR 1461 ร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้ง: (○) พีเอช, (●) น้ำตาลทั้งหมด, (◆) อะซิโตน, (■) บิวทานอล, (✕) เอทานอล, (▲) เอบีอี, (◇) กรดอะซิติก, (□) กรดบิวทิริก และ (△) กรดทั้งหมด

จากการทดลองได้บิวทานอล 12.44 กรัมต่อลิตร และเอบีอี 20.29 กรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบิวทานอลและเอบีอีที่ได้จากการหมักบิวทานอลที่ไม่มีการเก็บเกี่ยวด้วยระบบแก๊สสตริปปิ้ง (11.77 และ 16.30 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ) เนื่องจากระบบแก๊สสตริปปิ้งช่วยป้องกันการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจากผลิตภัณฑ์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นในระหว่างการหมัก จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ด้วยระบบแก๊สสตริปปิ้งเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพเหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อผลิตบิวทานอลโดยกระบวนการหมัก

การศึกษาสัณฐานวิทยาของเซลล์ระหว่างการหมักบิวทานอล

เมื่อทำการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียในระหว่างการหมัก พบว่าเซลล์ของ *C. beijerinckii* TISTR 1461 มีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาของการหมัก และมีความสัมพันธ์กับการสร้างผลิตภัณฑ์ ในช่วงชั่วโมงที่ 0 จะพบจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย และเมื่อชั่วโมงที่ 12 เซลล์จะมีลักษณะเป็นแท่งสั้น เคลื่อนที่ได้เร็ว ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวแบคทีเรียสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรด ทำให้ค่าพีเอชในน้ำหมักมีค่าลดลง โดยจะเรียกช่วงเวลาในการสร้างกรดว่า acidogenesis phase ที่ชั่วโมงที่ 24 จะพบว่าเซลล์เริ่มมีลักษณะบวมพองคล้ายรูปซิกก้า การเคลื่อนที่ของแบคทีเรียช้าลง โดยช่วงเวลาดังกล่าวแบคทีเรียจะใช้กรดเป็นสับสเตรจไปสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ทำให้ค่าพีเอชในน้ำหมักมีค่าสูงขึ้น โดยจะเรียกช่วงเวลาในการเปลี่ยนกรดให้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์นี้ว่า solventogenesis phase จากนั้นเซลล์จะมีความยาวที่เพิ่มขึ้น และค่อย ๆ เปลี่ยนรูปร่างไปเป็นสปอร์ โดยลักษณะของสปอร์จะอยู่ข้างในตัวเซลล์ (endospore) ตำแหน่งของสปอร์จะค่อนไปข้างใดข้างหนึ่งของตัวเซลล์

สรุปผลการศึกษา

การหมักบิวทานอลแบบกะจากน้ำอ้อยโดย *C. beijerinckii* TISTR 1461 ร่วมกับการใช้ระบบแก๊สสตริปปิ้งโดยใช้อัตราการหมุนเวียนแก๊ส 1 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตบิวทานอลได้สูงสุด 12.44 กรัมต่อลิตร และได้ปริมาณเอบีอีสูงสุด 20.29 กรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าที่ได้จากการหมักบิวทานอลที่ไม่มีการเก็บเกี่ยวด้วยกระบบแก๊สสตริปปิ้ง ดังนั้นการหมักบิวทานอลร่วมกับระบบแก๊สสตริปปิ้งจึงเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้สามารถผลิตบิวทานอลได้สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ผ่านคลัสเตอร์วิจัยน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยการหมักเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี. (ม.ป.ป.). อ้อยคั้นน้ำ. สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2562, สืบค้นจาก http://sfcrc.suphanburi.info/sp50_GAP.htm.

โครงการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดใกล้เคียง. (ม.ป.ป.). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2556, สืบค้นจาก http://www.tei.or.th/remhs/ publication/Booklet-Biomassenergy.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม. (ธันวาคม 2561). รายงานการผลิตอ้อยของประเทศไทย ประจำปีการผลิต 2560/61. สืบค้นเมื่อ 8 กันยายน 2562, สืบค้นจาก http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-3254.pdf.

Al-shorgani, N.K.N., Kali, M.S., Ali, E., Yusoff, W.M.W., & Hamid, A.A. (2012). Enhancement of biobutanol production by butyric acid addition using *Clostridium saccharoperbutylacetonicum* N1-4 (ATCC 13564). *Biotechnology*, 11, 326-332.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350 - 356.

Ezeji, T.C, Qureshi, N., & Blaschek, H.P. (2003). Production of acetone, butanol and ethanol by *Clostridium beijerinckii* BA101 and *in situ* recovery by gas stripping. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 19, 595-603.

Ezeji, T.C., Karcher, P.M., Qureshi, N., & Blaschek, H.P. (2005). Improving performance of a gas stripping-based recovery system to remove butanol from *Clostridium beijerinckii* fermentation. *Bioprocess Biosystem Engineering*, 27, 207-214.

Khunchantuek, C., & Fiala, K. (2017). Optimization of Key Factors Affecting Butanol Production from Sugarcane Juice by *Clostridium beijerinckii* TISTR 1461. *Energy Procedia*, 138, 157-162.

Khunchantuek, C., & Moosophin, K. (2012). Effects of heat shocking on butanol production by *Clostridium beijerinckii* 1461. *KKU Science J*, 40, 217-222.

Liu, Z., Ying, Y., Li, F., Ma, C., & Xu, P. (2010). Butanol production by *Clostridium beijerinckii* ATCC 55025 from wheat bran. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 37, 495-501.

Napoli, F., Olivieri, G., Russo, M.E., Marzocchella, A., & Salatino, P. (2010). Butanol production by *Clostridium acetobutylicum* in a continuous packed bed reactor. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 37, 603-608.

Oshiro, M., Hanada, K., Tashiro, Y., & Sonomoto, K. (2010). Efficient conversion of lactic acid to butanol with pH-stat continuous lactic acid and glucose feeding method by *Clostridium saccharoperbutylacetonicum*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 1177-1185.

Qureshi, N., & Blaschek, H.P. (1999). Butanol recovery from model solution/fermentation broth by pervaporation: evaluation of membrane performance. *Biomass and Bioenergy*, 17, 175-184.

Qureshi, N., & Blaschek, H.P. (2001). Recover of butanol from fermentation broth by gas stripping. *Renewable Energy*, 22, 557-564.

Yeom, S.H. (2011). Simulation study of biobutanol production in a polymer-loaded two-phase partitioning bioreactor (PL-TPPB): Simulation and strategy for biobutanol production. *Korean Journal Chemical Engineering*, 28, 2017-2023.

Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H., & Nury, F.S. (1990). *Production wine analysis*, New York: Van Nostrand Reinhold Publs.

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือจากการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

วาสนา ฉัตรดำรง[1,2] ฐิติพร จันทร์ตระกูล[1] ศุภสุดา แสนศรี[1] และโศภิศ คันธวงศ์[1*]

Antimicrobial susceptibility and utilization of Cordyceps militaris spent mushroom substrates

Wassana Chatdumrong[1,2], Thitiporn Chantarkun[1], Supasuda Sansri[1] and Sophit Khanthawong[1*]

[1]ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเห็ดและรา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University Phitsanulok, Thailand 65000
[2]Centre of Excellence in Fungal Research, Faculty of Medical Science, Naresuan University Phitsanulok, Thailand 65000
*Corresponding author. E-mail: sophitth@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคจากสารสกัดของเห็ดถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* และวัสดุเพาะ โดยทำการเพาะเห็ดในอาหารที่ มาจากข้าว 3 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และปลายข้าว ทำการเพาะเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยพบว่าดอกเห็ดที่ใช้วัสดุเพาะจากข้าวหอมมะลิเจริญเติบโตได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นข้าวไรซ์เบอร์รี่และปลายข้าว ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยเมทานอล พบว่าปริมาณของสารสกัดจากดอกเห็ดในข้าวไรซ์เบอร์รี่สูงที่สุด รองลงมาคือปลายข้าวและข้าวหอมมะลิ ได้ปริมาณสารสกัด 6, 3 และ 4 mg ตามลำดับ และในวัสดุเพาะได้ปริมาณสารสกัดสูงที่สุดจากปลายข้าวคือ 3 mg รองลงมาคือข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ปริมาณสารสกัด 2 mg จากการทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* และ *Candida albicans* ด้วยวิธี disc diffusion method พบว่าสารสกัดจากส่วนของดอกเห็ดมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ดีกว่าส่วนของวัสดุเพาะโดยมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก *B. cereus* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *S. aureus* จากการหาค่าการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Broth microdilution พบว่าเชื้อ *B. cereus* มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งจากสารสกัดของดอกเห็ดอยู่ในช่วง 17-81 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากวัสดุเพาะอยู่ในช่วง 22-88 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การยับยั้งเชื้อ *S. aureus* โดยสารสกัดอยู่ในช่วง 19-80 และ 20-38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ งานวิจัยนี้สามารถเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองและสกัดสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากดอกเห็ดและวัสดุเพาะเห็ดชนิดต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาไปสู่การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ นอกจากนี้ยังนำไปทดสอบฤทธิ์ด้านอื่น ๆ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระต่อไปได้

คำสำคัญ: เห็ดถั่งเช่าสีทอง วัสดุเพาะเห็ด ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

Abstract

The objective of this study is to test the antimicrobial susceptibility of the extracts from *Cordyceps militaris* and its dietary spent mushroom substrates. *C. militaris* was cultured in 3 different mediums, jasmine rice, riceberry and grits for 8 weeks. The maximum growth of mushroom was observed on jasmine rice follow by riceberry and grits, respectively. After harvesting, the highest among of methanolic extract was obtained from mushroom cultivated on riceberry, 6 mg/ml and grits spent mushroom extract, 3 mg/ml. Antimicrobial susceptibility by disc diffusion method was performed with *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. The results revealed that, only gram-positive bacteria, *S. aureus* and *B. cereus* were inhibited by the extracts. Broth microdilution method was used to test for percentage of inhibition. In *B. cereus*, the percentage of inhibition was 17-81% for the mushroom's extracts and 22-82% for the extracts from dietary spent mushroom substrates while *S. aureus* was inhibited by 19-80% and 20-38% respectively. This study, the authors have success cultivation of *C. militaris*, also the methanol extracts from mushroom and dietary spent mushroom substrates showed the antimicrobial activity that can be developed for study of the bioactive compounds and other studies such as antioxidation test.

Keywords: *Cordyceps militaris*, dietary spent mushroom substrates, antimicrobial susceptibility

บทนำ

"ถั่งเช่า" หรือที่เรียกกันว่า หญ้าหนอน แปลเป็นไทยว่า "ฤดูหนาวเป็นหนอน ฤดูร้อนเป็นหญ้า" ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวหนอน คือหนอนของผีเสื้อมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hepialus armoricanus Oberthur* หนอนชนิดนี้ในฤดูหนาวจะฝังตัวจำศีลอยู่ใต้ดินภูเขาหิมะเมื่อน้ำแข็งเริ่มละลาย สปอร์เห็ดจะพัดไปกับน้ำแข็งที่ละลายแล้วไปตกที่พื้นดิน จากนั้นตัวหนอนเหล่านี้ก็จะกินสปอร์และเมื่อฤดูร้อนสปอร์ก็เริ่มเจริญเติบโตเป็นเส้นใยโดยอาศัยการดูดสารอาหารและแร่ธาตุจากตัวหนอนนั้น และส่วนที่เป็นเส้นใยจะงอกออกจากท้องและปากของตัวหนอน เห็ดเหล่านี้ต้องการแสงอาทิตย์จึงงอกขึ้นสู่พื้นดินรูปลักษณะภายนอกคล้ายไม้กระบอง ส่วนตัวหนอนเองก็จะค่อย ๆ ตายไป (นพมาศ และ ธิดารัตน์, 2556) ปัจจุบันพบการนำดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเห็ดถั่งเช่าสีทองมีคุณค่าทางอาหารและสรรพคุณทางยาสูงประกอบไปด้วยส่วนประกอบสำคัญหลายตัว ได้แก่ กรดอะมิโน กรดไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพคือ สามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา ปรสิต และโปรโตซัว (ธัญญา, 2561) โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวได้แก่ Cordycepin มีรายงานความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli* และ *Bacillus subtilis* (Jiang, et al., 2019) และสาร polysaccharide มีฤทธิ์ในการทำลายผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย (Zhang, et al., 2017) ปัจจุบันการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง สามารถเพาะได้โดยใช้ตัวหนอนและการเพาะโดยใช้อาหารสังเคราะห์ ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกศึกษาการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารสังเคราะห์ โดยวัสดุหลักที่ใช้ในการเพาะคือ ข้าว 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และปลายข้าว ซึ่งทั้งข้าวหอมมะลิ และข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นที่รู้จักและนิยมนำมารับประทาน ส่วนปลายข้าวไม่เป็นที่นิยมในการนำมาบริโภค เนื่องจากปลายข้าวมีลักษณะเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ แต่มีราคถูก จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจเลือกข้าวทั้ง 3 ชนิดที่มีคุณสมบัติต่างกัน มาศึกษาการเจริญของเห็ดทั้งในระยะเส้นใย และระยะการเจริญป็นดอกเห็ด

ปัจจุบันพบว่าการรักษาโรคติดเชื้อมักใช้ยาปฏิชีวนะที่ให้ผลดีในการรักษา ซึ่งการใช้ยาอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป และอาจส่งผลทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการนำสารสกัดของเห็ดถั่งเช่ามาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นทางเลือกใหม่ที่เพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค อีกทั้งในปัจจุบันการใช้สารสกัดจากธรรมชาติโดยส่วนใหญ่จะเป็นสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่ได้รับความความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก

จากข้อมูลที่กล่าวมาคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค โดยการนำดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุที่เหลือจากการเพาะ มาสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยเมทานอล และทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเพื่อเป็นทางเลือกในการรักษาโรคติดเชื้อ รวมทั้งศึกษาการนำวัสดุเพาะมาใช้ประโยชน์โดยการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ และนำไปเป็นวัตถุดิบเสริมในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป (ไม่ได้แสดงผลการศึกษาในรายงานวิจัยนี้)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การแยกเชื้อ งานวิจัยนี้เริ่มจากการแยกเชื้อราจากดอกเห็ดถั่งเช่าบนอาหารสังเคราะห์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ดร.ธัญญา ทะพิงค์แก คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่มีอายุประมาณ 4 เดือน การถ่ายเชื้อราโดยการใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายงอ นำชิ้นส่วนของดอกเห็ดถั่งเช่าหรือส่วนของเส้นใยวางลงบนผิวหน้าอาหารวุ้น Potato Dextrose Agar (PDA) ทำภายในตู้ปลอดเชื้อ และนำมาบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนได้เส้นใยของเห็ดเจริญเต็มผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียมหัวเชื้อ หลังจากแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์แล้ว นำมาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว Potato Dextrose Broth (PDB) ทำได้โดยการตัดหัวเชื้อของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าที่ขึ้นบนผิวหน้าอาหารวุ้น PDA ด้วยส่วนก้นของพาสเจอร์ปิเปตขนาดประมาณ 0.5x0.5 cm จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายงอ เขี่ยชิ้นส่วนของเส้นใยนำไปใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml ที่มีอาหารเหลว PDB บรรจุอยู่ 200 ml และนำเพาะเลี้ยงในเครื่องเขย่าความเร็ว 120 rpm อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 1 สัปดาห์

การเตรียมอาหารสังเคราะห์เพื่อใช้ในการเพาะเห็ด สูตรการเตรียมอาหารดัดแปลงมาจาก ธัญญา (2561) การเตรียมตัวอย่างสูตรอาหารในงานวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างข้าว 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และปลายข้าว ชั่งตัวอย่างข้าวทั้ง 3 ชนิด แบ่งใส่ขวดแก้วขวดละ 35 g แช่น้ำสะอาดเป็นเวลา 10-15 นาที เทน้ำทิ้งจนหมด จากนั้นเตรียมอาหารเหลวตามสูตรและกรอกลงในขวดที่มีตัวอย่างข้าวขวดละ 35 ml จะได้ปริมาณข้าว:อาหารเหลว ในอัตราส่วน 1:1 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เมื่อนำอาหารสังเคราะห์ออกมาตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเย็น จึงนำเชื้อเห็ดที่เตรียมไว้ในอาหาร PDB มาลงในขวดแก้วโดยใช้ปิเปตดูดเชื้อลงขวด ๆละ 3 ml ทำภายใต้ตู้ปลอดเชื้อ และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 °C ในที่มืด จนกว่าเส้นใยจะเจริญเต็มผิวหน้าอาหาร จากนั้นจะเปิดให้แสง เพื่อให้เส้นใยเจริญเป็นดอกเห็ดประมาณ 4 สัปดาห์ เมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่ทำการเก็บดอกเห็ดและแยกวัสดุเพาะออกจากกัน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนกว่าจะแห้งสนิท

การสกัดตัวอย่างเห็ดถั่งเช่า นำตัวอย่างเห็ดและวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่อบแห้งมาบดให้เป็นผงและชั่งตัวอย่างอย่างละ 10 g จากนั้นนำไปละลายในเมทานอล 100 ml แช่ทิ้งไว้ข้ามคืนในเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 160 rpm อุณหภูมิห้อง และทำการกรองสารสกัดผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 แล้วล้างสารสกัดด้วยเมทานอลปริมาตร 50 ml อีก 1 ครั้ง ในเครื่องเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำการกรองรวมกับสารสกัดรอบแรกจะได้สารสกัดจากเมทานอลสุดท้ายปริมาตร 150 ml นำสารสกัดไปละเหยเมทานอลออกด้วยเครื่อง Rotary evaporator ที่ 40 °C จากนั้นละลายสารสกัดที่ได้ด้วย 5% DMSO ในอัตราส่วนความเข้มข้น 1 mg/ml จากนั้นทำการกรองเพื่อให้ปลอดเชื้อด้วยกระดาษกรอง ขนาด 0.45 µm และเก็บรักษาสารสกัดที่อุณหภูมิ 4 °C โดยวิธีดังกล่าวดัดแปลงมาจาก Caihong, et al., (2014)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ โดยทำการทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6 สายพันธุ์ คือ *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* และ *Candida albicans* เขี่ยเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ลงใน phosphate saline buffer (PSB) จากนั้นปรับความขุ่นให้เท่ากับ McFarland standards No.0.5 ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งด้วยวิธี disc diffusion method โดยการ swab เชื้อลงบนอาหาร Nutrient agar (NA) จากนั้นวางแผ่น disc บนผิวหน้าอาหารและปิเปตสารสกัดทั้ง 6 ชนิด (จากดอกเห็ดและข้าวที่ใช้เพาะเห็ด) และสารสกัดจากข้าวสามชนิดที่ยังไม่ได้เพาะเห็ดเป็น negative control ปิเปตลงบนแผ่น disc ปริมาตรละ 20 µl (มีความเข้มข้นของสารสกัดอยู่ 20 mg/disc) โดยใช้ยา ampicillin, gentamicin, fluconazole, voriconazole เป็น positive control นำจานอาหารทดสอบไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยการวัดโซนยับยั้ง จากนั้นทำการยืนยันผลด้วยวิธี Broth microdilution

การหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) ทำการยืนยันผลด้วยวิธี broth microdilution โดยวิธีดังกล่าวดัดแปลงมาจาก Mohamed, et al., (2016) เพื่อดูความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ ทำโดยการเติมอาหาร Mueller-Hinton Broth ปริมาณ 75 µl เชื้อแบคทีเรีย 75 µl และสารสกัด 75 µl จากนั้นทำการเจือจางสารสกัดโดยวิธี 2-fold-dilution จะได้ปริมาตรสุดท้ายอยู่ที่หลุมละ 150 µl ความเข้มข้นของสารสกัดหลุมแรกเหลืออยู่ที่ 18.75 mg/ml โดย positive control จะใส่เชื้อและอาหาร ส่วน negative control จะใส่อาหารและสารสกัด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการอ่านผลเพื่อหาเปอร์เซนต์ Inhibition โดยการเติมสี triphenyltetrazolium chloride จากนั้นบ่มต่อที่อุณหภูมิ 35 °C ในที่มืด เป็นเวลา 3 ชั่วโมง อ่านผลจากสีที่เกิดขึ้นและวัดค่า OD ที่ 560 nm เทียบกับ positive และ negative control

ผลการศึกษา

ผลลักษณะการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองในวัสดุเพาะต่าง ๆ

การเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองลงบนอาหารสังเคราะห์ ในวัสดุเพาะข้าว 3 ชนิด โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเพื่อบอกความสามารถในการเจริญของเส้นใยในวัสดุเพาะ พบว่าวัสดุเพาะจากปลายข้าวในช่วง 8 วัน แรกมีการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุด รองลงมาเป็นวัสดุเพาะจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และวัสดุเพาะจากข้าวหอมมะลิ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยได้ค่าเฉลี่ยคือ 2.369, 2.002 และ 1.738 cm ตามลำดับ หลังจากนั้นพบว่า เส้นใยเจริญได้เร็วมาก

ขึ้นในวัสดุเพาะจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ วัสดุเพาะจากข้าวหอมมะลิ ส่วนวัสดุเพาะจากปลายข้าวเส้นใยมีแนวโน้มเจริญได้ช้าลงตามลำดับ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยได้ค่าเฉลี่ยคือ 8.43, 8.3 และ 7.75 cm ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1 และลักษณะของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองในวัสดุเพาะต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1

ตาราง 1 แสดงความสมารถในการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองในวัสดุเพาะข้าว 3 ชนิด

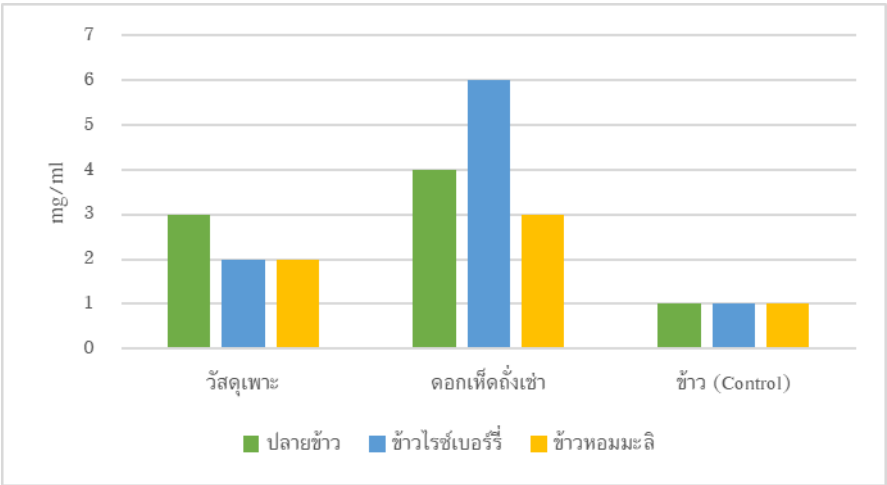
วันที่	ลักษณะการเจริญของเส้นใย กว้างxยาว (cm)					
	ปลายข้าว		ข้าวไรซ์เบอร์รี่		ข้าวหอมมะลิ	
	ค่าเฉลี่ย	ความสามารถในการเจริญ	ค่าเฉลี่ย	ความสามารถในการเจริญ	ค่าเฉลี่ย	ความสามารถในการเจริญ
2	2.369	+ + +	1.738	+	2.002	+ +
4	3.358	+ + +	2.973	+ +	2.747	+
6	4.03	+ + +	3.884	+ +	3.473	+
8	4.98	+ + +	4.65	+ +	4.268	+
10	5.326	+ +	5.576	+ + +	5.205	+
12	7.134	+	7.826	+ + +	7.705	+ +
15	7.673	+	8.153	+ + +	8.044	+ +
17	7.75	+	8.43	+ + +	8.3	+ +

หมายเหตุ : เส้นใยเจริญช้า (+), เส้นใยเจริญปานกลาง (++), เส้นใยเจริญเร็ว (+++)

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองในวัสดุเพาะข้าว 3 ชนิด
A. ดอกเห็ดจากวัสดุเพาะข้าวหอมมะลิ B. ดอกเห็ดจากวัสดุเพาะข้าวไรซ์เบอร์รี่ C. ดอกเห็ดจากวัสดุเพาะปลายข้าว

ผลการสกัดสารจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง วัสดุที่ใช้เลี้ยงเชื้อ และวัสดุที่ไม่ได้เลี้ยงเชื้อ

ปริมาณสารสกัดของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ได้จากวัสดุเพาะข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่และปลายข้าว ได้ปริมาณสารสกัด 3, 6 และ 4 mg/ml ตามลำดับ และสารสกัดจากวัสดุเพาะปลายข้าวได้ปริมาณสารสกัด 3 mg/ml วัสดุเพาะข้าวหอมมะลิและไรซ์เบอร์รี่ได้ปริมาณสารสกัดที่เท่ากันคือ 2 mg/ml ส่วน control คือสารสกัดจากข้าวทั้งสามชนิดที่ไม่ได้เลี้ยงเชื้อได้ปริมาณสารสกัด 1 mg/ml ปริมาณสารที่สกัดได้ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณสารสกัดด้วยเมทานอลของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุเพาะข้าว 3 ชนิด

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion method

จากการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคของสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง วัสดุที่ใช้เพาะ และวัสดุเพาะควบคุมโดยทำการทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6 สายพันธุ์ คือ *E. coli*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium*, *S. aureus* และ *C. albicans* อ่านผลโดยวัดความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใสที่เกิดขึ้น พบว่าสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าและวัสดุเพาะมีผลยับยั้งเชื้อแบคทีเรียกลุ่มแกรมบวกคือ *B. cereus* และ *S. aureus* แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบคือ *E. coli*, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa* และยีสต์ *C. albicans* ได้ แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion method

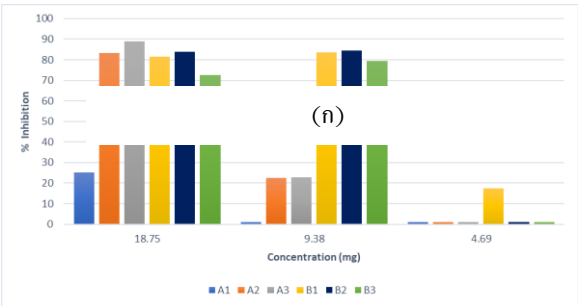
เชื้อจุลินทรีย์	Positive control	Zone of inhibition (mm)								
		วัสดุเพาะ			ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง			ชุดควบคุม		
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
B. cereus	8±0	8±0	-	7.5±0.71	30±0	25±0	24±0	9±0	8±0	7.5±0.71
S. aureus	34±0	8±0	9.5±0.71	8±0	9±0	10±0	9±0	-	-	9±0

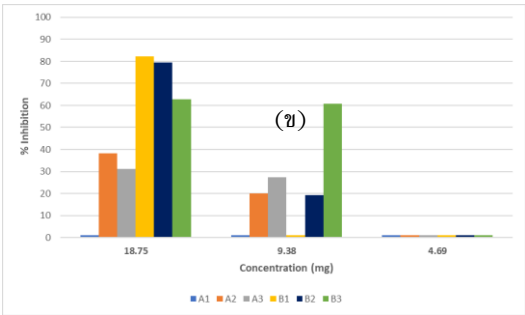
หมายเหตุ: สารสกัดจากวัสดุเพาะ (A), ดอกเห็ด (B), ชุดควบคุม (C) ข้าวที่ไม่มีการเติมเชื้อเห็ด
ปลายข้าว (1), ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (2), ข้าวหอมมะลิ (3)
paper disc มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm

ผลการหาค่าเปอร์เซนต์การยับยั้ง

จากการหาค่า MIC ของเชื้อ *B. cereus* พบว่าสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุเพาะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบได้ โดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งแตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 3 (ก) โดยสารสกัดจากส่วนของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุดโดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งอยู่ในช่วง 17-81 เปอร์เซนต์ มีความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 4.69-18.75 mg/ml ตามลำดับ และสารสกัดจากวัสดุเพาะสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีสุดโดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งได้อยู่ในช่วง 22-88 เปอร์เซนต์ มีความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 9.38-18.75 mg/ml ตามลำดับ

การหาค่า MIC ของเชื้อ *S. aureus* พบว่าสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุเพาะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบได้โดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งแตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 3 (ข) โดยสารสกัดจากส่วนของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุดโดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งได้อยู่ในช่วง 19-80 เปอร์เซนต์ มีความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 9.38-18.75 mg/ml ตามลำดับ และสารสกัดจากวัสดุเพาะสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด โดยมีค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งได้อยู่ในช่วง 20-38 เปอร์เซนต์ มีความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 9.38-18.75 mg/ml ตามลำดับ





รูปที่ 3 แสดงเปอร์เซนต์การยับยั้งของเชื้อ *B. cereus* (ก) และเชื้อ *S. aureus* (ข)
สารสกัดจากวัสดุเพาะ (A), ดอกเห็ด (B), ปลายข้าว (1), ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (2), ข้าวหอมมะลิ (3)

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารสังเคราะห์จากวัสดุเพาะข้าว 3 ชนิดคือ วัสดุเพาะจากปลายข้าว ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวหอมมะลิ พบว่าดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองจากวัสดุเพาะข้าวหอมมะลิให้ผลผลิตดอกได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองจากวัสดุเพาะข้าวไรซ์เบอร์รี่ และดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองจากวัสดุเพาะปลายข้าว ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ สุกัลญา และคณะ (2015) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิ พบว่าการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิเป็นเวลา 3 เดือน เห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนข้าวไรซ์เบอร์รี่เจริญเติบโตเป็นดอกเห็ดได้น้อยกว่าเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนข้าวหอมมะลิ เนื่องมาจากเมล็ดข้าวหอมมะลิมีความอ่อนนุ่มกว่าเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่ จึงทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า นอกจากนี้เห็ดถั่งเช่าสีทองอาจนำสารอาหารจากข้าวหอมมะลิไปพัฒนาเป็นดอกเห็ดมากกว่า ส่วนดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ได้จากวัสดุเพาะปลายข้าวให้ผลผลิตที่น้อยที่สุดเนื่องมาจากความพรุนของอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและดอกเห็ด ผลผลิตของเห็ดจะสูงสุดเมื่อเพาะด้วยข้าวที่อยู่ในสภาพที่เต็มเมล็ดโดยมิได้แตกหัก (Wen, et al., 2008)

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* ที่เพาะในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ส่วนของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุที่ใช้เพาะ โดยทำการสกัดด้วยเมทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักของสารสกัดจากดอกเห็ดและวัสดุเพาะที่ได้นั้นมีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากในขั้นตอนการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วย Rotary evaporator ใช้ระยะเวลาในการระเหยเมทานอลต่างกัน โดยสารสกัดดอกเห็ดถั่งเช่าในวัสดุเพาะจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีน้ำหนักสูงที่สุดได้ปริมาณ 6 mg/ml และในวัสดุเพาะพบปริมาณสารสกัดสูงที่สุดในวัสดุเพาะจากปลายข้าว ได้ปริมาณ 3 mg/ml แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีอยู่ในดอกเห็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความแข็งแรงของสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง รวมไปถึงชนิดของตัวทำละลายและขั้นตอนวิธีการสกัดเป็นต้น ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดที่แตกต่าง

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion method และการหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (MIC) ของสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุเพาะต่าง ๆ พบว่า สารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่าและ วัสดุเพาะไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli, S. typhimurium* , *P. aeruginosa* และ *C. albicans* ได้ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมีเยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอก (outer membrane) และ periplasmic space ซึ่งไม่พบในแบคทีเรียแกรมบวก สารไลโพพอลิแซกคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ชั้นนอกจะเป็นตัวกั้นการซึมผ่านของสารได้ดี ขณะที่แบคทีเรียแกรมบวกไม่มีโครงสร้างเหล่านี้ สารต่าง ๆ จึงซึมผ่านเข้าเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกได้ง่ายกว่าแบคทีเรียแกรมลบ (สุคนธ์ และคณะ, 2012) จึงมีผลยั้งยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกคือ *B. cereus* และ *S. aureus* ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Caihong, et al., (2014) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบยาต้านจุลชีพฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารสกัดเมทานอลของดอกและเส้นใยของ *Cordyceps militaris* ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งพบว่ามีความสามารถยับยั้งเชื้อ *B. subtilis*, *Aspergillus niger* และ *Cryptococcus neoformans* โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ คือ 3.125 mg/ml และจากการศึกษาของ Filipa, et al., (2013) ได้รายงานถึงสารสกัดเมทานอลของ *Cordyceps militaris* ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราโดยวิธี microdilution method ซึ่งทำการปรับความเข้มข้นของเชื้อด้วยเครื่อง spectrophotometer ให้ได้ความเข้มข้นที่ 10^5 cfu/ml พบว่าสารสกัดเมทานอลสามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* และ *P. aeruginosa* โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ คือ 0.015 mg/ml ในงานวิจัยนี้ไม่สามารถหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) ได้ เนื่องจากความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ 100 เปอร์เซนต์ จึงนำไปอ่านผลเพื่อหาเปอร์เซนต์การยับยั้งโดยการเติมสี triphenyltetrazolium chloride และอ่านผลจากสีที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นการตรวจสอบความมีชีวิตของเซลล์ โดยสี triphenyltetrazolium chloride จะเข้าสู่เซลล์เกิดปฏิกิริยา reduce ให้โปรตรอนกับโมเลกุลสี ทำให้หมู่ไฮรดรอซิลหลุดออกจากโมเลกุลสีจับกับโปรตรอนของ NADH ทำให้โมเลกุลสีเปลี่ยนไป ถ้าในอาหารเหลวไม่เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู แสดงว่าในอาหารเหลวไม่มีการเจริญของเชื้อหรือมีปริมาณเชื้อน้อย แต่ถ้าอาหารเหลวเปลี่ยนเป็นสีชมพูแสดงว่ามีการเจริญของเชื้อ (Borra, et al., 2009) วัดผลการมีชีวิตของเชื้อได้

โดยนำไปวัดค่า OD ที่ 560 nm พบว่าสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองและวัสดุเพาะชนิดต่าง ๆ สามารถยับยั้ง เชื้อ *B. cereus* และ *S. aureus* ได้โดยสารสกัดจากดอกเห็ดมีแนวโน้มที่สามารถยับยั้งเชื้อทั้งสองชนิดได้ดีกว่าวัสดุเพาะ โดยเฉพาะเชื้อ *B. cereus* ที่สามารถยับยั้งได้ด้วยสารสกัดจากดอกเห็ดที่ความเข้มข้น 9.38 mg/ml อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยคาดว่าหากมีการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดและปรับวิธีการสกัดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น อาจทำให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่า สามารถเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในวัสดุเพาะข้าวทั้ง 3 ชนิด โดยการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยปลายข้าวจะมีราคาถูกและสามารถหาซื้อได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ได้จากปลายข้าวมีลักษณะดอกค่อนข้างเล็กเมื่อเทียบกับดอกเห็ดที่เพาะในวัสดุเพาะจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในเชิงการค้าอาจทำให้ราคาของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะจากปลายข้าวถูกลง ส่วนเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ใช้ข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ให้ลักษณะดอกที่สมบูรณ์ใกล้เคียงกัน ส่วนการทดสอบการสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าสารสกัดจากดอกเห็ดมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใกล้เคียงกันและให้ผลการยับยั้งมากกว่าวัสดุเพาะ

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิจัยต่อยอดโดยการนำสารสกัดจากดอกเห็ดและวัสดุเพาะเห็ดไปวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ เช่น cordycepin และ adenosine แล้วนำไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ได้แก่ การต้านอนุมูลอิสระ ความเป็นพิษต่อเซลล์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีวิทยาและปรสิตวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี 2562

อ้างอิง

ชัยวัฒน์ อาจิน และคณะ. (2559). ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและจุลินทรีย์ในไส้ตันของไก่ไข่. แก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 2:2559.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (2556). ถั่งเช่าช่วยเพิ่มสมรรถภาพจริงหรือ. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิด. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2556. จาก https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0153.pdf.

ธัญญา ทะพิงค์แก. (2555). การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ หจก.มิตรเกษตร การตลาดและโฆษณา. สุกัลญา หลีแจ้ และคณะ. (2015). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวหอมมะลิ. การประชุมวิชาการระดับชาติ. มหาวิทยาลัยรังสิต.

สุคนธ์ ตันติไพบูลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี, เพชรลดา เดชายืนยง. (2012). ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกไม้บางชนิด.ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Borra, RC., Lotufo, MA., Gagioti, SM., Barros, M., Andrade, PM. (2009) A simple method to measure cell viability in proliferation and cytotoxicity assays. Braz Oral Res, 23(3), 255-262.

Caihong, D., Tao, Y., Tiantian, L. (2014) A Comparative Study of the Antimicrobial, Antioxidant, and Cytotoxic Activities of Methanol Extracts from Fruit Bodies and Fermented Mycelia of Caterpillar Medicinal Mushroom *Cordyceps militaris* (Ascomycetes). Medicinal Mushrooms, 16(5), 485-95.

Filipa, S., Lillian, B., Ricardo, C., Ana, C., Leo, G., Marina, S., et al. (2013) The methanolic extract of *Cordyceps militaris* (L.) Link fruiting body shows antioxidant, antibacterial, antifungal and antihuman tumor cell lines properties. Food and Chemical Toxicology, 62, 91-8.

Jiang, Q., Lou, Z., Wang, H., Chen, C. (2019) Antimicrobial effect and proposed action mechanism of cordycepin against *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. J Microbiol, 57(4), 288-297

Mohamed, E., Syed, A., Scott, F., Paul, D., Mark, M., Roger, M., et al. (2016) Resazurin-based 96-well plate microdilution method for the determination of minimum inhibitory concentration of biosurfactants. Biotechnol Lett, 38, 1015-1019.

Wen, TC., Kang, JC., Li, GR., LEI, B. (2008) Effects of different solid culture condition on fruit body and cordycepin output of *Cordyceps militaris*. Guizhou Agricultural Sciences, 36(4), 92-94.

Zhang, Y., TingWu, Y., Zheng, W., Han, X., Jiang, Y., Hu, P. (2017) The antibacterial activity and antibacterial mechanism of a polysaccharide from *Cordyceps cicadae*. Journal of Functional Foods, 38, 273-279.

การบริหารต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

อำภาภัทร์ วสันต์สกุล

Cost Management and Product Compensation of woven fabrics products of Tai Dam Cultural Village, Chiang Khan District, Loei Province

Ampapath Wasunsakul

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย 42000
Faculty of Management Science, Loei Rajabhat University, Maung, Loei 42000
Corresponding author. E-mail: Am_lru@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาบริบทชุมชนและกระบวนการทอผ้าของกลุ่มทอผ้าไทดำ 2) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอนแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอมือของกลุ่มทอผ้าไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ซึ่งเป็นมรดกทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษหลายชั่วอายุ ประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ได้แก่ สมาชิกกลุ่มทอผ้าไทดำ บ้านนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม เพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและร้อยละ ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์พบว่า 1) บริบทชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ บ้านนาป่าหนาด เป็นหมู่บ้านของกลุ่มชาติพันธุ์เชื้อสายไทดำที่เก่าแก่ มีขนบธรรมเนียมประเพณีวัฒนธรรมอันโดดเด่น และยังมีศิลปะของผ้าทอมือที่มีเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร มีการจัดตั้งกลุ่มทอผ้าฝ้ายพื้นเมืองบ้านนาป่าหนาดเกิดขึ้นจากนโยบายรัฐบาลที่สนับสนุนให้ประชาชนมีงานทำ และรวมกลุ่มสร้างอาชีพทำผ้าทอมือแบบโบราณ โดยกลุ่มทอผ้าไทดำมีสมาชิกทั้งหมดเป็นหญิง 50 คน ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 51 ปีขึ้นไป สถานะส่วนใหญ่สมรสแล้ว และ 2) ต้นทุนในการลงทุนผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทดำ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน โดยค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่ากับ 30,712 บาท ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 10,034 บาท ประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต อายุโครงการ 5 ปี ต้นทุนการผลิตผ้าฝ้ายทอมือ 180.28 บาท ชุดแต่งกายสตรี 360.24 บาท เสื้อทำงานบุรุษ 212.63 บาท กระเป๋า 120.47 บาท หมวก 80.64 บาท ผ้ารองจาน 34.12 บาท ผ้าปูโต๊ะ 142.18 บาท ปลอกหมอน 45.26 บาท และผ้าคลุมไหล่ 322.81 บาท มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิที่อัตราคิดลดร้อยละ 7 เท่ากับ 706,747.55 บาท ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์ และใช้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 เดือน 14 วัน สำหรับแนวทางในการบริหารจัดการ กลุ่มผู้ผลิตควรมีการสร้างเครือข่ายกับกลุ่มทอผ้าฝ้ายทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัดเพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ตลอดจนแสวงหาแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและหาตลาดร่วมกัน กลุ่มทอผ้าไทดำควรสืบทอดภูมิปัญญาพื้นบ้านในด้านการทอผ้าพื้นเมืองไปยังรุ่นลูกหลานอย่างจริงจัง เพื่อคงคุณค่าและเป็นมรดกทางศิลปวัฒนธรรมสืบไป

คำสำคัญ: การบริหารต้นทุน ผลตอบแทน หมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

Abstract

This research was the qualitative research. The purposes were: 1) to study the community context and weaving process of Tai Dam weaving fabrics group and 2) to analysis cost and product compensation of Tai Dam weaving fabrics from Tai Dam cultural village, Chiang Khan District, Loei Province. The population was 50 of Tai Dam woven fabrics group and depth interview and descriptive statistic to analysis mean and percentage. The results of the research revealed that Tai Dam cultural community located in Na Pa Nad village is an old ethic group with prominent traditions and cultures and unique art of hand weaving fabric. Tai Dam fabric weaving group was established from the government policy to promote occupations for community people. Tai Dam fabric weaving group consisted of 50 women, aged 51 or over, and almost everyone were married. The cost for manufacturing Tai Dam fabric products comprised 30,712 Baht for original cost and 10,034 Baht for operating expense including direct materials, direct labor, and manufacturing overhead based on five-year operation project. The cost of manufacturing for hand woven cotton was 180.28 Baht, for women's clothing was 60.24 Baht, for men's working shirts was 212.63 Baht, for bags was 120.47 Baht, for hats was

80.64 Baht, for placemats was 34.12 Baht, for tablecloth was 142.18 Baht, for pillow cases 45.26 Bath, and for shawls was 322.81 Baht. Present value of Net cash flow, 7 percent discount, was totally 706,747.55 Baht which was higher than zero. Payback period was 1 month and 14 days. The fabric weaving group should be expanded to build networks of fabric weaving groups both inside the province and in other provinces in order to learn and exchange experience as well as to search for manufacturing materials with good quality in order to reduce cost of manufacturing and to search of common market. Tai Dam fabric weaving group should transfer the wisdom of local fabric weaving to their new generations to keep the value and as cultural art heritage in the future.

Keywords: Cost Management, Compensation, Tai Dam Cultural Village Chiang Khan District Loei Province

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12(2560-2564) บนพื้นฐานของกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศ มุ่งเน้นการพัฒนาคนในฐานะของการเป็นศูนย์กลางการพัฒนาที่ได้รับประโยชน์และผลกระทบโดยตรงจากการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน จึงเป็นมุมมองที่นำสู่การพัฒนาทุนมนุษย์และทุนทางสังคม โดยเฉพาะทุนอันเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดความชุมชนในแต่ละภูมิภาค ซึ่งมีความหลากหลายทางประเพณีและวัฒนธรรม ดังนั้นความเข้มแข็งของชุมชนจึงเป็นส่วนสำคัญในการนำมาเป็นแกนของการพัฒนาที่จะเป็นจุดเริ่มต้นพื้นฐานที่เข้มแข็งและยั่งยืนต่อการพัฒนาประเทศ โดยที่ชุมชนจะเป็นทั้งผู้ผลิตรายย่อยเล็ก ๆ และผู้บริโภค ซึ่งทำให้เกิดการพึ่งพาและพัฒนาตนร่วมกัน ที่เรียกว่า "เศรษฐกิจวัฒนธรรม"

โครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (One Tambon One Product : OTOP) เป็นหนึ่งในนโยบายสำคัญของรัฐบาล ที่มุ่งเน้นให้แต่ละชุมชนได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการพัฒนาสินค้า เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น สร้างชุมชนให้เข้มแข็ง สามารถพึ่งพาตนเองได้ นำภูมิปัญญาในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจุดเด่น จุดขายที่รู้จักกันแพร่หลายไปทั่วประเทศและทั่วโลก (สารานุกรมเสรี, 2560) ซึ่งสินค้าชนิดหนึ่งในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ที่เป็นที่รู้จักคือ "ผ้าทอ" การทอผ้าเป็นศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านอย่างหนึ่งที่มีความสวยงาม มีความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละชุมชนที่แฝงอยู่ในผืนผ้า แสดงถึงศิลปะภูมิปัญญาของชุมชนนั้น ๆ ซึ่งมีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ดังเช่นจังหวัดเลย เป็นจังหวัดหนึ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ซึ่งมีชนเผ่าเล็ก ๆ ที่เรียกว่า "ชาวไทดำ" ได้อพยพจากเมืองเชียงขวาง แคว้นพวนสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มาตั้งถิ่นฐานอยู่ที่บ้านนาป่าหนาด ตำบลเขาแก้ว อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2448 ชาวไทดำมีฝีมือด้านการทอผ้ามาแต่โบราณ และได้นำความรู้ความสามารถด้านการทอผ้ามาถ่ายทอดให้กับลูกหลานที่เติบโตอยู่บนผืนแผ่นดินไทย ได้มีการอนุรักษ์วัฒนธรรมประเพณีของชุมชนชาวไทดำไว้อย่างเหนียวแน่น และยังมีการรวมกลุ่มทอผ้าพื้นเมืองของชาวบ้านที่มีจุดเด่นของผลิตภัณฑ์คือเป็นฝ้าย 100% ผลิตจากการทอมือแบบดั้งเดิมที่มีความละเอียดประณีตงดงาม มีลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง เช่น ลายโบกเต่า ลายดอกน้ำเต่า และลายตัวนก โดยในทุกวันนี้คนในชุมชนส่วนใหญ่มีรายได้หลักจากการทอผ้าฝ้ายขาย ซึ่งมีหน่วยงานจากทางราชการเข้ามาช่วยดูแลผลักดันให้เป็นสินค้าประจำอำเภอและจังหวัดอีกด้วย

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีวิถีชีวิตที่เรียบง่ายและมีอัตลักษณ์ความเป็นไทดำอย่างชัดเจนเรื่องการสวมใส่เสื้อผ้า ดังเช่นงานวิจัยของ อิสราภรณ์ ชัยกุหลาบ และไทยโรจน์ พวงมณี (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มชาติพันธุ์ไทดำ บ้านนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย พบว่า แนวทางการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของกลุ่มชาติพันธุ์ไทดำที่เป็นเป็นจุดเด่นด้านหนึ่งคือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ แต่ก็ยังมีจุดอ่อนในเรื่องของการบริหารจัดการด้านต้นทุนและผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ที่ทำรายได้ให้แก่คนในชุมชน ดังเช่นผ้าทอ ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของกลุ่มทอผ้าชุมชนวัฒนธรรมไทดำ และถึงแม้ว่าผ้าทอจะเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับกลุ่มสมาชิกทอผ้าไทดำ อย่างไรก็ตาม การผลิตผ้าทอก็ยังมีปัญหาอุปสรรคที่สำคัญหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิตที่สูง สมาชิกขาดความรู้ในเรื่องต้นทุน ทำให้วางแผนหรือตัดสินใจผิดพลาด ซึ่งปัญหาในเรื่องต้นทุนการผลิตเป็น

ปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งในการผลิตผ้าทอ เนื่องจากต้นทุนเป็นตัวเลขที่แสดงถึงราคาของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหัวหน้ากลุ่มจึงต้องดำเนินการคิดต้นทุนให้มีความถูกต้องมากที่สุด เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เช่น การควบคุมต้นทุน การกำหนดราคาขาย เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการบริหารต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ตลอดจนศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งผลจากการศึกษาที่ได้จะนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางที่จะสนับสนุนและส่งเสริมอาชีพการทอผ้าให้ดีขึ้นอีกทั้งเป็นข้อมูลในการตั้งราคาสินค้า ให้สามารถสร้างความได้เปรียบและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันการผลิตผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบทชุมชนและกระบวนการทอผ้าของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อ.เชียงคาน จ.เลย
2. เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อ.เชียงคาน จ.เลย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตประชากร คือ สมาชิกลุ่มทอผ้าไทดำ ตำบลเขาแก้ว อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย โดยมุ่งเน้นศึกษาธุรกิจการผลิตผ้าทอมือ ตั้งแต่เริ่มดำเนินกิจการ กรรมวิธีการผลิตผ้าทอ การแปรรูปผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการจัดจำหน่ายว่ามีต้นทุนและตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนหรือไม่ ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 – กรกฎาคม 2562

2. วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เหรัญญิก และสมาชิกกลุ่มผ้าทอไทดำ จำนวน 50 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ซึ่งได้สร้างตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทดำ ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับรายได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ตอนที่ 4 ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยได้ลงพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลพร้อมสัมภาษณ์ ตามประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้คือ 50 คน ประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เหรัญญิกและสมาชิกกลุ่มทอผ้าไทดำ ต.เขาแก้ว อ.เชียงคาน จ.เลย เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการทอผ้าและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบสัมภาษณ์ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน โดยใช้สถิติรูปแบบการบรรยายเชิงพรรณนา (Descriptive) ซึ่งจะใช้ตารางเพื่ออธิบายสภาพทั่วไปในการดำเนินงาน ปริมาณการผลิต จำนวนเงินลงทุนที่ต้องใช้ รายได้ รายจ่าย และปัจจัยที่ใช้ในการผลิต โดยใช้ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ และการสังเกตขณะออกทำการสำรวจ มาประกอบเข้ากับเอกสารและบทความต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในขั้นต้นมาช่วยในการวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของต้นทุนการผลิตผ้าทอ รวมทั้งแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตของกลุ่มทอผ้าไทดำ

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปพบว่า อำเภอเชียงคานเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดเลย ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดเลย และมีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองแขวงไชยบุรี (ประเทศลาว) ห่างจากจังหวัดเลย 56 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 867 ตารางกิโลเมตร อำเภอเชียงคานแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 8 ตำบล 78 หมู่บ้าน 1) ตำบลเชียงคาน 2) ตำบลธาตุ 3) ตำบลนาช่าว 4) ตำบลเขาแก้ว 5) ตำบลปากตม 6) ตำบลบุฮม 7) ตำบลจอมศรี และ 8) ตำบลหาดทรายขาว ซึ่งตำบลเขาแก้ว เป็นตำบลหนึ่งที่อยู่ในอำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ซึ่งประกอบด้วยหมู่บ้านทั้งหมด 8 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านเขาแก้ว, หมู่ที่ 2 บ้านตาดซ้อ, หมู่ที่ 3 บ้านท่าบ่ม, หมู่ที่ 4 บ้านนาเบน, หมู่ที่ 5 บ้านนาป่าหนาด, หมู่ที่ 6 บ้านวังอาบช้าง, หมู่ที่ 7 บ้านโสกเก่า และหมู่ที่ 8 บ้านโสกใหม่

ผู้ประกอบการในกลุ่มทอผ้าไทดำทั้งหมดเป็นหญิง 50 คน ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 51 ปีขึ้นไป สถานะส่วนใหญ่สมรสแล้ว ระดับการศึกษาของผู้ประกอบการอยู่ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา คนในชุมชนส่วนใหญ่มีรายได้หลักมาจากการทอฝ้ายขาย ซึ่งในปี พ.ศ.2543 ได้เริ่มก่อตั้งและรวมกลุ่มกันขึ้นภายใต้ชื่อว่า "กลุ่มทอผ้าไทดำบ้านนาป่าหนาด" เครื่องมือที่ใช้ในการทอผ้าจะเป็นแบบง่าย ๆ บางอย่างสามารถประดิษฐ์ได้เอง ส่วนกี่ทอผ้าจะมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ กี่พื้นเมืองและกี่กระตุก ซึ่งยังมีการใช้ทั้งสองประเภท แต่ส่วนใหญ่ผู้ผลิตผ้าทอจะใช้กี่พื้นเมือง เนื่องจากได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ

ตารางที่ 1 แสดงต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอแต่ละชนิด ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ

ผลิตภัณฑ์	ราคาต้นทุน (บาท)
ผ้าฝ้ายทอมือ	180.28
ชุดแต่งกายสตรี	360.24
เสื้อทำงานบุรุษ	212.63
กระเป๋า	120.47
หมวก	80.64
ผ้ารองจาน	34.12
ผ้าปูโต๊ะ	142.18
ปลอกหมอน	45.26
ผ้าคลุมไหล่	322.81

จากตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอแต่ละชนิด ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย พบว่า ผ้าฝ้ายทอมือมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 180.28 บาท ชุดแต่งกายสตรีเท่ากับ 360.24 บาท เสื้อทำงานบุรุษเท่ากับ 212.63 บาท กระเป๋าเท่ากับ 120.47 บาท หมวกเท่ากับ 80.64 บาท ผ้ารองจานเท่ากับ 34.12 บาท ผ้าปูโต๊ะเท่ากับ 142.18 บาท ปลอกหมอนเท่ากับ 45.26 บาท และผ้าคลุมไหล่เท่ากับ 322.81 บาท

ตารางที่ 2 แสดงรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในปี พ.ศ.2560

ผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ขายได้ต่อปี(ชิ้น)	ราคาขายต่อชิ้น(บาท)	รายได้ต่อปี(บาท)
ผ้าฝ้ายทอมือ	134	220.00	29,480.00
ชุดแต่งกายสตรี	95	450.00	42,750.00
เสื้อทำงานบุรุษ	75	250.00	18,750.00
กระเป๋า	64	160.00	10,240.00
หมวก	132	130.00	17,160.00
ผ้ารองจาน	320	55.00	17,600.00
ผ้าปูโต๊ะ	196	180.00	35,280.00
ปลอกหมอน	280	80.00	22,400.00
ผ้าคลุมไหล่	125	350.00	43,750.00
รวม			237,410.00

จากตารางที่ 2 แสดงรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในปี พ.ศ.2560 พบว่า ผ้าฝ้ายทอมือมีรายได้เท่ากับ 180.28 บาท ชุดแต่งกายสตรีเท่ากับ 360.24 บาท เสื้อทำงานบุรุษเท่ากับ 212.63 บาท กระเป๋าเท่ากับ 120.47 บาท หมวกเท่ากับ 80.64 บาท ผ้ารองจานเท่ากับ 34.12 บาท ผ้าปูโต๊ะเท่ากับ 142.18 บาท ปลอกหมอนเท่ากับ 45.26 บาท และผ้าคลุมไหล่เท่ากับ 322.81 บาท

ประมาณการในอนาคต

การประมาณการในอนาคต เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างไรในอนาคต โดยจะเป็นการประมาณการเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปีฐาน

ประมาณการรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์

เป็นจำนวนเงินที่ได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากผ้าทอในแต่ละปี ตลอดอายุโครงการ 5 ปี เริ่มเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2561 พบว่ารายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจากการประมาณการรายได้ในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ของกลุ่มทอผ้าวัฒนธรรมไทดำ ในอัตราร้อยละ 2 ต่อจากปีฐาน

ตารางที่ 3 แสดงประมาณการรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ในเวลา 5 ปี

	รายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (บาท)									
ปีที่	ผ้าฝ้ายทอมือ	ชุดแต่งกายสตรี	เสื้อทำงานบุรุษ	กระเป๋า	หมวก	ผ้ารองจาน	ผ้าปูโต๊ะ	ปลอกหมอน	ผ้าคลุมไหล่	รวม
1	29,480.00	42,750.00	18,750.00	10,240.00	17,160.00	17,600.00	35,280.00	22,400.00	43,750.00	237,410.00
2	30,069.60	43,605.00	19,125.00	10,444.80	17,503.20	17,952.00	35,985.60	22,848.00	44,625.00	242,158.20
3	30,670.99	44,477.10	19,507.50	10,653.69	17,853.26	18,311.04	36,705.31	23,304.96	45,517.50	247,001.36
4	31,284.40	45,366.64	19,897.65	10,866.76	18,210.32	18,677.26	37,439.41	23,771.05	46,427.85	251,941.38
5	31,910.08	46,273.97	20,295.60	11,084.09	18,574.52	19,050.80	38,188.19	24,246.47	47,356.40	256,980.20
รวม	153,415.07	222,472.71	97,575.75	53,289.34	89,301.30	91,591.10	183,598.51	116,570.48	227,676.75	1,235,491.14

จากตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดประมาณการรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ในเวลา 5 ปี พบว่า ปีที่ 1 เท่ากับ 237,410 บาท ปีที่ 2 เท่ากับ 242,158.20 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 247,001.36 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 251,941.38 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 256,980.20 บาท รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 1,235,491.14 บาท

การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาสินทรัพย์ที่ใช้ในการผลิต คือเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทอผ้าที่สามารถใช้ได้ตลอดอายุโครงการ 5 ปี และเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ต้องซื้อมาเปลี่ยนเมื่อสินทรัพย์นั้นหมดอายุ

การประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต มีแนวโน้มของต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ค่าวัตถุดิบทางตรง คือ ค่าเส้นด้าย มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นจากการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ประมาณร้อยละ 3

2. ค่าแรงงานทางตรง คือ ค่าแรงงานในการปั่นด้าย และค่าแรงงานในการทอผ้า โดยจะปรับค่าแรงตามความเหมาะสม และพิจารณาจากค่าครองชีพที่เพิ่มขึ้น ค่าแรงงานทางตรงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นจากการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ประมาณร้อยละ 2 ของค่าแรงงานทางตรงในแต่ละปี

3. ค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นจากการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ประมาณร้อยละ 2 ของค่าใช้จ่ายในแต่ละปี

ตารางที่ 4 แสดงประมาณการค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ

	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน(บาท)			ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน(บาท)						
ปีที่	ค่ากี่ทอผ้า	ค่าอุปกรณ์ทอผ้า	รวม	ค่าวัตถุดิบทางตรง	ค่าแรงงานทางตรง	ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์	ค่าไฟฟ้า	ค่าน้ำประปา	รวม	รวม(บาท)
0	25,500.00	5,212.00	30,712.00	-	-	-	-	-	-	30,712.00
1	-	-	-	3,991.00	3,658.00	1,250.00	930.00	205.00	10,034.00	10,034.00
2	-	-	-	3,815.71	3,887.08	1,553.19	853.45	245.70	10,355.13	10,355.13
3	-	1,350.00	1,350.00	3,964.23	3,956.65	1,598.76	955.45	296.65	10,771.71	12,121.71
4	-	-	-	3,987.08	4,134.33	1,684.94	978.65	280.25	11,065.25	11,065.25
5	-	-	-	4,075.97	4,252.38	1,785.45	1,024.45	275.11	11,413.36	11,413.36
	รวม		32,062.00						53,639.45	85,701.45

จากตารางที่ 4 แสดงประมาณการค่าใช้จ่ายในการผลิตจากผ้าทอ ตลอดระยะเวลา 5 ปี พบว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่ากับ 32,062 บาท และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่ากับ 53,639.45 บาท รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 85,701.45 บาท

ตารางที่ 5 แสดงประมาณการกระแสเงินสดรับสุทธิ ตลอดระยะเวลา 5 ปี

ปีที่	กระแสเงินสดรับ(บาท)	กระแสเงินสดจ่ายสุทธิ(บาท)			กระแสเงินสดรับสุทธิ(บาท)	กระแสเงินสดสุทธิสะสม (บาท)
		ค่าใช้จ่ายลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (บาท)	รวม		
0	-	30,712.00	-	-	(30,712.00)	(30,712.00)
1	237,410.00	-	10,034.00	10,034.00	227,376.00	196,664.00
2	242,158.20	-	10,355.13	10,355.13	231,803.07	428,467.07
3	247,001.36	1,350.00	10,771.71	12,121.71	234,879.65	663,346.72
4	251,941.38	-	11,065.25	11,065.25	240,876.13	904,222.85
5	256,980.20	-	11,413.36	11,413.36	245,566.84	1,149,789.69
รวม	1,235,491.14	32,062.00	53,639.45	54,989.45	1,149,789.69	

จากตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดกระแสเงินสดรับสุทธิ ตลอดระยะเวลา 5 ปี พบว่า กระแสเงินสดรับ เท่ากับ 1,235,491.14 บาท กระแสเงินสดจ่ายในการลงทุน เท่ากับ 32,062.00 บาท กระแสเงินสดจ่ายในการดำเนินงาน เท่ากับ 53,639.45 บาท และกระแสเงินสดรับสุทธิ เท่ากับ 1,149,789,69 บาท

การประเมินโครงการลงทุน

ในการลงทุนผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอของกลุ่มทอผ้าไทดำ ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนโดยใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน (PB) และวิธีมูลค่าปัจจุบัน (NPV) ได้ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ระยะเวลาคืนทุน (payback period : PB) การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน ทำได้โดยรวมกระแสเงินสดรับสุทธิตั้งแต่ปีที่ 1 เป็นต้นไปจนกระทั่งจำนวนรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิเท่ากับกระแสเงินสดจ่าย หรือจำนวนเงินลงทุนในปีที่ 0 โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4 และ 5 มาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน ได้ดังนี้

เงินลงทุน	30,712.00	บาท
<u>หัก</u> กระแสเงินสดรับสุทธิปีที่ 1	(227,376.00)	บาท
คงเหลือ	(196,664.00)	บาท

ถ้าจำนวนเงิน 227,376.00 บาท เท่ากับ 1 ปี

ดังนั้น จำนวน 30,712.00 บาท เท่ากับ $\frac{30,712.00}{227,376.00} = 0.14$ ปี

ระยะเวลา 0.14 ปี เท่ากับ 51 วัน (0.14 x 365 วัน)

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ เท่ากับ 1 เดือน 14 วัน ซึ่งระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าอายุของโครงการ

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value : NPV) จะใช้ข้อมูลจากตารางที่ 5 มาคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยกำหนดให้ต้นทุนค่าเสียโอกาสหรืออัตราคิดลด (discount rate) เท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินให้กู้ยืมของธนาคารพาณิชย์ทั่วไป สำหรับลูกค้ารายย่อยชั้นดี (MRR) ของธนาคารกรุงไทย จำกัด(มหาชน) เท่ากับร้อยละ 7

ตารางที่ 6 แสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดรับสุทธิ

ปีที่	(1) กระแสเงินสดรับสุทธิ(บาท) (จากตารางที่ 5)	(2) อัตราคิดลดร้อยละ 7	(3) มูลค่าปัจจุบัน(บาท) (3)=(1)x(2)
0	-30,712.00	1.0000	-30,712.00
1	227,376.00	0.9510	216,234.58
2	231,803.07	0.8165	189,267.21
3	234,879.65	0.7743	181,867.31
4	240,876.13	0.6980	168,131.54
5	245,566.84	0.6112	150,090.45
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV)			706,747.55

จากตารางที่ 6 แสดงการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนจากการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอในระยะเวลา 5 ปี ด้วยอัตราคิดลดร้อยละ 7 กระแสเงินสดรับสุทธิ เท่ากับ 1,149,789.69 บาท คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 706,747.55 บาท

รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์จากการทอผ้า ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

อภิปรายผลการศึกษา

การวิจัยเรื่อง การบริหารต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. การทอผ้าแต่ละผืนของกลุ่มทอผ้าไทดำ มีการทออย่างประณีต ละเอียดสวยงาม มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ จึงทำให้ชุมชนมีอาชีพเสริมและมีรายได้ ซึ่งผู้ทอจะมีต้นทุนที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายในการผลิต และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัคณิษา อภิศุภกรกุล และธานินทร์ ไชยเยชน์ (2558 : 54) พบว่า ต้นทุนค่าจ้างแรงงานทางตรง มีสัดส่วนค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 31.02 ของต้นทุนทั้งสิ้น จำนวน 293,127.50 บาท จากอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน (ROI) ทั้งในกรณีรวมต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และกรณีไม่รวมต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับร้อยละ 5.19 และ 35.40 ตามลำดับ อัตรากำไรสุทธิต่อยอดขาย (NPM) ทั้งในกรณีรวมต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และกรณีไม่รวมต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับร้อยล 6.72 และ 35.66 ตามลำดับ จากจุดคุ้มทุนรวมที่คำนวณได้ทั้งด้านรายได้จากการขายและปริมาณขาย เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรายได้รวมเท่ากับ 314,260 บาท คิดเป็นปริมาณขายจำนวน 498 ผืนเห็นได้ว่าผลตอบแทนที่ทางกลุ่มทอผ้าไหมบ้านหนองตาไก้ได้รับค่อนข้างเป็นที่น่าพอใจ

2. ผู้ซื้อให้ความสนใจและความสำคัญกับผลิตภัณฑ์จากผ้าทอของชุมชนเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากผ้าทอที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถขายได้ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่หันมานิยมผลิตภัณฑ์ที่ทำจากธรรมชาติ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากชุมชนกันมากขึ้น ส่งผลให้ชุมชนมีรายได้จากการทอผ้ามากขึ้น นอกจากนั้นในการทอผ้าของชุมชนยังมีการคิดลวดลายใหม่ ๆ แปลก ๆ เพิ่มขึ้นเพื่อเป็นการดึงดูดใจผู้ซื้อนักท่องเที่ยว ทำให้มีความน่าสนใจและมีความต้องการในการซื้อเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สลักฤทัย ไพฑูรย์ อินต๊ะขัน (2559 : บทคัดย่อ) พบว่า ต้นทุนในการลงทุนผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทลื้อ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานโดยค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่ากับ 25,883 บาท ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 9,400.33 บาท ประกอบด้วยต้นทุนวัตถุดิบ ค่าแรงงานทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิต อายุโครงการ 5 ปี ต้นทุนการผลิตผ้าซิ่นไทลื้อเท่ากับ 300.81 บาท ผ้าตัดชุดเท่ากับ 541.47 บาท ผ้าเช็ดหน้าเท่ากับ 18.05 บาท ผ้าปูโต๊ะเท่ากับ 240.05 บาท ผ้าคลุมเตียงเท่ากับ 1,203.26 บาท เสื้อปั๊ดเท่ากับ 505.81 บาท และถุงย่ามเท่ากับ 110.24 บาท มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8.00 เท่ากับ 484,044.06 บาท ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์และใช้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 เดือน 17 วัน โดยกลุ่มผู้ผลิตควรจะมีการจัดหาแหล่งวัตถุดิบที่มีราคาถูก ส่งเสริมให้ความรู้ต่าง ๆ ด้านการทอผ้าแก่สมาชิกเพิ่มมากขึ้น

3. การดำเนินการทอผ้า ผู้ทอมีการคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการทอผ้าเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดราคาขาย โดยใช้ต้นทุนและค่าใช้จ่ายเป็นแนวทาง ส่งผลให้ผู้ทอมีผลการดำเนินงานเป็นกระแสเงินสดสุทธิและมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนีพร ปัญโญวัฒน์ (2560 : บทคัดย่อ) พบว่า ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ผ้าไหมมัดหมี่ ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มีประสบการณ์ในการผลิตอยู่ระหว่าง 10-20 ปี แหล่งความรู้ในการผลิตมาจากบรรพบุรุษ สำหรับในด้านต้นทุนการผลิตเท่ากับ 5,195.07 บาท ค่าแรงงานทางตรงที่มีมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ค่าแรงงานในการทอ 2,000 บาท ค่าแรงงานในการทำไหมพุ่ง 500 บาท และค่าแรงงานในการกวัด 300 บาท ค่าใช้จ่ายในการผลิตที่มีจำนวนมากที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ ค่าสี 60 บาท ค่าถ่าน 50 บาท และค่ากี่ทอผ้า 28.60 บาท ตามลำดับ ผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตผ้าไหมมัดหมี่ 100 บาท ก่อให้เกิดผลตอบแทนจากการลงทุน 40.24 บาท และผลตอบแทนในการทำกำไรจากการทอผ้าไหมมัดหมี่ 100 บาท ก่อให้เกิดผลกำไร 10.92 บาท ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐควรเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนกลุ่มอาชีพด้านต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาสินค้าให้ได้มาตรฐานสากล

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของชุมชนหมู่บ้านวัฒนธรรมไทดำ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย พบว่า ใช้ระยะเวลาคืนทุน (payback period : PB) 1 เดือน 14 วัน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value : NPV) ที่อัตราคิดลด (discount rate) ร้อยละ 7 เท่ากับ 706,747.55 บาท ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์

แนวทางในการบริหารต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ

1. กลุ่มผู้ผลิตควรจะมีการบริหารต้นทุนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การหาแหล่งวัตถุดิบที่มีราคาถูก เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต

2. ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทอผ้า เป็นค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ไม่เพิ่มมูลค่า ทางกลุ่มผู้ผลิตควรสนับสนุนให้มีการจัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ที่ทันสมัย และควรจะมีการบำรุงรักษา ทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์อยู่เสมอ เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนาน และเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตลง

3. ควรจะมีการวางแผนการผลิต ซึ่งจะทำให้ทราบถึงต้นทุนและผลตอบแทนที่จะได้รับ เพื่อที่จะสามารถกำหนดราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการบริหารต้นทุนให้มีประสิทธิภาพ

4. กลุ่มผู้ผลิต ควรจะมีการลดต้นทุนวัตถุดิบและสินค้าคงเหลือให้เหลือน้อยที่สุด โดยใช้เทคนิคระบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) หรือนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีมาใช้ (JIT)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 กลุ่มทอผ้าไทดำ สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการทอผ้า เพื่อลดต้นทุนและแป็นแนวทางในการเพิ่มผลตอบแทนจากการจำหน่ายผ้าทอและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

1.2 ควรมีการสนับสนุนในการจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้ผลิต และควรมีการทำสะอาดบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์อยู่เสมอ เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนาน เป็นการลดต้นทุนในการซื้อเครื่องมืออุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

2. ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการทอผ้า ของกลุ่มชุมชนอื่นในหลาย ๆ พื้นที่ เพื่อนำผลจากการศึกษามาเปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าทอ ของกลุ่มทอผ้าไทดำ สู่ตลาดต่างประเทศ เพื่อให้มีศักยภาพในการส่งออกและมีโอกาสในตลาดการค้า เป็นการส่งเสริมรายได้ให้ชุมชนและประเทศ

เอกสารอ้างอิง

กรมการพัฒนาชุมชน. (2562). *สรุปรายงานยอดจำหน่ายสินค้า OTOP(แยกตามประเภทผลิตภัณฑ์).* สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2562, สืบค้นจากhttp://203.114.112.231/cddcenter/cdd_report/otop_r07php?&year=2562&month

_____ . (2562). *คลังข้อมูลภูมิปัญญา OTOP.* สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562 , สืบค้นจากhttp://www.otoptoday.com/wisdom/types/apparel.

ภัคณิษา อภิศุภกรกุล และธานินทร์ ไชยเยชน์. (2558). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกกลุ่มทอผ้าไหมบ้านหนองตาไก้ จังหวัดบุรีรัมย์.* บุรีรัมย์ : คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

รัชนีพร ปัญโญวัฒน์. (2560). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ผ้าไหมมัดหมี่ อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น.* ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

สลักฤทัย ไพฑูรย์ อินต๊ะขัน. (2559). *การบริหารต้นทุนและผลตอบแทนผลิตภัณฑ์จากผ้าทอไทลื้อ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา.* ลำปาง : คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

นางสาวกรรณิการ์ หมูปิน

The project evaluation of moderate class, more knowledge srisamrongchanupatham school under the secondary education service area office 38.

Miss Khunnika Moopin

ภาควิชา บริหารการศึกษา คณะคุรุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร รหัสไปรษณีย์ 62000
Educational Administration, Faculty of Education, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaengphet Province, Thailand 62000
Corresponding author. E-mail : khunnika@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 2) เพื่อหาแนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 เครื่องมือที่ใช้ เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยแบบสอบถามหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(ioc) พบว่า มีค่าระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 และค่าความเชื่อมั่นโดยผู้บริหาร ครู พบว่า เท่ากับ 0.98 และนักเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 ประชากรที่ใช้ ได้แก่ ผู้บริหาร ครู นักเรียน โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ปีการศึกษา 2560 รวมทั้งสิ้น 550 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่าความถี่ และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ โดยภาพรวมผลปรากฏว่า อยู่ในระดับมาก แสดงว่ามีความเหมาะสมและเมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินตามเกณฑ์การตัดสิน ปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน 2) แนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สรุปได้ดังนี้ ด้านปัจจัยเบื้องต้น ควรศึกษาดูงานโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จ อบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ และวิเคราะห์และจัดวางแผนการจัดกิจกรรม กำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนในการใช้วัสดุอุปกรณ์ สถานที่ ด้านกระบวนการ ทำคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการ ทำโครงสร้างบุคลากรให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ประเมินผลตามสภาพจริง นิเทศติดตาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำผลไปปรับปรุงพัฒนา ด้านผลผลิต ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม มีแผนการเรียนรู้ตามกระบวนการกิจกรรม บูรณาการกับท้องถิ่น นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและเลือกกิจกรรมตามความสนใจและศักยภาพของตนเอง

คำสำคัญ: การประเมินโครงการ ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ แนวทางการพัฒนา

Abstract

The purposes of this study were 1) to evaluate the Moderate Class, More Knowledge Project of Srisamrongchanupatham School under the Secondary Education Service Area office 38, 2) to study the guidelines for developing the Moderate Class, More Knowledge Project of Srisamrongchanupatham School under the Secondary Education Service Area office 38. The research instruments were a questionnaire and a semi-structured interview. The questionnaire's Index of Consistency (IOC) was between 0.80 and 1.00 and it's reliability evaluated by administrators and teachers was 0.98 and it's reliability evaluated by students was 0.92. The population of this study was 550 administrators, teachers, and students at Srisamrongchanupatham School in academic year 2017. Data were analyzed using mean, standard deviation, percentage, frequency, and content analysis.The results of this study indicated as follows: 1) overall evaluation of the Moderate Class, More Knowledge Project of Srisamrongchanupatham School was at a high level. This implied that the project was suitable. Furthermore, the project passed the evaluation criteria, compared to evaluation results based on the judging criteria, 2) guidelines for developing the Moderate Class, More Knowledge Project of Srisamrongchanupatham School could be summarized as follows: in terms of primary factor, the school should study successful schools, organize a workshop, and analyze and plan to organize activities. Clear goals should be set for the use of materials,

equipment, and place. In terms of process, a committee should be appointed; personnel structure should be suitable for personnel knowledge and capabilities. The evaluation should be conducted based on actual condition by supervising, tracking, and exchanging knowledge, and improving the results. In terms of output, students should learn together as a team. A learning plan should be prepared based on the local integrated activity process. Students should participate in designing and choosing the activities according to their interest and capabilities.

Keywords: The Project Evaluation, Moderate Class More Knowledge, Guidelines for the development

บทนำ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงมีพระราชดำรัสในเรื่องการศึกษา ว่าการจัดการศึกษาต้องดูภาพรวมทั้งประเทศ เพราะทุกวันนี้การศึกษาค่อนข้างอ่อนแอ และมุ่งเน้นการเรียนการสอนเนื้อหาบางเรื่องมากเกินไป ทรงมีพระราชดาริให้มีการนำองค์ 4 แห่งการศึกษา ประกอบด้วย พุทธิศึกษา จริยศึกษา หัตถศึกษา และพลศึกษา และหัวใจนักปราชญ์และบัณฑิต อีกทั้งยังจะเป็นเทคนิคในการช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนเก่งมากขึ้น โดยทรงมีพระราชดาริให้นำทั้งสองเรื่องมาใช้ในการจัดการศึกษา(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาคุณภาพในทุกมิติอย่างสมดุล ทั้งทางจิตใจ ร่างกาย ความรู้และทักษะ ความสามารถให้เพียบพร้อมทั้งด้านคุณธรรมและความรู้ที่จะนำไปสู่การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลรอบคอบและระมัดระวัง รู้เท่ากัน การเปลี่ยนแปลง ซึ่งการศึกษาถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคนโดยปลูกฝังและสร้างคุณลักษณะดังกล่าวให้เกิดขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 1)

การลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ เป็นกรอบวิสัยทัศน์ ด้านการศึกษา เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเข้าสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับของหลายประเทศที่เป็นผู้นำด้านการศึกษาของโลก ที่เห็นพ้องกันกับแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 เรื่องของจิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานการประกอบสัมมาอาชีพ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อันได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ทักษะการทำงาน ทักษะชีวิตที่ใช้ได้จริง โลกกำลังเปลี่ยนแปลง คนที่มีความรู้และทักษะในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ได้เท่านั้นที่จะประสบความสำเร็จ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, บทนำ) แนวทางการปฏิรูปการศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมนโยบายหนึ่งของรัฐบาล คือ การลดเวลาเรียนภาควิชาการลง แต่ต้องไม่กระทบเนื้อหาหลักที่ผู้เรียนควรเรียนรู้ ซึ่งหมายความว่าครูต้องใช้ความสามารถในการออกแบบเรียนรู้ให้นักเรียนได้สาระที่ต้องรู้ครบถ้วนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากนโยบายการลดเวลาเรียนดังกล่าว จึงนำมาสู่การปฏิบัติโดยกำหนดให้โรงเรียนเรียนภาควิชาการ ถึงบ่าย 2 โมงครึ่ง หรือ เวลา 14.30 น. แต่เวลาที่โรงเรียนเลิกยังคงเหมือนเดิมตามกำหนดของแต่ละโรงเรียนซึ่งมักจะเป็นช่วงบ่าย 4 โมง หรือ เวลา 16.00 น. ดังนั้น ช่วงเวลาระหว่าง หลังเลิกเรียนจนกว่านักเรียนจะกลับบ้านซึ่งนักเรียนยังคงอยู่ที่โรงเรียน โรงเรียนจะต้องจัดกิจกรรมสร้างสรรค์ต่าง ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติ และควรเป็นกิจกรรมที่มีหลากหลายที่ช่วยเพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ ความมีน้ำใจ การทำงานเป็นทีม และมีกิจกรรมกระตุ้นให้เด็กได้ค้นหาศักยภาพและความชอบของตนเอง ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความพิเศษ มีความสามารถในแบบฉบับของตนเอง การจัดกิจกรรมไม่จำเป็นต้องเปิดให้เฉพาะระดับชั้นเดียวกัน บางกิจกรรมสามารถศึกษาหรือทำงานร่วมกันหลายระดับชั้นได้ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัว ช่วยเหลือดูแลกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับคนหลายช่วงวัย โดยเป็นการจำลองสภาพจริงในสังคมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะยิ่งช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาให้กับเด็กไทย กิจกรรมเพิ่มเวลารู้เป็นการพัฒนา 4H คือ Head (กิจกรรมพัฒนาสมอง), Heart (กิจกรรมพัฒนาจิตใจ), Hand (กิจกรรมพัฒนาทักษะการปฏิบัติ) และ Health (กิจกรรมพัฒนาสุขภาพ) ซึ่งสอดคล้องกับองค์ 4 ของการจัดการศึกษา คือ พุทธิศึกษา จริยศึกษา หัตถศึกษา และพลศึกษา(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2558)

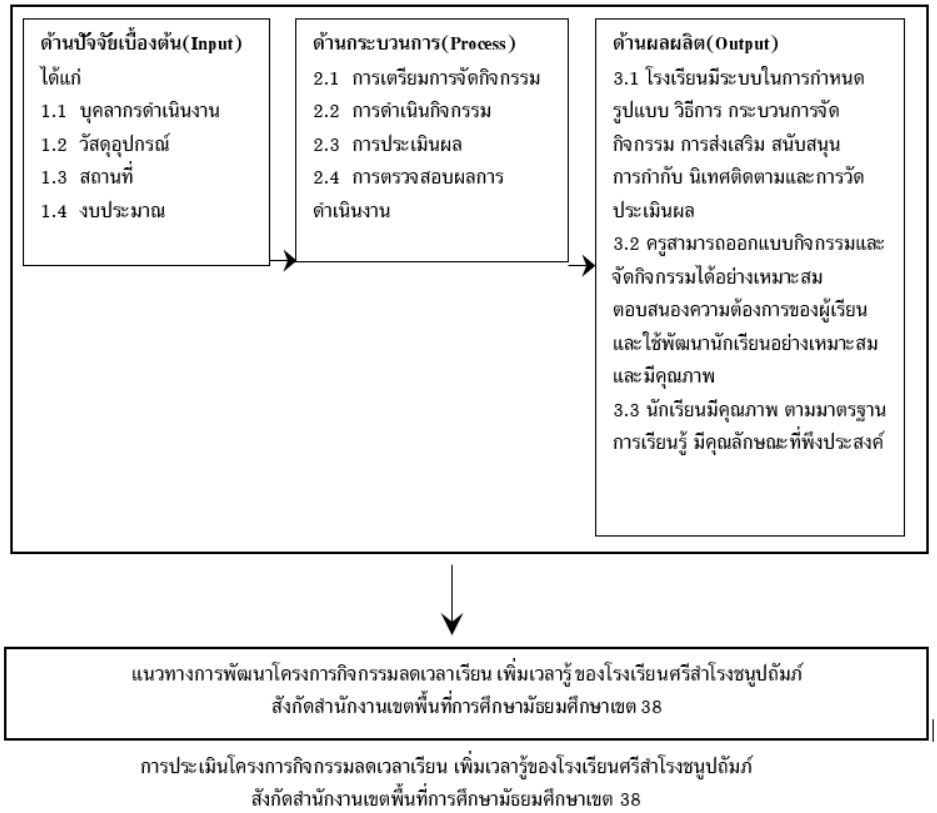
จากการที่กระทรวงศึกษาธิการมีนโยบาย "ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้" นั้น โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ได้มีการดำเนินงานตามโครงการ ซึ่งปัญหาที่พบจากผลการนิเทศ ติดตามผลการดำเนินงานโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ในปีการศึกษา 2560 พบว่า ครูผู้สอนมีการจัดกิจกรรมไม่ครอบคลุมกับองค์ 4 ของการจัดการศึกษา คือ ด้านพุทธิศึกษา จริยศึกษา หัตถศึกษา และพลศึกษา (โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์, 2560) โดยมีการขับเคลื่อนในการดำเนินโครงการ แต่ยังขาดการประเมินโครงการที่เป็นรูปแบบการประเมิน เชิงรูปธรรม เพื่อให้มีวิธีการและปรับปรุงแนวการการดำเนินโครงการให้มีความก้าวหน้าและบรรลุตามวัตถุประสงค์ จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานการศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 เพื่อหาแนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโครงการสำหรับเป็นแนวทางแก่ผู้บริหาร ครู ตลอดจนโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ที่มีรูปแบบและบริบทคล้ายคลึงกันได้นำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนกำหนดแนวทางในการปรับปรุง หรือพัฒนาการดำเนินโครงการให้บรรลุวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38
2. เพื่อหาแนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ต้องการประเมินโครงการและหาแนวทางการพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 รวบรวมกรอบแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาจัดเป็นกรอบแนวคิดในการประเมินโครงการ แสดงได้ดังภาพที่ 1



รูปที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัย โดยใช้แนวคิดการประเมินเชิงระบบ(System Approach) โดยทำการประเมิน 3 ด้าน ได้แก้ ปัจจัยเบื้องต้น กระบวนการ และผลผลิต

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูหัวหน้าโครงการ ครูผู้สอนกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ นักเรียน โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ประจำปีการศึกษา 2560 รวมทั้งสิ้น 550 คน ประกอบด้วย 1) ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 4 คน 2) ครูผู้รับผิดชอบโครงการ จำนวน 2 คน 3) ครูผู้สอนกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ จำนวน 27 คน 4) นักเรียนของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ จำนวน 517 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้ง เป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบสอบถามสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและครู ด้านปัจจัยเบื้องต้น ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิตของโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 ฉบับที่ 2 แบบสอบถามสำหรับนักเรียน ด้านผลผลิตของโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย(μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(σ) และค่าร้อยละ(%) แล้วนำค่ามาแปลความหมาย โดยวิธีการปรับปรุงเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด(บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 82-83) มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การตัดสินการปฏิบัติงานของโครงการที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 เป็นเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 โดยถ้า ค่าเฉลี่ย น้อยกว่า 3.50 หรือค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่ม ให้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์

ขั้นตอนที่ 2 แนวทางพัฒนาโครงการลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

แหล่งข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ จำนวน 17 คน ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ โรงเรียนมัธยมศึกษาที่โรงเรียนประสบความสำเร็จโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ จำนวน 5 คน

2. หัวหน้าวิชาการและครูผู้รับผิดชอบโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ และครูผู้สอนของโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ จำนวน 7 คน

3. รองผู้อำนวยการเขตและศึกษานิเทศก์ผู้รับผิดชอบโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งได้จากการนำผลการวิจัยที่ได้จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เกี่ยวกับการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 มาสังเคราะห์ เรียบเรียง เพื่อกำหนดเป็นกรอบในการสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับแนวทางการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา(Content Analysis) และนำมาแจกแจงความถี่ และจัดลำดับความสำคัญ เพื่อรวบรวมเป็นแนวทางการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการวิจัยเรื่อง การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 ดังนี้

1. การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 ได้แก่ ผลการประเมินด้านปัจจัยเบื้องต้น ด้านด้านกระบวนการดำเนินงานและด้านผลผลิตของโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

2. แนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

ผลการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยภาพรวมของการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน
		μ	σ	ระดับ	
1	ด้านปัจจัยเบื้องต้นของโครงการ	3.89	0.70	มาก	ผ่านเกณฑ์
2	ด้านกระบวนการดำเนินงานโครงการ	4.00	0.71	มาก	ผ่านเกณฑ์
3	ด้านผลผลิตของโครงการ	3.94	0.71	มาก	ผ่านเกณฑ์
	รวมทั้งหมด	**3.95**	**0.71**	**มาก**	**ผ่านเกณฑ์**

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (μ =3.95, σ =0.71) ผลการประเมินตามเกณฑ์พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 จากการประเมินโครงการกิจกรรม ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 ตามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา ครูและนักเรียน เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินตามเกณฑ์การประเมิน พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินจากประเมินโครงการ มาวิเคราะห์ผลออกเป็นเป็นด้านปัจจัยเบื้องต้นของโครงการ ด้านกระบวนการดำเนินงานโครงการ

และด้านผลผลิตของโครงการ ที่มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดมาเป็นประเด็นในการหาแนวทางการพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 17 ท่าน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏ ดังนี้ 1) ด้านปัจจัยเบื้องต้น ควรศึกษาดูงานโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จ อบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีการวิเคราะห์และจัดวางแผนการจัดกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ เพื่อกำหนดเป้าหมายเตรียมการในการจัดกิจกรรม 2) ด้านกระบวนการ ควรมีการเตรียมการจัดกิจกรรม ทำคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบ จัดทำโครงสร้างบุคลากร ให้ชัดเจนและเหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ประเมินตามสภาพจริง ใช้กระบวนการนิเทศติดตามให้คำแนะนำช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำผลการติดตาม ตรวจสอบ ไปปรับปรุงพัฒนา 3) ด้านผลผลิต ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม มีแผนการเรียนรู้ตามหลักและกระบวนการกิจกรรม บูรณาการกับท้องถิ่น นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและเลือกกิจกรรมตามความสนใจและศักยภาพของตนเอง

อภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

ผลการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินตามเกณฑ์ พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ มีความเหมาะสม 3 ด้าน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในระดับมาก คือ ด้านปัจจัยด้านกระบวนการดำเนินงาน รองลงมาได้แก่ ด้านผลผลิตของโครงการและด้านปัจจัยเบื้องต้นของโครงการ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินตามเกณฑ์การประเมินเป็นรายด้าน พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมินทุกด้าน

ขั้นตอนที่ 2 แนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 พบว่า มีแนวทางการพัฒนา ดังนี้ 1) ด้านปัจจัยเบื้องต้น ควรศึกษาดูงานโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จ อบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ มีการวิเคราะห์และจัดวางแผนการจัดกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ เพื่อกำหนดเป้าหมายเตรียมการในการจัดกิจกรรม 2) ด้านกระบวนการ ควรมีการเตรียมการจัดกิจกรรม ทำคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบ จัดทำโครงสร้างบุคลากร ให้ชัดเจนและเหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ประเมินตามสภาพจริง ใช้กระบวนการนิเทศติดตามให้คำแนะนำช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำผลการติดตาม ตรวจสอบ ไปปรับปรุงพัฒนา 3) ด้านผลผลิต ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม มีแผนการเรียนรู้ตามหลักและกระบวนการกิจกรรม บูรณาการกับท้องถิ่น นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและเลือกกิจกรรมตามความสนใจและศักยภาพของตนเอง

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 สามารถนำมาอภิปราย ดังนี้

ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินตามเกณฑ์ พบว่า ผ่านเกณฑ์การประเมิน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การประเมินโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ มีความเหมาะสม 3 ด้าน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในระดับมาก คือ ด้านปัจจัยด้านกระบวนการดำเนินงาน รองลงมาได้แก่ ด้านผลผลิตของโครงการ และด้านปัจจัยเบื้องต้นของโครงการ ตามลำดับ ที่ผลเป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะว่า สถานศึกษามีกระบวนการดำเนินงานที่เป็นระบบ และมีจำนวนบุคลากรที่เพียงพอต่อการดำเนินโครงการ ตลอดจนบุคลากรเป็นผู้มีความรู้และความ

เข้าใจในการดำเนินโครงการ จนทำให้สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างดีและบรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นางรุ่งรัตน์ เรืองดี (2558, น. 70-71) วิจัยเกี่ยวกับการประเมินโครงการศิลปหัตถกรรมนักเรียน ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ผลการวิจัยพบว่า การประเมินโครงการศิลปหัตถกรรมนักเรียน ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 กำแพงเพชร โดยภาพรวมโครงการมีความเหมาะสมโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ขั้นตอนที่ 2 แนวทางพัฒนาโครงการกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

แนวทางการประเมินโครงการกิจกรรม ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 สรุปได้ดังนี้

1. ด้านปัจจัยเบื้องต้นของโครงการ

ด้านบุคลากรดำเนินงาน ได้แก่ ควรพัฒนาครูให้มีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ และสามารถดำเนินโครงการ ให้บรรลุเป้าหมาย ควรดำเนินการ ดังนี้ ไปศึกษาดูงานโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ จัดอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการในการให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนองนโยบาย ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ด้วย 4H เพื่อให้คณะครูรับทราบโดยทั่วกัน โรงเรียนมีการวิเคราะห์และจัดวางแผนการจัดกิจกรรมมีคู่มือมอบหมายให้คณะครูผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน

ด้านวัสดุ อุปกรณ์ การพัฒนาให้มีวัสดุ อุปกรณ์ ให้มีความสอดคล้อง และเพียงพอ ต่อการดำเนินกิจกรรม ควรดำเนินการ ดังนี้ สำรวจ ความสนใจ จำนวน ของผู้เรียน เพื่อกำหนดเป้าหมายเตรียมการในการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ วิเคราะห์ความพร้อมของโรงเรียนด้าน สื่อ แหล่งเรียนรู้ และ เขียนโครงการให้ครอบคลุมกิจกรรมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

ด้านสถานที่ การพัฒนาสถานที่ในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและเพียงพอ ควรดำเนินการ ดังนี้ วิเคราะห์ความพร้อมของโรงเรียนด้านอาคารสถานที่เพื่อออกแบบกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม เลือกรูปแบบกิจกรรมตามบริบทของโรงเรียนและมีการประสานความร่วมมือกับผู้เกี่ยวข้อง เช่น แหล่งเรียนรู้ในชุมชน

ด้านงบประมาณ การพัฒนางบประมาณให้มีความเพียงพอและเหมาะสม เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ควรดำเนินการ ดังนี้ ผู้รับผิดชอบกิจกรรม จัดหาสื่อที่หลากหลายและมีคุณภาพให้กับผู้เรียน มีการประชุมวิเคราะห์ กิจกรรมและเขียนโครงการให้เหมาะสมและรัฐควรจัดสรรงบประมาณในส่วนของกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้โดยเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นายเอกชัย ศรีวิไล (2560, น. 174-176) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การประเมินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ โรงเรียนนำร่องสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 โดยใช้รูปแบบประเมิน 360 องศา พบว่า 1. ผลการประเมินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ โรงเรียนนำร่องสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 โดยใช้รูปแบบการประเมินแบบ 360 องศา โดยรวมและรายด้านทุกด้าน อยู่ในระดับเหมาะสมมาก 2. ผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน ครูผู้สอน นักเรียนและผู้ปกครอง ด้านปัจจัยนำเข้า มีความเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการและสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สามารถทำให้นักเรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ด้านกระบวนการ สามารถพัฒนาผู้เรียนด้านพุทธิศึกษา ด้านจริยศึกษา ด้านหัตถศึกษาและด้านพลศึกษาได้มาก ด้านผลลัพธ์ ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนและครูผู้สอนมากขึ้น

2. ด้านกระบวนการ แนวทางการพัฒนาโครงการ

ด้านการเตรียมการจัดกิจกรรม การพัฒนาให้มีการวางแผนและประชุมชี้แจง สร้างความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมโครงการ ควรดำเนินการ ดังนี้ ทำคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบและจัดทำโครงสร้างบุคลากร ตั้งเป็นวาระการประชุม และแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงานให้ชัดเจน และเหมาะสมกับความรู้ความสามารถและ ผู้รับผิดชอบ

โครงการควรศึกษาคู่มือ และออกแบบกิจกรรมให้ตรงกับแนวทางการจัดกิจกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ด้านการดำเนินกิจกรรม การพัฒนากิจกรรม การเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ตรงกับความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ควรดำเนินการ ดังนี้ กิจกรรมควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาสมอง พัฒนาจิตใจ พัฒนาทักษะ การปฏิบัติและพัฒนาสุขภาพ ประเมินตามสภาพจริงโดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลายและ ครูผู้สอนเชื่อมโยงกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ กับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านการประเมินผล การพัฒนาการประเมินผลโครงการให้มีความหลากหลาย และควรจัดทำรายงานผลการเรียนรู้ ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ควรดำเนินการ ดังนี้ กิจกรรมมีความสอดคล้องเหมาะสมและถูกต้องตามกิจกรรมและเน้นทักษะกระบวนการ 4H ใช้กระบวนการนิเทศติดตามให้คำแนะนำช่วยเหลือ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และ กำกับติดตาม และประเมินผล เพื่อนำผลการติดตาม ตรวจสอบ ไปปรับปรุงพัฒนา

ด้านการตรวจสอบผลการดำเนินงาน การพัฒนาการนิเทศ กำกับ ติดตามโครงการให้มีประสิทธิภาพ ควรดำเนินการ ดังนี้ มีการประชุมร่วมกันเพื่อซักถามสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ไขร่วมกัน การปรับปรุงแก้ไข ควรนำผลมาเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของกิจกรรม และควรมีการเผยแพร่ผลการจัดกิจกรรม ประชาสัมพันธ์ความสำเร็จของการจัดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนางสาวศิริกาญจน์ งาช้าง (2560, น. 114-116) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนดาววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการประเมินตามทฤษฎีประเมินของราล์ฟ ดับเบิลยู ไทเลอร์(Ralph W.Tyler,1950) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดมุ่งหมาย พบว่า โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน ด้านกระบวนการ พบว่า โรงเรียนมีการเตรียมความพร้อมและวางแผนการดำเนินงานอย่างชัดเชน มีการปรับโครงสร้างเวลาเรียนรวมของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมีการกำหนดตัวชี้วัดของกิจกรรมและปรับเปลี่ยนกิจกรรมเพื่อพัฒนา 4H ด้านผลผลิต พบว่า ผู้เรียนของโรงเรียนเชียงดาววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ ได้รับการพัฒนาทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการปฏิบัติ ด้านสุขภาพ ด้านพัฒนาจิตใจและด้านชิ้นงาน/ผลงาน

3. ด้านผลผลิต แนวทางการพัฒนาโครงการ

โรงเรียนมีระบบในการกำหนดรูปแบบ วิธีการ กระบวนการจัดกิจกรรม การส่งเสริม สนับสนุน การกำกับ นิเทศติดตามและการวัดประเมินผล ได้แก่ โรงเรียนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม โรงเรียนควรมีแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูตามหลักและกระบวนการกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ โรงเรียนจัดกิจรรมบูรณาการกับท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สเปนเซอร์ เคแกน (Spencer Kagan, 2006, อ้างถึงใน สุรินทร์, 2559, น. 36-37) กล่าวว่า สิงคโปร์ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกว่าเป็นประเทศที่มีความเป็นเลิศทางการศึกษา จะเห็นว่าประเทศที่ได้รับการพัฒนา จะมีระบบของการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมพลเมืองในการดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะเน้นอุตสาหกรรม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะการคิด อารมณ์และสังคม เพื่อพัฒนาความเป็นพลเมืองและมีความรู้เพื่อเข้าสู่ความเป็นเลิศในเรื่องการศึกษาแบบดั้งเดิม โดยกระทรวงศึกษาธิการในสิงคโปร์ได้แสดงวิสัยทัศน์เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการทางานให้มากที่สุด จึงได้มีการค้นพบวิธีการในการดำเนินงาน แบบ TEACH LESS LEARN MORE : TLLM (สอนน้อย เรียนรู้มากและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ)โดยยึดสามมิติที่สำคัญที่สุดของการศึกษาได้แก่ ทำไมจึงสอน สิ่งที่จะสอนและวิธีการสอน และผลการวิจัยของ ดุ๊ก (Duke , 2003, อ้างถึงใน นรีรัตน์ ตลับเพ็ชร, 2560, น. 51) ได้ศึกษาวิจัย พบว่า โรงเรียนที่มีคุณภาพนั้นผู้บริหารโรงเรียนจะต้องแสดง บทบาทที่เน้น ในเรื่องต่อไปนี้คือการบริหารวิชาการว่า ด้วยทักษะการอ่านโดยมีโปรแกรมพัฒนา ทักษะทางภาษาการจัดโครงการซ่อมเสริมนอกเวลาเรียนและวันหยุด การบริหารงานบุคคลโดยกำหนดให้ครูพัฒนาแก้ไข การเรียนการสอนตามความต้องการของนักเรียนภายใต้การวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นระบบ

ครูสามารถออกแบบกิจกรรมและจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและใช้พัฒนานักเรียนอย่างเหมาะสมและมีคุณภาพ ได้แก่ จัดครูที่มีความสามารถและความถนัดที่เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม จัดทำสารสนเทศตามความถนัดและความสนใจ ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และ ครูผู้สอนเชื่อมโยงกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้กับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิ่งแก้ว ใจแสน(2553, น. 78-86) พบว่าแนวทางพัฒนาการดำเนินงาน 8 องค์ประกอบ ดังนี้ ผู้บริหารสถานศึกษา เป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง นำคิด นำปฏิบัติ มีความมุ่งมั่นทุ่มเทและจริงจังต่อการทำงาน มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ใช้การบริหารแบบมีส่วนร่วม เปิดโอกาสให้บุคลากรทุกคนในโรงเรียน ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วม เน้นการเสริมสร้างความร่วมมือและการมีส่วนร่วมในการทำงาน หรือการทำงานเป็นทีม การสร้างความตระหนักให้กับครูบุคลากรที่ทำหน้าที่รับผิดชอบงาน/โครงการต่าง ๆ ให้เห็นความสำคัญ และการสร้างความรู้ความเข้าใจร่วมกันในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา การส่งเสริมให้บุคลากรเข้ารับการอบรมไปศึกษาดูงาน เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานให้มีความชัดเจนให้ความสำคัญกับการจัดระบบการเรียนการสอนของครู

นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิด ฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม และเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว, มีส่วนร่วมในการออกแบบและเลือกกิจกรรมตามความสนใจความต้องการและศักยภาพของตนเอง และใช้ชุมชนภูมิปัญญาสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นแหล่งเรียนรู้ ได้แก่ พัฒนาผู้เรียนด้าน 4H คือ Head (กิจกรรมพัฒนาสมอง) Heart (กิจกรรมพัฒนาจิตใจ) Hand (กิจกรรมพัฒนาทักษะการปฏิบัติ) Health (กิจกรรมพัฒนาสุขภาพ) ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและปฏิบัติกิจกรรมด้วยกระบวนการที่หลากหลาย

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชมิดท์ (Schmidt, 2010, อ้างถึงใน อำนาจ บุญทรง, 2559 , น. 47) ได้ทำการศึกษาวิจัย การเรียนรู้ให้มาก โดยใช้การสอนที่น้อย โดยการให้นักศึกษาค้นคว้าโดยตนเอง ในส่วนทฤษฎีการนำเสนองานนั้นได้กำหนดให้นักศึกษาได้มีเวลาในการศึกษาด้วยตนเองถือเป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการจบการศึกษาและระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ด้วยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ประจบ ขวัญมั่น ซึ่งเป็นประธานกรรมการผู้ควบคุมการค้นคว้าอิสระ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือแนะนำ อย่างดียิ่ง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์ในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เสียสละเวลาในการตรวจคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อชี้แนะในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ดังรายนามที่ปรากฏในการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ประกอบด้วย ผศ.ดร.ภูมิพิพัฒน์ รักพรมงคล ดร.จารุนันท์ ขวัญแน่น อาจารย์ประจำสาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร นางสาวเผอิญ วงษ์ทับทิม ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 นายไพบูลย์ พวงเงิน ผู้อำนวยการโรงเรียนไกรในวิทยาคมรัชมังคลาภิเษก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 และนายสุนัย ศรีม่วง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้รับผิดชอบโครงการ คณะครู นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการกิจกรรม ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางการพัฒนาโครงการกิจกรรม ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ ครอบครัว เพื่อน และกัลยาณมิตรทั้งหลาย ที่มีส่วนในการช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น สาขาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ความดีทั้งปวงอันเกิดขึ้น และประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ขอมอบให้แด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

การขับเคลื่อนนโยบาย โครงการ "ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้". 2559. สืบค้น 18 ธ.ค. 2559. จาก http://www.mcmk.obec.go.th/p/4382.

กิดานันท์ มะลิทอง. (2540). เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมสมัย, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกษอมร มิ่งขวัญ. (2555) สภาพการและปัญหาตามนโยบายการลดเวลาเรียนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 4(วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

เจริญวิชญ์ สมพงษ์ธรรม. (2551). การบริหารและประเมินโครงการ, (พิมพ์ครั้งที่ 3). ชลบุรี: มนตรี.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เชาว์ อินใย. (2553). การประเมินโครงการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวีป ศิริรัศมี. (2544). การประเมินโครงการระเบียบวิธีวิจัย การวางแผนการศึกษา. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิศา ชูโต. (2538). การประเมินโครงการ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: พีเอ็นการพิมพ์.

ประชุม รอดประเสริฐ. (2547). การบริหารโครงการ. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : เนติกุลการพิมพ์.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). การประเมินโครงการ แนวคิดและแนวปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รสสุคนธ์ มกรมณี. (2550). วารสารการศึกษาไทย. สืบค้น 18 ธ.ค. 2559. จาก https://www.academia.edu/4351551/ระบบและวิธีการประเมินเชิงระบบ.

รัตนะ บัวสนธิ์. (2540). การประเมินผลโครงการ. การวิจัยเชิงประเมิน. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อแกรมมี่.

รุ่งรัตน์ เรืองดี. (2558) การประเมินโครงการศิลปหัตถกรรมนักเรียน ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41(วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต). กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. ศิริกาญจน์ งาช้าง. การประเมินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ของโรงเรียนเชียงดาววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น.

ศรีสำโรงชนูปถัมภ์ มัธยมศึกษา เขต 38, สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา. (2560). รายงานผลการดำเนินงานประจำปีการศึกษา พ.ศ. 2560. สุโขทัย: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

ศรีสำโรงชนูปถัมภ์ มัธยมศึกษา เขต 38, สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา. (2560). รายงานผลการจัดกิจกรรมตามนโยบาย "ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้".สุโขทัย: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

สมคิด พรมจุ้ย. (2550). เทคนิคการประเมินโครงการ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี : จตุพรดีไซน์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). คู่มือบริหารจัดการเวลาเรียน "ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้". กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

เอกชัย ศรีวิไล. (2560). การประเมินโครงการลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ โรงเรียนนำร่องสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 โดยใช้รูปแบบประเมิน 360 องศา(วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อำนาจ บุญทรง.(2559). กลยุทธ์การสนับสนุนนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ สูปการปฏิบัติที่มีประสิทธิผลของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 2. รายงานการศึกษาส่วนบุคคล. สถาบันพัฒนาครูคณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา

Deming, W.E. (1986). Out of the crisis. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology.

Kagan, S. (2006).Teach Less, Learn More. San Clemente, CA: Kagan Publishing. Kagan Online Magazine, Fall 2006. www.KaganOnline.com.

Schmidt G. Henk. (2010). Learning more by being taught less: a "time-for-self- study"theory explaining curricular effects on graduation rate and study duration. High Educ 60 : 287-300.

Zain, S.F.H.S. (2012). Student - centred Learning In Mathematics-Constructivism In The Classroom.Journal of International Education Research - Fourth Quarter. Volume 8, Number 4.

การประยุกต์ใช้วิธีเชปแกรมม่าและขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการวาดลวดลายแส้บ้านวัวลายโดยอัตโนมัติเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงิน

เขมรัฐ จันทร์คำ[1] และ สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า[2*]

The Application of Shape Grammar and Genetic Algorithm in Automatic Creation of Baan Wualai Motifs for Silver Jewelry Design

Kemrat Jankam[1] and Somlak Wannarumon Kielarova[1,2*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]หน่วยวิจัยด้านการออกแบบ การตัดสินใจ และการพัฒนาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Mueng, Phitsanulok, 65000
[2]Research Center for Industrial Design, Decision and Development – iD[3], Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Mueng, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: somlakw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ในโครงการวิจัยก่อนหน้านี้ สมลักษณ์และคณะฯ ได้ทำการศึกษาอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย เพื่อนำมาพัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงิน (สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า และคณะ, 2560) ผลจากการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนั้น ได้ค้นพบลวดลายดั้งเดิมบนเครื่องเงินบ้านวัวลายหลายกลุ่มด้วยกัน ลวดลายหนึ่งที่กำลังจะสูญหายไปจากเครื่องเงินบ้านวัวลาย ได้แก่ ลวดลายแส้ เนื่องมาจากช่างทำเครื่องเงิน มักไม่นิยมทำลวดลายแส้ เพราะลวดลายแส้ต้องอาศัยทักษะสูง และใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงให้ความสนใจกลุ่มลวดลายแส้กลุ่มนี้ หากนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ จะส่งผลให้ลวดลายแส้เป็นนิยมขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการสืบทอดอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลายอีกด้วย จึงได้นำลวดลายดั้งเดิมดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงิน และพัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ แต่ยังพบข้อจำกัดในเรื่องของการวาดและจัดเรียงลวดลายแส้ในรูปแบบอัตโนมัติ ซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดจุดตำแหน่งในการวาดลวดลายดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมอัตโนมัติได้เต็มรูปแบบ ในบทความนี้ จึงได้นำเสนอวิธีการในการวาดลวดลายแส้โดยอัตโนมัติด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคเชปแกรมม่าในการกำหนดโครงร่างของลวดลายแส้และประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการค้นหาจุดตำแหน่งที่เหมาะสมในการวาดเส้นโค้งที่ประกอบกันเป็นลวดลายแส้ และถูกจัดเรียงบนชิ้นงานเครื่องประดับเงินโดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องพัฒนาฐานข้อมูลของลวดลายแส้ทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบทำงานได้รวดเร็ว และผลลัพธ์ที่ได้สามารถช่วยลดเวลาในกระบวนการวาดลายได้ถึง 75% ของวิธีการแบบเดิม

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เชปแกรมม่า การออกแบบเครื่องประดับ เครื่องเงินบ้านวัวลาย

Abstract

In the previous research Somlak and her team have studied the design identities of Baan Wualai Silverware to be used in development of generative design system to design silver jewelry (Somlak et. al, 2017). In the project research, several groups of the ancient Lanna motifs were found. One of these Lanna motifs, Lai-Sae motifs, becomes extinct, due to its difficulty in design and production and lack of high-skilled craftsmen. Somlak and her team have developed a generative design system to generate Lai-Sae motifs, but there is limitation in automatically creating motifs, it needs expert to determine the positions of points and curves. Therefore, this paper proposes the new approach, which is based on shape grammar technique to define the schematic outline of Lai-Sae motifs, genetic algorithm to optimize the positions of points and curves, and again shape grammar

technique to arrange the generated Lai-Sae motifs onto the jewelry bodies without the construction of Lai-Sae motifs database. This can speed up the computation process. The results of this research imply that it can reduce the total design and production time approximately 75% of the traditional method.

Keywords: Computer-Aided Design, Genetic Algorithm, Shape Grammar, Jewelry Design, Ban Wualai Silverware

บทนำ

เครื่องเงินวัวลาย นับว่าเป็นเครื่องเงินที่มีความเป็นเอกลักษณ์และมีชื่อเสียงของจังหวัดเชียงใหม่ ย่านวัวลายนับเป็นแหล่งผลิตศิลปหัตถกรรมเครื่องเงินรายใหญ่อันดับต้น ๆ ของประเทศ ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักของกลุ่มลูกค้าทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติที่ชื่นชอบงานเครื่องเงิน สิ่งที่ทำให้เครื่องเงินวัวลายเป็นที่รู้จักอย่างดี ก็คือวิธีการสร้างลวดลายบนเครื่องเงินด้วยวิธีการแกะสลักทั้งสองด้านโดยการตอกลายจากด้านในให้นูนตามโครงร่างรอบนอกของลายก่อน จากนั้นจึงทำการตีกลับจากด้านในเพื่อสร้างรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งวิธีการสร้างลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์นี้ ได้สร้างสรรค์ขึ้นมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อประดับบนเครื่องเงินที่เป็นเครื่องใช้ในบ้าน เช่น สลุงหรือขันเงิน พาน ถาด แจกัน เชิงเทียน รวมทั้งนำวิธีการนี้มาผลิตเป็นเครื่องประดับ เช่น สร้อยคอ กำไล ต่างหู และแหวนเงิน ทำให้เครื่องเงินวัวลายสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนบ้านวัวลายได้ปีละไม่ต่ำกว่า 80 ล้านบาท โดยลูกค้าของเครื่องเงินวัวลายคิดเป็นสัดส่วนเกือบ 80 % ของกลุ่มลูกค้าหัตถกรรมเครื่องเงินทั้งหมดในจังหวัดเชียงใหม่ โดยประเทศที่เป็นตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ อเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น และจีน

เครื่องประดับเงินเป็นที่น่าสนใจในการทำตลาด เนื่องจากเงินเป็นโลหะอ่อน ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่เอื้อต่อการออกแบบและขึ้นรูปด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งวิธีการตอกดุนลายที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องเงินวัวลายนี้จึงเป็นที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาในเรื่องของการออกแบบลวดลายใหม่ ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายของกลุ่มลูกค้าแต่ยังคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์เฉพาะตัวของงานช่างฝีมือไทย และเพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการตลาด นอกเหนือจากลวดลายประเพณีโบราณและลวดลายไทยที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนานอีกด้วยเช่นกัน อีกทั้งยังเป็นการสืบสานงานช่างฝีมือไทยหรือที่เรียกว่า สล่าเครื่องเงิน ที่นับวันจะสูญหายไปตามกาลเวลา เนื่องจากคนรุ่นหลังไม่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของอาชีพช่างเงินนี้ ซึ่งถ้าสามารถพัฒนาการออกแบบเครื่องประดับเงินให้สอดคล้องต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ ก็จะสามารถทำให้กลุ่มคนเหล่านี้มองเห็นถึงโอกาสในการสร้างรายได้ให้แก่ตนเองและชุมชนแห่งหมู่บ้านวัวลาย

ในโครงการวิจัยก่อนหน้านี้ สมลักษณ์และคณะฯ ได้ทำการศึกษาอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย เพื่อนำมาพัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงินบ้านวัวลายตามความชอบของกลุ่มลูกค้าชาวจีนในแหล่งท่องเที่ยวล้านนา (สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า และคณะ, 2560) ผลจากการดำเนินโครงการวิจัยนี้ ได้ค้นพบลวดลายดั้งเดิมบนเครื่องเงินบ้านวัวลายหลายกลุ่มด้วยกัน จึงได้นำลวดลายดั้งเดิมดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ และพัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ แต่ยังพบข้อจำกัดในเรื่องของการวาดและจัดเรียงลวดลายโดยอัตโนมัติ

กลุ่มลวดลาย กลุ่มหนึ่งที่กำลังจะสูญหายไปจากเครื่องเงินบ้านวัวลาย ได้แก่ ลวดลายแส้ เนื่องมาจากช่างทำเครื่องเงินนั้น มักไม่นิยมทำลวดลายแส้ เพราะลวดลายแส้ต้องอาศัยทักษะสูง และใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงให้ความสนใจกลุ่มลวดลายแส้ หากนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ น่าจะส่งผลให้ลวดลายแส้เป็นนิยมขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการสืบทอดอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย

ก. ลวดลายแส้ดอกหมาก ข. ลวดลายแส้เท้าตุ๊กแก (แส้ตีนตั๊กโต) ค. ลวดลายแส้หางนกยูง

รูปที่ 1 ตัวอย่างลวดลายแส้ดอกหมากลักษณะของลวดลายแส้ที่พบในเครื่องเงินบ้านวัวลาย

คณะผู้วิจัย มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในงานศิลปะและงานออกแบบสำหรับงานศิลปหัตถกรรม ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น และมีความมุ่งหวังที่จะพัฒนาโมเดลเชิงคำนวณ (Computational Model) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์รูปแบบการจัดเรียงลวดลายแส้ (Repeated Pattern Analyzing) เพื่อนำมาใช้ในการจัดเรียงลวดลายแส้แบบใหม่แต่ยังคงอัตลักษณ์ของหมู่บ้านว้วลาย นอกจากนั้นยังช่วยจัดเรียงลวดลายแส้บนชิ้นงานเครื่องประดับเงินบ้านวัวลายโดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องพัฒนาฐานข้อมูลของลวดลายแส้

ในงานวิจัยนี้ ได้อาศัยหลักการการทำงานของระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ เชปแกรมม่า และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของลวดลายแส้ และใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งจุดและเส้นโค้งที่ใช้ในการวาดลวดลายแส้ และใช้ในการจัดวางลวดลายแส้บนตัวเรือนเครื่องประดับ คณะผู้วิจัย จึงขอให้รายละเอียดของหลักการที่กล่าวถึง โดยคร่าว ๆ ดังต่อไปนี้

ระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ ได้รับแรงบันดาลใจมาจากวิธีการวิวัฒนาการในการออกแบบ ซึ่งระบบมีความสามารถในการค้นหารูปแบบในพื้นที่คำตอบที่มีขนาดใหญ่ และสามารถทำการออกแบบได้ทีละจำนวนมาก และระบบยังมีกระบวนการวนซ้ำ เพื่อให้เกิดรูปร่างที่หลากหลาย อีกทั้งยังช่วยสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักออกแบบ (Singh & Gu, 2012) และลักษณะสำคัญของระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ จะมีการโต้ตอบระหว่างนักออกแบบกับระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ เพราะนักออกสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้รูปแบบตามที่นักออกแบบต้องการ (Oxman, 2006) ในปัจจุบันนี้ หลักการนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม งานศิลปะ และการออกแบบผลิตภัณฑ์

เชปแกรมม่า หรือ เรียกว่าเทคนิคไวยากรณ์รูปร่างเป็นเซตของกฎที่ใช้ในการสร้าง หรือภาษาในการออกแบบ (Knight, 1999) การใช้กฎรูปร่างในการสร้างชิ้นงานในการออกแบบ ลักษณะรูปร่างของชิ้นงานที่เกิดขึ้นนั้น จะเกิดจากกฎรูปร่างเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างชิ้นงานที่ถูกสร้างขึ้น ซึ่งไวยากรณ์รูปร่างสามารถใช้เป็นเครื่องมือในสร้างภาษาของการออกแบบ หรือเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์รูปแบบที่มีอยู่ (Stiny, 1980) โดยโครงสร้างของไวยากรณ์รูปร่างประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ เซตของรูปร่าง (A Finite Set of Shape) คือ เซตของรูปร่างที่มีความเป็นไปได้, เซตของสัญลักษณ์ (A Finite Set of Symbols) คือ เซตของสัญลักษณ์ในการบ่งบอกตำแหน่งที่จะประยุกต์ใช้กับกฎ, เซตของกฎรูปร่าง (A Finite Set of Shape Rules) คือ เซตของกฎรูปร่างที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง, และรูปร่างเริ่มต้น (Initial Shape) คือ รูปร่างเริ่มต้นของชิ้นงานหนึ่งที่จะถูกนำมาเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม หรือ เรียกว่า เทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมได้รับแรงบันดาลใจมาจากทฤษฎีการคัดสรรทางธรรมชาติของ ชาร์ล ดาร์วิน ซึ่งเป็นการค้นหาสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ สามารถอยู่รอดได้ด้วยการการแลกเปลี่ยนยีน, การกลายพันธุ์, และการสืบพันธุ์ เป็นต้น (Holland, 1975)

สำหรับขั้นตอนของเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีรายละเอียดดังนี้ เริ่มจากการสุ่มสร้างประชากรเริ่มต้น จากนั้นทำการประเมินค่าของประชากรด้วยฟิตเนสฟังก์ชั่นวัดค่าตามวัตถุประสงค์ (Fitness Function) ต่อมาทำการคัดเลือกประชากรเพื่อนำมาเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ (Selection) เมื่อได้พ่อพันธุ์แม่พันธุ์แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการสร้างประชากรลูกกลุ่มใหม่ ด้วยวิธีข้ามสายพันธุ์ (Crossover) ระหว่างพ่อพันธุ์ และแม่พันธุ์ หรือวิธีการกลายพันธุ์ (Mutation) จากนั้นนำกลุ่มประชากรใหม่นี้ มาทำการประเมินค่าของประชากรด้วยฟิตเนสฟังก์ชั่นอีกครั้ง เพื่อที่จะนำมาคัดเลือกประชากรใหม่ที่เหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนในรุ่นถัดไป โดยขั้นตอนนี้ จะทำการทำวนซ้ำไปจนกว่าจะได้คำตอบที่เหมาะสม หรือทำซ้ำจนกว่ากลุ่มประชากรในรุ่นถัดไปจะไม่มีการพัฒนาที่ดีขึ้น

ในหัวข้อถัดไป คณะผู้วิจัย ได้นำเสนอวิธีการในการดำเนินงานวิจัย นำเสนอผลการการดำเนินงานวิจัย อภิปรายผลจากการดำเนินงานวิจัย และสรุปผลจากการดำเนินงานวิจัย ตามลำดับ

ขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้ หลักการการทำงานของระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ เชปแกรมม่า และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ทฤษฎีการออกแบบชิ้นงานเครื่องประดับ และทฤษฎีทางสถิติ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของลวดลายแส้ และใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งจุดและเส้นโค้งที่ใช้ในการวาดลวดลายแส้ และใช้ในการจัดวางลวดลายแส้บนตัวเรือนเครื่องประดับ

2. คัดเลือกชิ้นงานเครื่องประดับและคัดเลือกลวดลายที่ต้องการศึกษา

จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ทำการศึกษาเครื่องประดับที่กลุ่มลูกค้าชื่นชอบ โดยเครื่องประดับที่ได้รับความนิยม 4 อันดับแรกได้แก่ เครื่องประดับประเภทกำไล แหวน จี้ และต่างหู ตามลำดับ (สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า และคณะ, 2560) ในงานวิจัยนี้ ให้ความสนใจเครื่องประดับจี้ เนื่องจากเครื่องประดับจี้มีพื้นที่สำหรับการวางลวดลาย และให้ความสนใจเครื่องประดับต่างหู เนื่องจากลักษณะของเครื่องประดับต่างหูมีความคล้ายกับเครื่องประดับจี้ และสามารถนำมาออกแบบเป็นเซตเครื่องประดับได้

ลวดลายที่ทางผู้วิจัยให้ความสนใจได้แก่ กลุ่มลวดลายแส้ เนื่องจากลักษณะลวดลายแส้มีความสมมาตร การเว้นระยะของช่องไฟ และมีการนำลวดลายมาจัดเรียงกันซ้ำ ๆ ซึ่งสามารถนำระบบออกแบบเครื่องประดับแบบเจนเนอเรทีฟมาช่วยในการสร้างลวดลายแส้ให้เกิดลวดลายใหม่ ๆ

รูปที่ 2 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

3. ศึกษาองค์ประกอบของลวดลายแส้และเครื่องประดับด้วยเทคนิคเชปแกรมม่า

อาศัยหลักการของเชปแกรมม่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ลวดลายแส้และของเครื่องประดับจี้และต่างหู กลุ่มลวดลายแส้ที่พบมากบนเครื่องเงิน ได้แก่ ลวดลายแส้ดอกหมาก ลวดลายแส้เท้าตุ๊กแก และลวดลายแส้หางนกยูง จึงนำลวดลายแส้ทั้งสามแบบมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบบนเครื่องประดับแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน และชิ้นส่วนที่ระบบออกแบบเครื่องประดับแบบเจนเนอเรทีฟจะทำการสร้างขึ้น โดยชิ้นส่วนมาตรฐานประกอบด้วย อะไหล่ห่วง อะไหล่ห่วงกลม อะไหล่ต่างหู และชิ้นงานลวดลายตกแต่ง ในส่วนของชิ้นส่วนที่ระบบจะทำการสร้างขึ้นได้แก่ ฐานวางลาย และลวดลายแส้

4. ศึกษาขั้นตอนการวาดลวดลายแส้ และชิ้นงานเครื่องประดับ

ทำการศึกษาขั้นตอนการวาดเครื่องประดับและลวดลายแส้ และทำการศึกษาโปรแกรมวาดภาพสามมิติ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ โปรแกรม Rhinoceros 5.0 สามารถสร้างรูปทรงที่ซับซ้อนได้ และใช้ Grasshopper Plugin และ Python ในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบในครั้งนี้

5. พัฒนาพาราเมตริกดีไซน์โมเดลของลวดลายแส้และเครื่องประดับ

เมื่อทราบถึงพารามิเตอร์ที่ถูกนำมาสร้างเป็นลวดลายแส้ และเครื่องประดับในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาพารามิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลวดลายแส้และเครื่องประดับ เพื่อที่จะทำการพัฒนาระบบออกแบบเครื่องประดับให้สามารถสร้างลวดลายแส้และเครื่องประดับเงินที่หลากหลาย

6. พัฒนาระบบวาดลวดลายแส้โดยอัตโนมัติ

พัฒนาระบบวาดลวดลายแส้ โดยอาศัยเทคนิคเชปแกรมม่าในการวางกรอบของลวดลาย ขอบเขตของจุด และเส้นโค้ง และองค์ประกอบของลวดลายแส้ จากนั้นอาศัยเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm; GA) เพื่อนำมาช่วยในการคำนวณตำแหน่งของจุดและการวาดเส้นโค้งของลวดลายแส้โดยอัตโนมัติตามขอบเขตที่ได้จากเทคนิคเชปแกรมม่า

7. ทดลองจัดวางลวดลายแส้บนตัวเรือนเครื่องประดับ

ในการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของชิ้นงานเครื่องประดับจี้และต่างหู โดยอาศัยเทคนิคเชปแกรมม่า จะทำให้ทราบว่า สามารถจัดเรียงลวดลายแส้ได้ในตำแหน่งและบริเวณใดบนตัวเรือนเครื่องประดับ ในขั้นตอนนี้ จึงให้ระบบออกแบบจัดวางลวดลายแส้ให้พอดีและเหมาะสมกับบริเวณพื้นที่ดังกล่าว

8. ทดสอบการใช้งานระบบและเปรียบเทียบกับการวาดลวดลายด้วยมือ โดยจัดการทดลองใช้งานกับผู้ทดสอบจำนวน 10 ท่าน แบ่งเป็น ผู้ประกอบการ จำนวน 2 ราย นักออกแบบอิสระจำนวน 3 คน อาจารย์ด้านงานเครื่องประดับและการออกแบบ จำนวน 2 คน และนิสิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและเครื่องประดับ จำนวน 3 คน โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามเป็นอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล การทดสอบเริ่มจาก ให้ข้อมูลเกี่ยวลวดลายแส้แก่ผู้ทดสอบ และให้ผู้ทดสอบทดลองใช้ระบบออกแบบที่พัฒนาขึ้น การจับเวลาในการใช้งานระบบเพื่อการออกแบบ เริ่มจับเวลา โดยนับตั้งแต่กดปุ่มใช้งานเพื่อให้ระบบเริ่มต้นทำงาน จนกระทั่งสิ้นสุดเมื่อผู้ทดสอบได้ลวดลายที่พึงพอใจและนำไปจัดเรียงบนชิ้นงานเครื่องประดับ จากนั้น ให้ผู้ทดสอบทดลองวาดรูปโมเดลในลักษณะเดียวกับคำตอบที่ได้จากระบบออกแบบอัตโนมัติ โดยวาดบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเดิม และทำการจับเวลาในการวาดรูปตั้งแต่เริ่มวาดลวดลายแส้ จากนั้นนำลายแส้มาจัดเรียงบนชิ้นงานเครื่องประดับ จนสิ้นสุดกระบวนการวาดโมเดลชิ้นงานเครื่องประดับนั้น จากนั้นนำเวลาของสองวิธีดังกล่าวมาเปรียบเทียบกัน

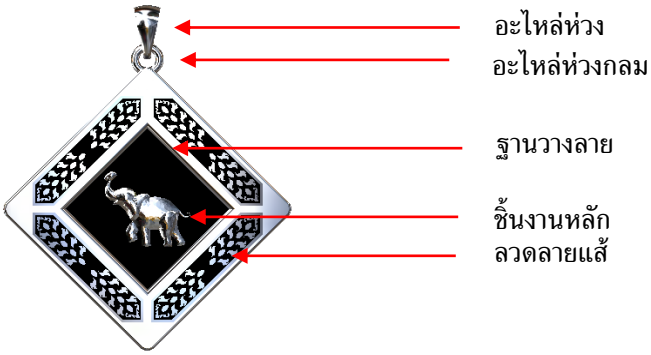
9. วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

นำผลลัพธ์จากการดำเนินงานวิจัย มาทำการวิเคราะห์ และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษา

จากการดำเนินงานวิจัยตามกระบวนการที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมา ได้ผลการศึกษาวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องประดับจี้และต่างหู พบว่า เครื่องประดับจี้ ประกอบด้วย **5** ส่วนประกอบ ที่สำคัญ ได้แก่ อะไหล่ห่วง อะไหล่ห่วงกลม ฐานวางลาย ชิ้นงานหลัก และลวดลายแส้ ดังแสดงในรูปที่ **3** และเครื่องประดับต่างหู ประกอบด้วย **4** องค์ประกอบ ที่สำคัญได้แก่ อะไหล่ต่างหู ฐานวางลาย ชิ้นงานหลัก และลวดลายแส้ จึงได้นำองค์ประกอบดังกล่าว ไปจัดทำเชปแกรมม่าของเครื่องประดับจี้และเครื่องประดับต่างหูในรูปแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้



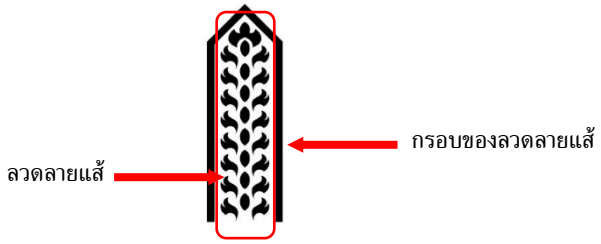
รูปที่ 3 แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องประดับจี้

รูปที่ 4 แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องประดับต่างหู

2. กลุ่มลวดลายแส้เป็นหนึ่งในลวดลายดั้งเดิมของวัวลาย ซึ่งในการออกแบบลวดลายแส้นั้นมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ความสมมาตรของลวดลาย ระยะของช่องไฟ และการนำลวดลายมาวางเรียงซ้ำ ๆ ดังแสดงในรูปที่ **5** ในขั้นตอนการวาดลวดลายแส้ ตำแหน่งในการสร้างจุดมีความซับซ้อนในการหาตำแหน่งที่เหมาะสม รวมไปถึงการนำลวดลายแส้มาจัดเรียงลงบนเครื่องประดับ จึงได้นำองค์ประกอบต่าง ๆที่กล่าวถึงข้างต้น รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆในการวาดลวดลายแส้ มาจัดทำเชปแกรมม่าของลวดลายแส้ทั้งสาม

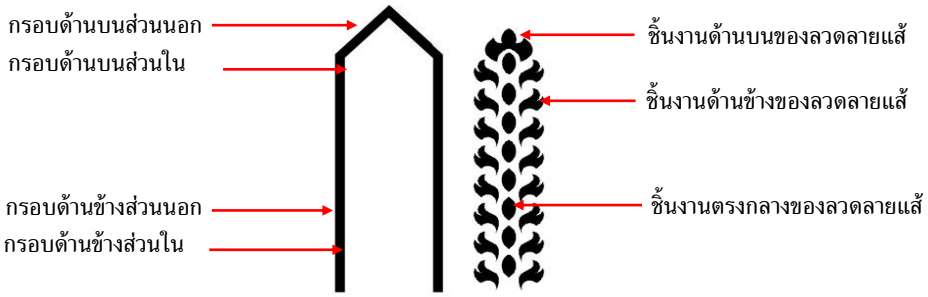
รูปที่ 5 ตัวอย่างลวดลายแส้ที่สร้างจากระบบเจนเนอเรทีฟที่พัฒนาขึ้น

3.เมื่อนำลวดลายแส้ทั้งสามแบบ มาวิเคราะห์องค์ประกอบของลวดลายแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่ กรอบของลวดลายแส้ และลวดลายแส้ ดังแสดงในรูปที่ 6



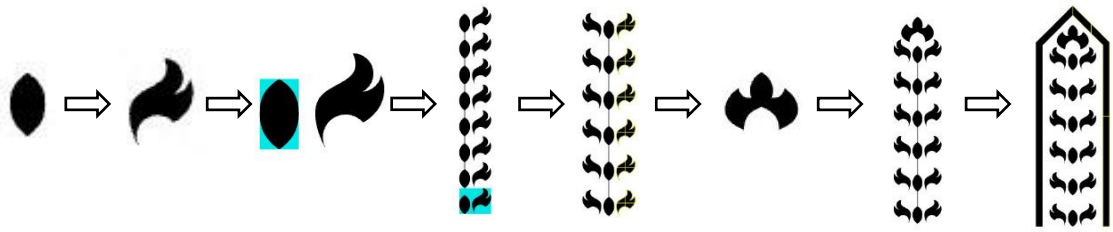
รูปที่ 6 ส่วนประกอบหลักของลวดลายแส้ดอกหมาก

ส่วนประกอบของลวดลายแส้สามารถแยกย่อยองค์ประกอบย่อยได้อีก 4 ส่วน ได้แก่ ชิ้นงานด้านบนของลวดลายแส้ ชิ้นงานตรงกลางของลวดลายแส้ ชิ้นงานด้านข้างของลวดลายแส้ และระยะช่องไฟของลวดลายแส้ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ส่วนประกอบย่อยของลวดลายแส้ดอกหมาก

4.จากผลการศึกษาการวาดลวดลายแส้ สามารถสรุปขั้นตอนในการวาดลวดลายแส้ และจัดทำเชปแกรมม่าของลวดลายแส้ได้ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งนำมาพัฒนาเป็นระบบเจนเนอเรทีฟวาดลวดลายแส้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมออกแบบ Rhiniceros 5.0 รวมทั้ง Grasshopper plug-in และ Python script

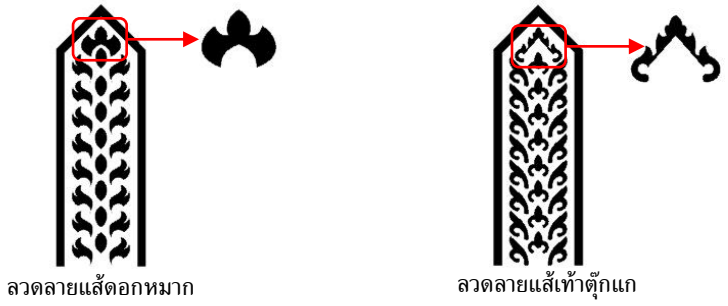


รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างเชปแกรมม่ากระบวนการวาดลวดลายแส้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

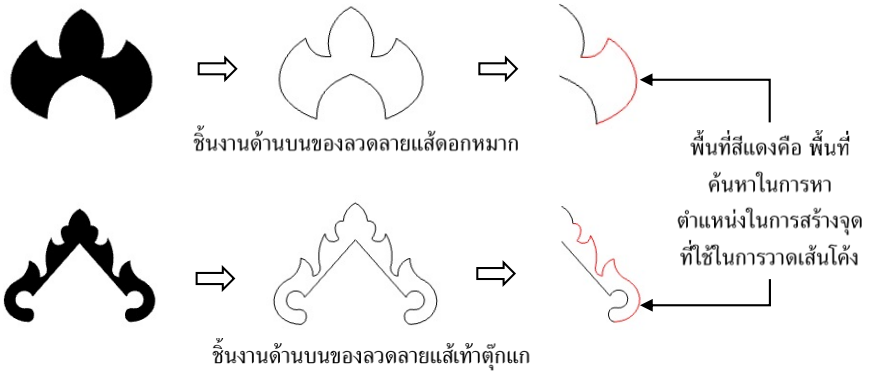
5. ทางผู้วิจัยทำการศึกษาพารามิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ของลวดลายแส้ เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบในการออกแบบเครื่องประดับ โดยใช้ GA ช่วยในการค้นหาคำตอบในพื้นที่ความเป็นไปได้ของคำตอบ

ระบบสามารถสร้างลวดลายแส้โดยอัตโนมัติ และในขั้นตอนการสร้างลวดลายแส้ ประกอบด้วยขั้นตอนของการหาตำแหน่งในการสร้างจุด ซึ่งมีความซับซ้อน โดยจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง จะทำการหาในส่วนของชิ้นงานด้านบนของลวดลายแส้ ดังแสดงในรูปที่ 9 ลวดลายแส้ที่ต้องเข้าสู่กระบวนการค้นหาตำแหน่งในการสร้างจุดมี 2 ลวดลาย ได้แก่ ลวดลายแส้ดอกหมาก และลวดลายแส้เท้าตุ๊กแก และกระบวนการค้นหาตำแหน่งในการสร้างจุดที่ซับซ้อนได้นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการแก้ปัญหานี้ โดยพื้นที่การค้นหา (Search Space) ตำแหน่งในการสร้างจุด อยู่ในตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 10 และค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์คือ ค่าระยะที่อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น (0,0,0) มากที่สุด เมื่อได้ตำแหน่งอ้างอิง

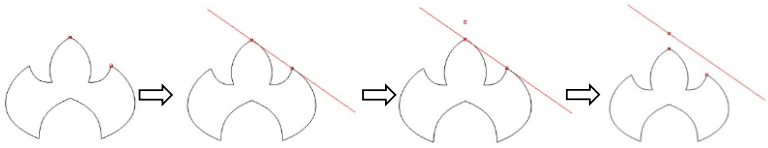
ในการสร้างจุด จากนั้นนำจุดที่ได้จากระบบมาใช้ในการสร้างเส้นกรอบของลวดลายแส้ เพื่อไม่ให้กรอบของลวดลายแส้ทับกับลวดลายแส้ ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 9 แสดงชิ้นงานที่จะเข้าสู่กระบวนการค้นหาตำแหน่งในการสร้าง**จุดด้วย** GA

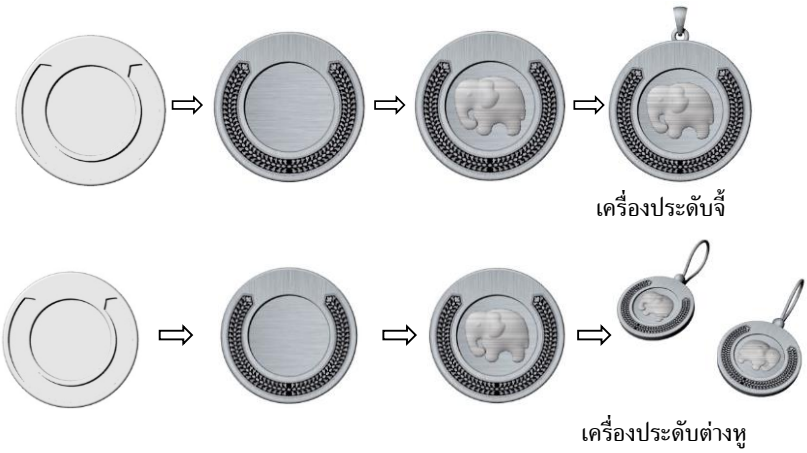


รูปที่ 10 แสดงพื้นที่ในการค้นหาคำตอบด้วย GA หรือตำแหน่งในการสร้างจุดเพื่อวาดเส้นโค้ง



รูปที่ 11 แสดงพื้นที่ขั้นตอนการสร้างเส้นกรอบของลวดลายแส้ด้วย GA

6. จากนั้น ระบบจะนำลวดลายแส้ที่สร้างขึ้น ไปวางบนตัวเรือนเครื่องประดับจี้และต่างหูโดยอัตโนมัติด้วยระบบเจเนอเรทีฟดีไซน์ที่พัฒนาขึ้น ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ **12** แสดงกระบวนการจัดวางลวดลายแส้บนชิ้นงานเครื่องประดับจี้และต่างหูโดยอัตโนมัติด้วยระบบเจนเนอเรทีฟดีไซน์

7. นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ทดลอง นำลวดลายที่สร้างได้ ไปทดลองกับเครื่องประดับแระเภทอื่น ๆ เช่น แหวน และกำไล ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ **13**

รูปที่ **13** แสดงตัวอย่างเครื่องประดับที่ทดลองจัดวางลวดลายแส้

8. จากการทำการทดสอบการใช้งานระบบออกแบบที่พัฒนาขึ้นนี้กับผู้ทดสอบจำนวน 10 คน พบว่า ผู้ทดสอบใช้งานระบบออกแบบดังกล่าวในการสร้างลวดลายแส้ที่พึงพอใจ ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 43.7 นาที และใช้เวลาในการวาดลวดลายแส้โดยมือบนคอมพิวเตอร์ ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 183 นาที โดยวิธีการใช้ระบบออกแบบอัตโนมัติสามารถลดเวลาในกระบวนการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์คิดเป็นร้อยละ 75.4 เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการวาดลวดลายแส้ จัดเรียงลวดลายแส้และวาดโมเดลชิ้นงานเครื่องประดับด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเดิม

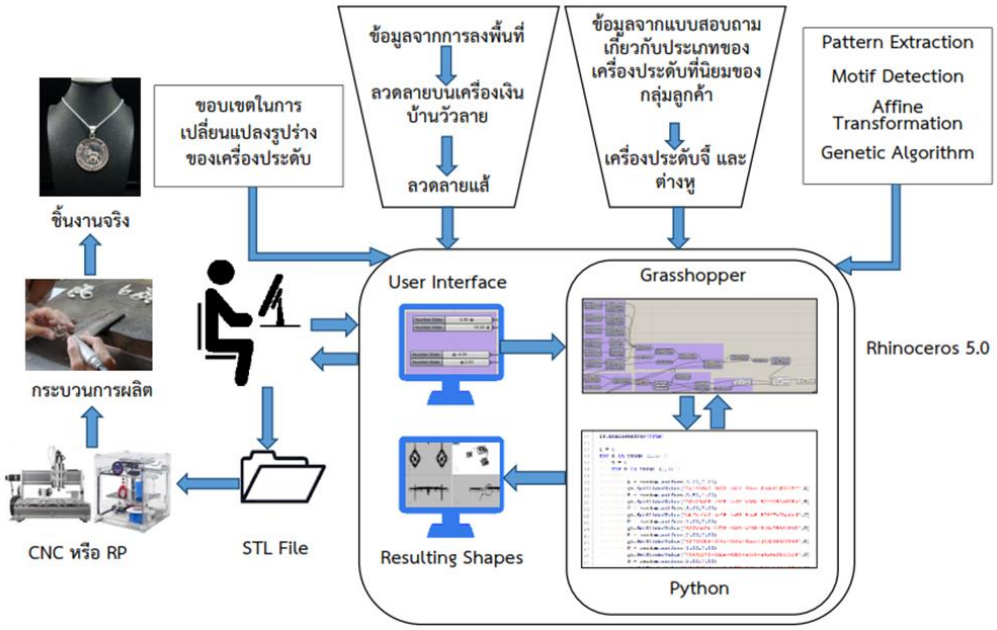
อภิปรายผลการศึกษา

ระบบเจนเนอเรทีฟดีไซน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำมาพัฒนาเป็นโมดูลคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบอัตโนมัติในรูปแบบ Plug-in บน CAD Software ผู้ประกอบการธุรกิจเครื่องประดับเงินย่านถนนวัวลาย สามารถนำระบบที่ช่วยในการออกแบบที่พัฒนาขึ้น ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนารูปแบบสินค้าเครื่องประดับที่มีรูปแบบลักษณะเฉพาะตัวและอัตลักษณ์ของเครื่องประดับเงินบ้านวัวลาย อีกทั้งสำหรับภาคการศึกษาสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถสร้างรูปแบบของเครื่องประดับให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น สามารถเพิ่มขีดความสามารถให้กับนักออกแบบ และช่วยให้นักออกแบบลดเวลาในการออกแบบ รวมถึงการเพิ่มรูปแบบเครื่องประดับในการนำเสนอต่อลูกค้า อีกทั้ง ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษา ชุมชน และภาคเอกชนในการต่อยอดพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตอัญมณีและเครื่องประดับ

ระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ (Generative Design System) ในการสร้างลวดลายแส้โดยอัตโนมัติ มีข้อดีคือ สามารถออกแบบให้มีความหลากหลาย อีกทั้งระบบนี้ยังมีการทำงานร่วมกับอัลกอริทึ่ม และมีการทำซ้ำของระบบ โดยระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟถูกพัฒนาร่วมกับเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเชิงโต้ตอบ (Interactive Genetic Algorithm) โดยผู้ใช้งาน (User) สามารถโต้ตอบในการออกแบบลวดลายแส้ และเซตเครื่องประดับได้ และนำเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มาช่วยในขั้นตอนการวาดลวดลายแส้ เพื่อค้นหาตำแหน่งในการสร้างจุดที่มีความซับซ้อนได้

จากผลของการทดสอบการใช้งานของระบบ พบว่า สามารถลดเวลาในการวาดลวดลายแส้และการจัดเรียงลวดลายแส้บนชิ้นงานเครื่องประดับได้ถึงร้อยละ 75.4 เนื่องจากในการวาดลวดลายแส้ มีหลายขั้นตอนที่ต้องค้นหาตำแหน่งจุดที่เหมาะสมในการวาดเส้น ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ซับซ้อน มักจะเกิดการทับซ้อนของเส้น เนื่องจากลวดลายประกอบด้วยเส้นหลายเส้นมาบรรจบกัน วิธีการเดิมที่ทำอยู่ คือ การทดลองกำหนดจุดทีละจุด แบบ Trial and Error แล้วลองวาดเส้นว่าจะซ้อนทับกันหรือไม่ แต่ระบบออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟที่ทำงานร่วมกับเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเชิงโต้ตอบนี้ สามารถช่วยค้นหาคำตอบได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังช่วยสร้างตัวเลือกของคำตอบที่มีความหลากหลาย ในระบบ

ออกแบบที่พัฒนาขึ้นได้สามารถคำสั่งแบบกึ่งสำเร็จรูปที่ทำให้ผู้ใช้งานทำงานได้รวดเร็วขึ้น เมื่อเทียบกับที่ผู้ใช้งานต้องเลือกใช้คำสั่งในการวาดโมเดลด้วยตนเอง



รูปที่ **14** แสดงกระบวนการพัฒนาโมเดลเชิงคำนวณเพื่อใช้ในการสร้างลวดลายแส้ของหมู่บ้านวัวลายและผลิตเครื่องประดับโดยอัตโนมัติ

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ เป็นการนำเทคโนโลยีทางด้านการออกแบบและการผลิตมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างนวัตกรรมในการออกแบบและการผลิตแบบร่วมสมัย เพื่อสืบทอดมรดกทางภูมิปัญญาท้องถิ่น

ในโครงการวิจัยก่อนหน้านี้ สมลักษณ์และคณะฯ (สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า และคณะ, 2560) ได้ทำการศึกษาอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย ได้ค้นพบลวดลายดั้งเดิมบนเครื่องเงินบ้านวัวลายหลายกลุ่มด้วยกัน กลุ่มลวดลายแส้ เป็นกลุ่มหนึ่งที่กำลังจะสูญหายไปจากเครื่องเงินบ้านวัวลาย เนื่องจากทำได้ยาก ต้องอาศัยทักษะสูง และใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงให้ความสนใจกลุ่มลวดลายแส้ หากนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ จะส่งผลให้ลวดลายแส้เป็นนิยมขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการสืบทอดอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย

คณะผู้วิจัย จึงมีความสนใจในกลุ่มลวดลายแส้ เนื่องจากบ่งบอกถึงศิลปะประยุกต์ของวัฒนธรรมล้านนา และมีความประสงค์จะอนุรักษ์ลวดลายแส้ในรูปแบบของนวัตกรรมดิจิตัลในรูปแบบใหม่ จึงได้พัฒนาโมเดลเชิงคำนวณโดยเทคนิคเชปแกรมม่าที่สามารถวิเคราะห์รูปแบบการจัดเรียงลวดลายแส้ และใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมวาดและสร้างลวดลายแส้โดยอัตโนมัติ ในการจัดเรียงลวดลายแส้ในรูปแบบใหม่ จะยังคงอัตลักษณ์ของหมู่บ้านวัวลาย จากนั้นใช้เทคนิคเชปแกรมม่าจัดเรียงลวดลายแส้บนชิ้นงานเครื่องประดับเงินโดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องพัฒนาฐานข้อมูลของลวดลายแส้ ด้วยเทคนิคเชปแกรมม่าและขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อช่วยในการค้นหาคำตอบในรูปแบบจุดและเส้นโค้งเพื่อใช้ในการวาดลวดลายแส้ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถช่วยลดเวลาในกระบวนการวาดลายได้ถึง 75% ของวิธีการแบบเดิม

เมื่อโครงการวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จ ในอนาคต คณะผู้วิจัย จะนำหลักการเดียวกันนี้ ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มลวดลายอื่น ๆ ของเครื่องเงินบ้านวัวลาย รวมทั้งกลุ่มหัตถกรรมอื่น ๆ เพื่อสืบทอดประวัติศาสตร์ ศิลปะ และวัฒนธรรมของไทยในรูปแบบของคนรุ่นใหม่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินของมหาวิทยาลัยนเรศวร รหัสโครงการวิจัย R2561B071 ผู้เขียนขอขอบพระคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่าน ได้แก่ พ่อครูบุญทอง พุทธิศรี พ่อครูดิเรก สิทธิการ พ่อครูสุภาพ เจริญภักดี พ่อครูมานพ ชัยแก้ว แม่ครูประไพ ไชยวุฒิ และอาจารย์ดรณ์ สุทธิภิบาล และผู้ร่วมลงพื้นที่เก็บข้อมูลและร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ นางสาวประภัสสร ประดุจพงษ์เพชร์ นางสาวสุนิษา แสนศรี และนางสาวโชคนิธิ นาคเมธี และผู้ออกแบบและให้คำปรึกษาในการวาดโมเดลสามมิติ คุณเฉลิมรัฐ วาวงศ์มูล

เอกสารอ้างอิง

สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า และคณะ. (2560). การศึกษาอัตลักษณ์ของเครื่องเงินบ้านวัวลายเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับเงินตามความชอบของกลุ่มลูกค้าชาวจีนในแหล่งท่องเที่ยวล้านนา. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*,*10*,114-123.

Somlak et. al. (2017). The Study of Design Identity of Ban Wualai Lanna Silver Jewelry to Meet the Needs of Chinese Tourists in Lanna Tourist Place. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, *10*, 114-123.

Singh, V., & Gu, N.(2012). Towards an integrated generative design framework. *Design Studies*, *33(2)*, 185-207.

Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, *27(3)*, 229-265.

Knight, T. W. (1999). Applications in architectural design, and education and practice. *NSF/MIT workshop on shape computation.*

Stiny, G. (1980). Introduction to shape grammars. *Environment and planning B: Planning and Design*, 7, 343-351.

Hollend, J. H. (1975). Adaption in natural and artificial systems: *an introductory analysis with application to bioligy, control, and artificial intelligence*: U Michigan Press.

การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H.) ต่อการควบคุมด้วงดอกรักสีน้ำเงิน *Chrysochus pulcher* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae)

พิมภิรา พรมสุ[1] กีรติ ตันเรือน[2] กู้เกียรติ ก้อนแก้ว[2] วิษณุ ธงไชย[3] ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ย[3]
ณัฐดนัย ลิขิตตระการ[4] และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[1*]

Application of Siam Weed Crude Leaf Extract, *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob) in Controlling *Chrysochus pulcher* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae)

Pimpira Promsu[1], Keerati Tanruean[2], Kukiet Konkaew[2], Wisanu Thongchai[3], Yuttasak Chammui[3], Natdanai Likhitrakarn[4] and Pisit Poolprasert[1*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[4] สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
[1]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
[2]Biotechnology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
[3]Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
[4]Division of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand
*Corresponding author. E-mail: poolprasert_p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

สาบเสือจัดเป็นพืชรุกรานต่างถิ่นที่เป็นปัญหาต่อระบบการทำเกษตร อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสามารถนำวัชพืชนี้มาประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ได้อีกทางเลือกหนึ่งเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบใบสาบเสือที่สกัดด้วยเฮกเซนและเอทานอลที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ได้แก่ 500 1,000 2,000 4,000 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าด้วงดอกรักสีน้ำเงิน บันทึกอัตราการตายที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง หลังจากด้วงกินใบที่จุ่มสารสกัด พบว่า สารสกัดหยาบจากใบสาบเสือที่สกัดด้วยเฮกเซน มีค่า LC_{50} (มิลลิกรัม/ลิตร) ต่อด้วงดอกรักสีน้ำเงิน ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 4,336.013 (Y = 31.067+0.03X) และ 1,714.506 (Y = 31.338+0.003X) ตามลำดับ กากที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนเมื่อนำมาสกัดต่อด้วยเอทานอล ค่า LC_{50} (มิลลิกรัม/ลิตร) ต่อด้วงดอกรักสีน้ำเงิน ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 67,075.403 (Y=19.080+X) และ 9,509.683 (Y=27.556+0.002X) ตามลำดับ ซึ่งยังให้ฤทธิ์ฆ่าได้แต่มีอัตราน้อยกว่าเฮกเซน โดยพบว่า อัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงินจากสารสกัดเฮกเซนที่ความเข้มข้นสูงสุด (10,000 มิลลิกรัม/ลิตร) ที่เวลา 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพสูง โดยให้อัตราการตายเฉลี่ย 73.33 ± 11.545 เปอร์เซ็นต์ 53.33 ± 30.55 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการค้นหาฤทธิ์เบื้องต้นในระดับห้องปฏิบัติการ หากต้องมีการนำสารสกัดที่ได้นี้ไปทดสอบในสภาพพื้นที่จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงองค์ประกอบของสาร วิธีการสกัด อัตราส่วน และรูปแบบของสารที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในสภาพพื้นที่จริงต่อไป

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบใบสาบเสือ ด้วงดอกรักสีน้ำเงิน การทดสอบความเป็นพิษ

Abstract

The invasive Siam weed, *Chromolaena odorata* has been recognized as nuisance weed in agricultural farms. Nonetheless, this weed can be exploited as an alternative choice to replace the synthetic insecticides. This current endeavor, therefore, aimed to explore the potential adulticidal activity of hexane and ethanolic leaf extracts of *C. odorata*for for controlling *Chrysochus pulcher* using leaf dipping method in various concentrations, viz., 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 and 10,000 mg/L. Mortality counts

of beetles were monitored at regular intervals i.e. 24 and 48 hours after treatment. It revealed that *C. odorata*for leaf hexane extract displayed LC_{50} treated beetles in 24 and 48 hours of 4,336.013 (Y = 31.067+0.03X) and 1,714.506 (Y = 31.338+0.003X), respectively/, whilst, the LC_{50} at 24 and 48 hours of *C. odorata*for leaf ethanolic extract exhibited 67,075.403 (Y=19.080+X) and 9,509.683 (Y=27.556+0.002X), respectively. Also, the concentration at 10,000 mg/L of *C. odorata*for leaf hexane extract showed the highest effectiveness in controlling *C. pulcher* after exposure for 48 hours which was higher than the ethanolic extract (73.33 ± 11.545 % > 53.33 ± 30.55%). It was possible that this plant extract was likely to be further applied in controlling *C. pulcher*. Before using this plant extract in the field, chemical composition, extraction method, optimal formulation and feasibility of extraction form should be initially carried out.

Keywords: *Chromolaena odorata* crude leaf extract, *Chrysochus pulcher*, Toxicity test

บทนำ

รัก หรือ ดอกรัก (*Calotropis gigantean*) จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กในวงศ์ Apocynaceae วงศ์ย่อย Asclepiadoideae อันดับ Gentianales ลำต้นสูง 1.5-3 เมตร ดอกมีสีขาวหรือม่วง มีรยางค์เป็นคล้ายมงกุฎ (Jacinto et al ., 2011) ดอกรักเป็นดอกไม้เศรษฐกิจที่สร้างรายได้สูง คนไทยเรานิยมนำดอกรักมาร้อยมาลัยในงานพิธีสำคัญร่วมกับดอกมะลิ ดาวเรือง จำปา และกุหลาบใช้ในงานมงคลที่เกี่ยวเนื่องกับความรัก เช่น งานหมั้น งานแต่งงานโดยใช้ในขันหมากหมั้น ขันหมากแต่ง จัดพานรองรับน้ำสังข์ร้อยเป็นมาลัยบ่าวสาว (Rathod et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในทางการยา โดยมีรายงานการใช้ดอกรักในการบรรเทาอาการเจ็บปวด ฤทธิ์ในการต้านจุลลินทรีย์ต่าง ๆ ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง (Habib and Karim, 2009; Kumar et al., 2010) ใบและยอดรักใช้ในการต้านอาการท้องร่วง (Chitme et al., 2004) และรากรักใช้ในการลดไข้ (Chitme et al., 2005) เป็นต้น ทั้งนี้การผลิตดอกรัก อาจมีปัญหาจากการรบกวนของโรคและแมลง โดยเฉพาะแมลงในกลุ่มกัดกินดอกและใบ เช่น ด้วงดอกรัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้วงดอกรักสีน้ำเงิน (Blue milkweed beetle, *Chrysochus pulcher* Baly) อยู่ในวงศ์ Chrysomelidae อันดับ Coleoptera สามารถพบได้ตามพืชบางชนิด อาทิ เทียนแดง และ รัก โดยเฉพาะตามยอดใบและดอก หากมีปริมาณที่มากอาจส่งผลต่อการออกดอกของรักในที่สุด (พิสุทธิ์, 2553; Baly, 1864) ทั้งนี้เกษตรกรมักเลือกใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการควบคุมปริมาณของด้วงชนิดนี้ เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ แต่การใช้สารเคมีดังกล่าวที่มากเกินความจำเป็น นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เกิดการตกค้างของสารพิษทั้งในดินและผลผลิตที่ได้ อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาในกลุ่มที่ใช้สารเคมีสำหรับการฉีดพ่นอีกด้วย การเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาแมลงในกระบวนการผลิต อาจกระทำได้หลายวิธีการ เช่น การตัดแต่งทรงพุ่ม การใช้กับดักแมลงเพื่อการประเมินและการลดประชากรแมลง รวมทั้งการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อการใช้เป็นสารไล่และการควบคุมแมลง ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนสารเคมี

สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L) R.M. King & H. Rob) จัดเป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไป วงศ์ Asteraceae อันดับ Asterales เป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไปในที่รกร้าง ริมถนน เป็นไม้พุ่มสูงประมาณ 1-2 เมตร มีการแพร่พันธุ์ไปทั่วประเทศ สารสกัดจากสาบเสือมีองค์ประกอบทางเคมีจำนวนมาก แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่ออกฤทธิ์ต่อแมลงศัตรูพืช เช่น สาร phemols,tannins,saponins,flavonoids และ alkaloids (Ngozi et al., 2009; Joshi, 2013; Mandal and Josh, 2014; Acero, 2014; Osei-owusu et al., 2017) ซึ่งเมื่อขยี้ส่วนต่าง ๆ ของสาบเสือจะมีกลิ่นฉุน สามารถไล่แมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ Degri et al. (2013) ทำการฉีดพ่นสารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าว ต่อมา Acero (2014) ได้ศึกษาผลของผลสกัดแห้งจากใบสาบเสือต่อการตายของด้วงงวงข้าว พบอัตราการตายได้สูงถึง 96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งเมื่อเร็ว ๆ นี้ ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์ (2561) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว ผลโดยรวมสามารถทำให้อัตราการตายของเพลี้ยอ่อนได้สูงถึง 100% เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารสกัด 5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) อีกทั้งสามารถยับยั้งการกินของเพลี้ยอ่อนได้อีกด้วย จะเห็นได้ว่าสาบเสือสามารถมีฤทธิ์ทั้งที่เป็นสารไล่ (repellent) สารฆ่า (insecticidal) และสารยับยั้งการกิน (anti-feedant) ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดสอบศักยภาพของสารสกัดจากสาบเสือในการควบคุมด้วงดอกรักสีน้ำเงิน โดยผลของการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ของการใช้สารสกัดจากสาบเสือในการเป็นทางเลือกหนึ่งของการควบคุมและป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบกับเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ทำให้ไม่มีการตกค้างของสารเคมีสังเคราะห์ในพื้นที่ และเป็นผลทำให้เกิดความสมดุลของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเกษตร โดยเฉพาะนิเวศแปลกปลูกดอกรัก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเก็บตัวอย่างพืชและการเตรียมสกัดสาร

พืชที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ซึ่งทำการเก็บจากเขตพื้นที่หมู่บ้านบึงลาด ตำบลวังแขม อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร ลักษณะตัวอย่างที่เก็บ เป็นต้นสาบเสือที่เจริญเติบโตมากที่สุด (สูงมากกว่า 100 เซนติเมตร) นำส่วนใบมาล้างให้สะอาด นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำใบสาบเสือมาสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร; w/v) โดยห่อพืชที่ใช้สกัดด้วยผ้าขาวบางและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เทสารสกัดที่ได้จากโหลแก้วแล้วไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator) จนได้สารที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semi-crude) ทำการชั่งสารและใส่ขวดเก็บไว้ในตู้เย็นหรือที่มืดเพื่อรอการทดสอบต่อไป ในทำนองเดียวกัน กากของสารสกัดพืชที่เหลือ ทำการสกัดต่อด้วยเอเทนอลในอัตราส่วน 1 : 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร; w/v) และทำตามขั้นตอนเดียวกับการสกัดด้วยเฮกเซน

การเตรียมตัวอย่างด้วงดอกรัก

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้ คือ ด้วงดอกรักสีน้ำเงิน ชนิด *Chrysochus pulcher* ซึ่งเก็บตัวอย่างด้วงดังกล่าวจากไร่ดอกรักในเขตพื้นที่ตำบลบ้านบึงลาด ตำบลวังแขม อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร โดยคัดเลือกตัวเต็มวัยคละทั้งสองเพศ ใส่กล่องพลาสติก และเลี้ยงด้วยใบรัก และทำการปรับสภาพในห้องปฏิบัติเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อรอการทดสอบต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสาบเสือ

ทำการทดสอบด้วยวิธีจุ่มใบพืช (leaf dipping method) โดยนำใบดอกรักที่ปลูกในพื้นที่ของเกษตรกรมาทดลองตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 3 เซนติเมตร x 3 เซนติเมตร นำสารสกัดจากสาบเสือที่ได้มาละลายกลับ (redissolve) ด้วยอะซิโตน (acetone) ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเจือจางความเข้มข้นเป็นลำดับ (Serial dilution) โดยแต่ละสารสกัดให้มีความเข้มข้นเป็น 500 1,000 2,000 4,000 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร จุ่มใบพืชในสารสกัดจากสาบเสือที่ต่าง ๆ ของทั้งสองสารสกัด รวมทั้งจุ่มใบในเอทานอลเจือจางความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นชุดควบคุม (control group) และผึ่งไว้นาน 1 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยวางใบพืชที่จุ่มสารลงในจานเพาะเชื้อพลาสติก (petri dish) ทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ๆละ 5 ตัว บันทึกจำนวนการตายของด้วงหลังการทดสอบแล้วที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลอัตราการตาย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาทำการคำนวณหาค่า LC_{50} (Median Lethal Concentration) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายที่มี ผลทำให้ด้วงตายร้อยละ 50 โดยใช้ Probit analysis ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาสมการเชิงเส้นตรง (Linear Regression) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (X) และอัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน (Y) ทั้งยังทำการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA: F-test) ของอัตราการตายที่เกิดขึ้น และเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการตายด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสาบเสือโดยวิธีการจุ่มใบพืช ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ควบคุม) 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร และตรวจสอบผลหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากเฮกเซน มีอัตราการตายเฉลี่ยของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน เท่ากับ 0.00,

40.00, 40.00, 40.00, 46.67, 46.67 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง อัตราการตายเฉลี่ยของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน เท่ากับ 0.00, 40.00, 46.67, 53.33, 53.33, 53.33 และ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของด้วงดอกรักสีน้ำเงินด้วย F-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมันที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นที่แตกต่างๆ (ชุดทดลอง) มีผลต่ออันตราการตายแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะเวลาหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ($p < 0.05$) ($p < 0.05$) โดยที่ 48 ชั่วโมง พบว่า ชุดทดลองที่ ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีความแตกต่างจากชุดการทดลองกลุ่มอื่น โดยมีอัตราการตายสูงสุด เท่ากับ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้มีค่า LC_{50} และสมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ (X) ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 4,336.013 (Y = 31.067+0.03X) และ 1,714.506 (Y = 31.338+0.003X) ตามลำดับ ในขณะที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากเอทานอล มีอัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน เท่ากับ 0.00,13.33,13.33,20.00, 33.33,33.33 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง อัตราการตายเฉลี่ยของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน เท่ากับ 0.00, 33.33, 26.67, 46.67, 40.00, 46.67 และ 53.33 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของด้วงดอกรักสีน้ำเงินด้วย F-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังด้วยวิธี DMRT ระดับความเชื่อมันที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นที่ต่างกัน (ชุดทดลอง) เป็นผลทำให้อัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ทั้งในระยะเวลาหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ($p < 0.05$) เช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกันในชุดทดลอง กลับพบว่า ผลอัตราการตายในแต่ละความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้มี ค่า LC_{50} และความสัมพันธ์เชิงเส้น (Regression; X-Y) เท่ากับ 67,075.403 (Y=19.080+X) และ 9,509.683 (Y=27.556+0.002X) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน หลังทดสอบที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สารสกัด	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	เปอร์เซ็นต์อัตราการตาย ($\bar{x}$ ± S.D)	
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
เฮกเซน	10,000	66.67 ± 23.09b	73.33 ± 11.54c
	8,000	46.67 ± 11.54b	53.33 ± 23.09b
	4,000	46.67 ± 11.55b	53.33 ± 11.54b
	2,000	40.00 ± 20.00b	53.33 ± 23.09b
	1,000	40.00 ± 0.00b	46.67 ± 11.55b
	500	40.00 ± 6.00b	40.00 ± 0.00b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a
	LC_{50} (มก./ล.)	4,336.013	1,714.506
	Regression	Y=31.067+0.03X	31.338+0.003X
	$R(R^2)$	0.470(0.220)	0.546(0.298)
เอทานอล	10,000	26.67 ± 11.55b	53.33 ± 30.55b
	8,000	33.33 ± 11.55b	46.67 ± 11.55b
	4,000	33.33 ± 11.55b	40.00 ± 0.00b
	2,000	20.00 ± 20.00a	46.67 ± 23.09b
	1,000	13.33 ± 11.55a	26.67 ± 11.55b
	500	13.33 ± 11.55a	33.33 ± 11.55b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a
	LC_{50} (มก./ล.)	67,075.403	9,509.683

Regression	Y=19.080+X	Y=27.556+0.002X
$R(R^2)$	0.061(0.004)	0.360(0.129)

หมายเหตุ: R คือ สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงินกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบใบสาบเสือ และ R^2 คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน: Control คือ เอทานอลเจือจางความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดสอบสารสกัดใบสาบเสือที่สกัดด้วยตัวทำลายเฮกเซนและเอทานอลต่อการควบคุมด้วงดอกรักสีน้ำเงิน พบว่า ที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีศักยภาพของสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือในการออกฤทธิ์ในการกำจัดด้วงดอกรักสีน้ำเงินได้ถึง 66.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง (LC_{50} = 4,336.013 มิลลิกรัม/ลิตร) และมีค่าอัตราการตายสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปเป็น 48 ชั่วโมง หลังการทดสอบ มีค่าอัตราการตาย เท่ากับ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่า LC_{50} พบว่า มีค่าเท่ากับ 1,714.506 มิลลิกรัม/ลิตร โดยเมื่อเปลี่ยนการทดสอบเป็นสารสกัดจากเอทานอล กลับพบว่า มีอัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงินน้อยกว่าผลของสารสกัดด้วยเฮกเซน ในทุก ๆ ความเข้มข้นที่ทดสอบและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะการได้รับสารสำคัญที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้มีรายงานว่า ทั้งนี้สาบเสือมีสารที่มีฤทธิ์ที่หลากหลาย โดยมีสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ phenols(38.69 มก./ก.), tannins (41.09 มก./ก.), flavonoids(7.74 มก./ก.) saponins(331.76 มก./ก.) และ alkaloids(12.25 มก./ก.) ต่อน้ำหนักสด สารดังกล่าวจึงมีผลต่อทั้งการเป็นสารฆ่า สารไล่ และการยับยั้งการเข้าทำลาย การวางไข่ หรือแม้แต่ยับยั้งการกินอาหารของแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ได้ดี (ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์, 2561; Ngozi et al., 2009; Joshi, 2013; Agaba and Fawole, 2016; Osei-owusu et al., 2017) ทั้งนี้จากสหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงินกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบใบสาบเสือ (R) และ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน (R^2) ที่ได้จากการศึกษาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Regression) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (X) และอัตราการตายของด้วงดอกรักสีน้ำเงิน (Y) พบว่า ในแต่ละสารสกัดที่ได้ของทั้งสองสารกกัดยังคงเป็นเป็นในรูปแบบเชิงเส้นตรงที่สัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตาม จะสังเกตเห็นค่าของ $R(R^2)$ ของสารสกัดจากเฮกเซนมีค่ามากทั้งที่ เวลา 24 [0.470(0.220)] และ 48 ชั่วโมง [0.546(0.298)] หลังการทดสอบ ในขณะที่ ค่า $R(R^2)$ ของสารสกัดจากเอทานอล ที่เวลา 24 [0.061(0.004)] และ 48 ชั่วโมง [0.360(0.129)] มีค่าน้อยกว่ามาก ซึ่งแปลผันไปกับอัตราการตายที่น้อยมากทั้งสองช่วงเวลา (26.67 และ 53.33 เปอร์เซ็นต์) จึงมีข้อแนะนำว่า หากต้องการให้ความสัมพันธ์เชิงเส้นของ X และ Y มีสูงขึ้น (R เข้าใกล้ 1.00) จึงควรหาทำการทดสอบหาช่วงความเข้มข้นที่สูงขึ้นกว่าเดิม (>10,000 มิลลิกรัม/ลิตร) ในของสารสกัดด้วยเอเทนอล

มีรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่หลากหลายถึงประสิทธิภาพสารสกัดจากสาบเสือต่อการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข เช่น ยุง แมลงสาบ แมลงวันบ้าน และกลุ่มแมลงศัตรูทางการเกษตร เช่น เพลี้ยอ่อน ด้วงงวงข้าว และด้วงงวงข้าวโพด เป็นต้น โดย ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์ (2561) ได้ศึกษาผลของกสารสกัดจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora*)ผลโดยรวมสามารถทำให้มีการตายของเพลี้ยอ่อนได้สูงถึง 100เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) อีกทั้งสามารถยับยั้งการกินของเพลี้ยอ่อนได้อีกด้วย Blankson et al. (2013) ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากสาบเสือต่อการป้องกันศัตรูในผักตระกูลกะหล่ำ โดยเฉพาะในกลุ่มของผีเสื้อหนอนใยผัก(*Plutella xylostella*)ซึ่งผลที่ได้มีค่าเทียบเท่ากับการใช้สารเคมีสังเคราะห์ (Attack®) ซึ่งผลในการทดสอบกลุ่มศัตรูผักตระกูลกะหล่ำ ยังได้มีการทดสอบเพิ่มเติมอีกครั้งด้วยสารสกัดจากสาบเสือในประเทศกาน่าและให้ผลที่ดีเช่นกัน (Ezena et al., 2016) ในการศึกษาฤทธิ์ทดสอบต่อด้วงงวงข้าวโพด(*Sitophilus oryzae*) ซึ่งเป็นศัตรูพืชในโรงเก็บพบว่าสารสกัดใบสาบเสือที่ความเข้มข้น 10เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้ 78.6เปอร์เซ็นต์ (Niber, 1994) ต่อมาในปี2001 Bouda et al. ได้ทดสอบน้ำมันหอมระเหยกับด้วงงวงข้าวโพด และมีผลทำให้ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 6.78 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในทำนองเดียวกัน สำหรับการทดสอบของสารสกัดจากสาบเสือต่อแมลงทางการแพทย์หรือแมลงที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข เช่น แมลงสาบอเมริกัน(*Periplaneta Americana*) โดยพบว่าเมื่อมีความเข้มข้นของการใช้สารสกัดจากสาบเสือสูงจะทำให้มีอัตราการตายสูงขึ้นตามไปด้วย โดยพบว่า ความเข้มข้นที่สูงที่สุดในการ

ทดสอบเบื้องต้น (1.0เปอร์เซ็นต์) สามารถมีศักยภาพทำให้แมลงสาบอเมริกันตายถึง 36.63 เปอร์เซ็นต์ (Udebuani, et al., 2015) ในการทดสอบกับยุงลาย (*Aedes aegypti*) ระยะต่าง ๆ พบว่า ค่า LC_{50} ที่ทดสอบกับไข่ ลูกน้ำระยะที่ 1 ลูกน้ำระยะที่ 4 และดักแด้ เท่ากับ 99.15,42.24,101.49 และ 121.57 ppm ตามลำดับ (Rajmohan and Logankumar, 2011) ในทำนองเดียวกันก็พบว่า การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดจากเมทานอลกับลูกน้ำยุงพาหะนำโรคชนิดต่าง ๆ ก็พบว่า ในลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) มีค่า LC_{50} และ LC_{90} ที่ให้ผลดีที่สุด โดยมีค่าLC_{50} = 43 ppm,(95เปอร์เซ็นต์ CI: 34 - 48 ppm) กับ LC_{90} = 110 ppm (CI: 94 - 135 ppm) ตามด้วย ยุงลาย (*Aedes aegypti*) [LC_{50} = 138 ppm, (CI: 121 - 157 ppm); LC_{90} = 463 ppm (CI: 386 - 584 ppm)] และยุงก้นปล่อง(*Anopheles stephensi*) [LC_{50} = 1613 ppm (CI: 1364 - 1890 ppm); LC_{90} = 8306 ppm (CI: 6598 - 11076 ppm)] ตามลำดับ (Sukhthankar et al., 2014) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้สารสกัดจากใบสาบเสือในการฉีดพ่นหนอนแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*)โดยพบว่าเมื่อฉีดพ่นทุก ๆ 8 ชั่วโมง จะทำให้หนอนแมลงวันบ้านตายเพิ่มขึ้นจากครั้งที่ 1 (60เปอร์เซ็นต์) จนครั้งที่ 4 (100เปอร์เซ็นต์) (รวมเฉลี่ย 85เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ (Acero, 2017) เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาถึงศักยภาพการเป็นสารควบคุมและป้องกันกำจัดด้วงดอกรักสีน้ำเงินของสารสกัดสาบเสือภายใต้ห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นประกอบกับระยะเวลาที่ให้ด้วงดอกรักสีน้ำเงินกินใบพืชที่จุ่มสารนานขึ้น เป็นผลทำให้มีอัตราการตายที่สูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีแนวโน้มของการนำสารสกัดจากใบสาบเสือนี้ไปใช้ในสภาพพื้นที่ไร่ของเกษตรกรต่อไป ซึ่งการทดลองนี้ถือเป็นการทดสอบเบื้องต้นและถือเป็นรายงานการประยุกต์ใช้กับด้วงดอกรักสีน้ำเงิน อย่างไรก็ตาม หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ต่อ จำเป็นที่จะต้องศึกษาโดยละเอียดถึงเรื่ององค์ประกอบทางเคมี (Chemical profiles) ด้วยวิธี แก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometry ,GC-MS) และเลือกใช้สารสำคัญหลัก ๆ ต่อการควบคุมด้วงดอกรักสีน้ำเงิน ตลอดจนรูปแบบหรือวิธีการสกัด เช่น วิธีการสกัดด้วยวีซอกห์เลต (Soxhlet extraction) และอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อการควบคุมและป้องกันกำจัดด้วงดอกรักสีน้ำเงินต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์ 2561. ผลจากสารสกัดจากใบสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). *วารสารวิทยาศาสตร์*และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(1), 79-84.

พิสุทธิ์ เอกอำนวย. 2553. โรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). หน้า 523-530.

Agaba, T.A. & Fawole B. 2016. Phytochemical Constituents of Siam Weed (*Chromolaena odorata*) and African Custard Apple (*Annona senegalensis*). International Journal of Food, Agriculture & Veterinary Sciences (JFAV), 6(1), 35-42.

Acero, L.H. 2014. Dried Siam weed (*Chromolaena odorota*) as rice weevils' (*Sitophilus oryzae*) eradicant. International Journal of Chemical Engineering *and Applications* (IJCEA), 5(5), 363-366.

Acero, L.H. 2017. Fresh Siam (*Chromolaena odorata*) Weed Leaf Extract in the Control of Housefly (*Musca domestica*). International Journal of Food Engineering, 3(1), 56-61.

Baly, J. S. 1864. Descriptions of new genera and species of Phytophaga. Phytophaga. 1, 1-16.

Blankson, W. A., Geoff, M. G., Catherine, W. G., Helen, I. N., Louis, M., & Phil, C. S. 2013. Tri-Trophic Insecticidal Effects of African Plants against Cabbage Pests. Botanicals against Pests of Cabbage, 8(10): 1-10.

Bouda, H., Tapondjou, L.A. Fontem, D.A. & Gumedzo, M.Y.D. 2001. Effect of essential oil from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 37, 103-109.

Chitme, H.R., Chandra, R. & Kaushik, S, 2004. Studies on anti-diarrhoeal activity of *Calotropis gigantea* r. br. in experimental animals. Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(1), 70-75.

Chitme, H.R., Chandra, R. & Kaushik, S, 2005. Evaluation of antipyretic activity of *Calotropis gigantea* (Asclepiadaceae) in experimental animals. Phototherapy Research, 19(5), 454-456.

Degri, M.M., Mailafiya, D.M. & Wabekwa, J.W. 2013. Efficacy of aqueous leaf extracts and synthetic insecticide on pod-sucking bugs infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Guinea Savanna Region of Nigeria. Advances in Entomology, 1(2): 10-14.

Ezena, G,N., Akotsen-Mensah, C. & Fening, K.O. 2016. Exploiting the Insecticidal Potential of the Invasive Siam Weed, *Chromolaena odorata* L. (Asteraceae) in the Management of the Major Pests of Cabbage and their Natural Enemies in Southern Ghana. Advances in Crop Science and Technology, 4(230), 1-6

Habib, M.R. & Karim, M.R. 2009. Antimicrobial and Cytotoxic Activity of Di-(2-ethylhexyl) Phthalate and Anhydrosophoradiol-3-acetate Isolated from *Calotropis gigantea* (Linn.) Flower. Mycobiology, 37(1), 31-36.

Kumar, G., Karthik, L. & Rao, K.V.B. 2010. In vitro anti-Candida activity of *Calotropis gigantea* against clinical isolates of Candida. Journal of Pharmacy Research, 3(3):539- 542.

Jacinto, S.D., Chun, E.A.C. Montuno, A.S., Shen, C.C., Espineli, D.L. & Ragasa, C.Y. 2011. Cytotoxic Cardenolide and Sterols from *Calotropis gigantea*. *Natural Product Communications*. 6 (6): 803-806.

Joshi, R.K. 2013. Chemical Composition of the Essential oil of *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. Roots from India. Journal of Chemistry 1-4.

Mandal, G. & Josh, S.P. 2014. Invasion establishment and habitat suitability of *Chromolaena odorata* (L) king and Robinson overtime and space in the western Himalayan forests of India: Journal of Asia Pacific Biodiversity, 7(4), 319-400.

Ngozi, I.M., Jude, I.C. & Catherine, C. 2009. Chemical Profile of *Chromolaena odorata* L. (King and Robinson) Leaves. Pakistan Journal of Nutrition, 8, 521-524.

Niber, B.T. 1994. The ability of powers and slurries from ten plants species grain from attack by *Prostephanus truncates* Horn (Coleopetera ostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera curculionidae). Journal of *Stored Products Research*, 30(4), 297-301.

Osei-owusu, J., Acheampong, A.., Afun, J.V.K. & Acquaah, S.O. 2017. Chemical Composition of the Headspace Volatiles from *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King in Ghana, Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20(5), 1418-1423.

Rajmohan, D. & Logankumar, K. 2011. Studies on the insecticidal properties of *Chromolaena odorata* (Asteraceae) against the life cycle of the mosquito, *Aedes aegypti* (Ditera: *culicidae*). Journal of research in Biology, 4, 253- 257.

Rathod, N.R., Chitme, H.R., Irchhaiya, R. & Chandra, R. 2011. Hypoglycemic Effect of *Calotropis gigantea* Linn. Leaves and Flowers in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. Oman Medical Journal, 26 (2), 104-108.

Sukhthankar, J.H., Kumar, H., Godinho, M.HS. & Kumar, A. 2014. Larvicidal activity of methanolic leaf extracts of plant, *Chromolaena odorata* L. (Asteraceae) against vector mosquitoes. International Journal of Mosquito Research, 1(3), 33-38.

Udebuani, A.C., Abara, P.C., Obasi, K.O. & Okuh, S.U. 2015. Studies on the insecticidal properties of *Chromolaena odorata* (Asteraceae) against adult stage of *Periplaneta americana*. Journal of Entomology and Zoology Studies, 3 (1), 318-321.

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยเทคนิคไมโครเวฟและอัลตร้าโซนิค

อัจฉรา แกล้วกล้า [1*] เอกวิทย์ ตรีเนตร [1] ธีรวีร์ แกล้วกล้า [2] และธฤษณัฐ แกล้วกล้า [3]

Biodiesel Production from Tung Seed Oil by Microwave and Ultrasonic Techniques

Achara Kleawkla [1*], Ekawit Threenet [1], Theerawee Klaewkla [2] and Thritsanat Klaewkla [3]

[1]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290
[2]คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[3]โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จ.เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, 50290
[2]Faculty of Medicine, Chiangmai University, Chiang Mai, 50200
[3]Montfort college, Chiang Mai, 50200
*Corresponding author. E-mail : achara_kleawkla@yahoo.co.uk

บทคัดย่อ

ไบโอดีเซลจัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความอุดมสมบูรณ์ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล น้ำมันเมล็ดมะเยาหินเป็นวัตถุดิบธรรมชาติชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลได้ งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับเทคนิคอัลตร้าโซนิค โดยการศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิ เวลา และอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอล ผลการทดลองพบว่า ร้อยละผลผลิตของไบโอดีเซลเท่ากับ 84.41 % โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ 1.00 % โดยน้ำหนัก อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 338 K และอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลเท่ากับ 1:8 เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตสโคปี (เอฟที - ไออาร์) ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบเอกลักษณ์ของไบโอดีเซลที่ผลิตได้

คำสำคัญ: ไมโครเวฟ อัลตร้าโซนิค ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน น้ำมันเมล็ดมะเยาหิน ไบโอดีเซล

Abstract

Biodiesel is an attractive alternative fuel for Thailand because Thailand is an agricultural country with an abundance of feedstock for biodiesel production. Tung seed oil is another natural material that can be use in biodiesel production. This research project has been concerned with the production of biodiesel fuel from tung seed oil by transesterification using microwave coupling with ultrasonic techniques. The effects of catalyst, temperature, time and mole ratio of tung seed oil to methanol were studied. It was found that the percentage of biodiesel produced was 84.41 % using 1.00 wt % calcium oxide (CaO) as catalyst, a reaction temperature of 338 K and tung seed oil / methanol molar ratio of 1:8. Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) was used to characteristic the biodiesel.

Keywords: Microwave, Ultrasonic, Transesterification, Tung seed oil, Biodiesel

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้เกิดขึ้นมากมายทำให้ความต้องการของมนุษย์เพิ่มขึ้นตามเทคโนโลยี การใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันปิโตรเลียมลดจำนวนลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งราคาน้ำมันในตลาดโลกผันผวนและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในทุกปี ทำให้เกิดการคิดค้นพลังงานที่จะนำมาทดแทนพลังงานจากปิโตรเลียมที่ใช้ไปโดยการคิดค้นจากสิ่งรอบตัวที่จะนำมาผ่านกลวิธีต่าง ๆ เพื่อที่จะได้พลังงานนั้นออกมา ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าหาพลังงานทางเลือกใหม่ที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด คือ เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวลสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทน (Renewable energy) และเป็นทางเลือกหนึ่งที่

จะช่วยแก้ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด โดยเป็นการนำวัตถุดิบเหลือใช้หรือที่ไม่ได้ใช้ นำมาทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดโดยการนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) สำหรับใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เป็นน้ำมันที่ผลิตมาจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ (Triglyceride) โดยผ่านกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification Process) กับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลหรือเอทานอล โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติที่สามารถสลายตัวได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) และไม่มีพิษ (Nontoxic) ดังนั้นจึงไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ไบโอดีเซลสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับยานพาหนะได้ ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด อีกทั้งยังช่วยรักษาสภาพเครื่องยนต์ให้ใช้งานได้นานกว่าอีกด้วย (Kandpal, & Madan, 1994)

การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันสามารถใช้เบส กรด หรือเอนไซม์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Du, et al., 2004) ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเบสนั้นมี 2 ประเภท คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเอกพันธ์และตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ (Ma, et al., 1999) ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเอกพันธ์ที่นิยมใช้ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และแอลคอกไซด์ของหมู่ 1 และ 2 ตัวเร่งปฏิกิริยาเบสชนิดเอกพันธ์เป็นตัวเร่งที่เร็วกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดกรด

ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น ไม่มีการกัดกร่อนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังง่ายต่อการแยกออกจากผลิตภัณฑ์ที่มีสถานะเป็นของเหลว และสามารถออกแบบให้ตัวเร่งมีความว่องไวสูง มีความจำเพาะเจาะจงและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลายครั้ง (Gryglewicz, 1999) ในปัจจุบันมีตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์เป็นจำนวนมากที่สามารถนำไปใช้กับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันเพื่อเปลี่ยนน้ำมันพืชไปเป็นไบโอดีเซล เช่น ออกไซด์ของโลหะหมู่ 2 ออกไซด์ของโลหะหมู่ 2 บนอลูมินัมหรือซีโอไลต์ (Xie, et al., 2006)

แคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันมากที่สุด ซึ่งไบโอดีเซลที่ผลิตโดยใช้แคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีข้อดี เช่น นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และมีต้นทุนต่ำ (Liu, et al., 2008)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยเทคนิคไมโครเวฟร่วมกับเทคนิคอัลตร้าโซนิค โดยทำการศึกษาปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ อุณหภูมิ เวลา และอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอล

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำมัน

1.1 เตรียมน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน เพื่อให้ได้น้ำมันที่ไม่มีน้ำเจือปน โดยนำน้ำมันเมล็ดมะเยาหินไปให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 15 นาที

1.2 ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดวิวิธพันธ์ที่ใช้คือ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) โดยนำแคลเซียมออกไซด์ไปทำการเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 500 °C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

1.3 เตรียมอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล โดยนำเตาไมโครเวฟที่ใช้ในบ้านเรือนมาประยุกต์เป็นอุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลโดยเจาะด้านบนของเตาไมโครเวฟเพื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

2. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยเทคนิคไมโครเวฟร่วมกับเทคนิคอัลตร้าโซนิค

ชั่งแคลเซียมออกไซด์ปริมาณ 1.00 - 5.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ละลายแคลเซียมออกไซด์ในเมทานอลโดยใช้เมทานอลในอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่ 1:8 1:10 1:12 1:14 และ 1:16 ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายตัวเร่งปฏิกิริยาผสมลงในน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน จากนั้นนำไปกระตุ้นด้วยอัลตร้าโซนิค เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปทำปฏิกิริยาต่อในไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 338 K เป็นเวลา 5 นาที เทใส่กรวยแยกเพื่อแยกไบโอดีเซลและกลีเซอรีนออกจากกัน จากนั้นนำไบโอดีเซลไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหลือออก

3. การวิเคราะห์ทางเคมี

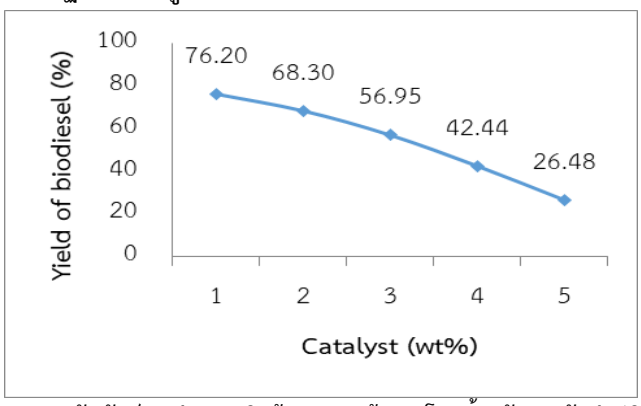
ศึกษาโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟาเรดสเปกโตสโคปี (FT-IR)

ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ที่เหมาะสม โดยใช้แคลเซียมออกไซด์ตั้งแต่ 1.00 - 5.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน โดยกำหนดอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่ 1:10 พบว่าเมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ตั้งแต่ 1.00 - 5.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน จะได้ผลผลิตร้อยละไบโอดีเซลอยู่ในช่วง 26.48 - 76.20 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองพบว่า ร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ผลผลิตร้อยละที่ดีที่สุดของการทดลอง คือ 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน ได้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 76.20 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตร้อยละและร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา ดังรูปที่ 2



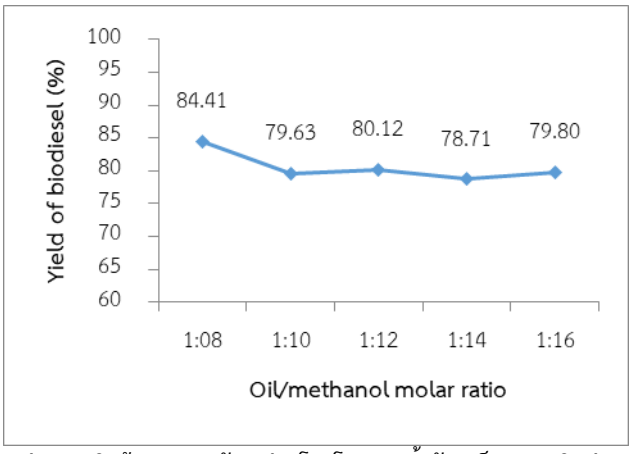
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตร้อยละและร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์เพิ่มขึ้น ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลลดลงอย่างต่อเนื่อง จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มากกว่า 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน ทำให้เกิดผลข้างเคียง คือ เกิดปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันหรือเกิดสบู่ในขั้นตอนการผลิต เป็นผลทำให้ผลผลิตร้อยของไบโอดีเซลลดลง

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่เหมาะสม

การศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยใช้แคลเซียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักน้ำมัน พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลตั้งแต่ 1:8 - 1:16 จะได้ผลผลิตร้อยละไบโอดีเซลอยู่ในช่วง 78.71 - 84.41 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่ให้ผลผลิตร้อยละทีดีที่สุดของการทดลอง คือ 1:8 ซึ่งได้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 84.41 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตร้อยละและอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอล ดังรูปที่ 3

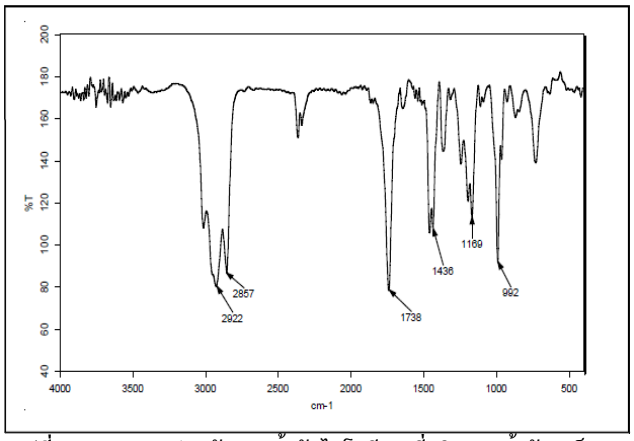


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตร้อยละและอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอล

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลเพิ่มขึ้น ผลผลิตร้อยละไบโอดีเซลมีแนวโน้มลดลง จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่ 1:8 ได้ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลสูงที่สุด แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลมากกว่า 1:8 พบว่าแนวโน้มของผลผลิตร้อยละไบโอดีเซลลดลง อาจเนื่องมาจากไตรกลีเซอไรด์ถูกทำปฏิกิริยากับเมทานอลจนหมด

3. การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมี

จากการศึกษาโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดเปกโทรสโคปี (FT-IR) ปรากฏเส้นสเปกตรัม ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 **FT-IR** สเปกตรัมของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน

จากรูปที่ 4 แสดงสเปกตรัมของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน และเมื่อนำมาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน

Wave number (cm^{-1})	Functional group
2857-2922	CH_2-CH_3 stretching
1738	C=O stretching
1436	C-H bending
1169	C-O stretching

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันเมล็ดมะเยาหิน เป็นสารประกอบอินทรีย์จำพวกเอสเทอร์ของกรดไขมัน

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ปริมาณ 1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเยาหินต่อเมทานอลที่ 1:8 เวลาในการกระตุ้นด้วยอัลตร้าโซนิค 15 นาที เวลาในการทำปฏิกิริยาในเตาไมโครเวฟ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 338 K ให้ผลผลิตร้อยละของน้ำมันไบโอดีเซลสูงสุดเท่ากับ 84.41 % และพบว่าเทคนิคการกระตุ้นด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคและคลื่นไมโครเวฟนั้นสามารถลดระยะเวลาในการผลิตไบโอดีเซลลงได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Du, W. Xu, Y. Liu D. and Zeng, J. (2004). Comparative study no lipase-catalyzed transesterification of soybean oil for biodiesel production with different acyl acceptors, *J. Molecular Catalysis B: Enzymatic*, *30*, 125-129.

Grandos, M.L. Zafra Proves, M.D. Martin Alonso D. Mariscl, R. F. Cabelo Galisteo, R. R. Moreno-Tost, R. (2007). Biodiesel form sunflower oil by using activated calcium oxide, *Appl Catal B*, *73*, 327-336.

Gryglewicz, S. (1999). Rapeseed oil methyl esters preparation using heterogeneous catalysts, *Bioresource Technology*, *70*, 249-253.

Hsiao, M.C. Lin, C.C. and Chang, Y.H. (2011). Microwave irradiation-assisted transesterification of soybean oil to biodiesel catalyzed by nanopowder calcium oxide, *Fuel, 90*, 1963-1967.

Kandpal, J.B. Madan, M. (1994). Jatropha curcas: a renewable source of energy for meeting future energy needs, Technical Note, *Renewable Energy, 6*, 62.

Liu, X. He, H. Wang, Y. S. Zhu, S. and Piao, X. (2008). Transesterification of soybean oil to biodieselusing CaO as a solid base catalyst, *Fuel, 87*, 216-221.

Ma, F. Clements, L.P. and Hanna, M.A. (1999). The effect of mixing on transesterification of beef tallow, *Technology, 69*, 289-293.

Suppes, G.J. Dasari, M.A. Doskocil, E.J. Mankidy, P.J. Goff, M.J. (2004). Transesterification of soybean oil with zeolite and metal catalysts, *Applied Catalysis A: General, 257(2)*, 213-223.

Vicente, G. Coteron, A. Martinez, M. and Araci, J. (1998). Application of the factorial design of experiments and response surface methodology to optimize biodiesel production, *Industrial Crops and Products, 8*, 29-35.

Vicente, G. Martinez, G.M. Aracil, M.J. and Integrated, J. (2004). biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalysts systems, *Bioresource Technology, 92*, 297-305.

Xie, W.L. Peng, H. L.G. Chen, L.G. (2006). Transesterification of soybean oil catalyzed by Potassium loaded on alumina as a solid-base catalyst. *Applied Catalysis A: General, 300*, 67-74.

การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

วิชญา อิ่มกระจ่าง* และนิภาวรรณ จันทะคุณ

Chemical Management Development of Environmental Engineering Laboratory

Mrs.Witchaya Imkrajang* and Miss Nipawan Chuntakun

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Cevil Engineering Department, Faculty of Engineering, Naresuan University, Thapho sub-district, Muang Phitsanulok, Phitsanulok Province, 65000

*Corresponding author. E-mail : witchayai@hotmail.com

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน การวิจัย และการให้บริการแก่ชุมชนทางด้านการบริการทางวิชาการ โดยการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวมีการใช้ห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี ซึ่งมีความเสี่ยงและอาจเกิดอันตรายจากการปฏิบัติงานได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัย ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของมาตราการการรักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จึงดำเนินการนำระบบมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL) ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจประเมินเพื่อพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการให้มีมากยิ่งขึ้น โดยแบบประเมิน ESPReL Checklist ของ วช. ประกอบไปด้วย 7 องค์ประกอบหลัก คือ 1) การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย 2) ระบบการจัดการสารเคมี 3) ระบบการจัดการของเสีย 4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ 5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย 6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร ซึ่งองค์ประกอบที่คณะผู้วิจัย เล็งเห็นความสำคัญและดำเนินการปรับปรุงในอันดับแรก ได้แก่ องค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี โดยใช้แบบประเมิน ESPReL Checklist ของ วช. มาใช้ในกระประเมินตนเองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ซึ่งจากผลการประเมินตนเองพบว่า ในการประเมินตนเองก่อนปรับปรุงได้คะแนนรวมร้อยละ 58.49 และผลการประเมินตนเองหลังปรับปรุงได้คะแนนร้อยละ 68.70 พบว่าห้องปฏิบัติการมีการพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 10.21 สรุปได้ว่าห้องปฏิบัติการมีการพัฒนาระบบการจัดการสารเคมี อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมยังคงต้องได้รับการพัฒนาต่อไป เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยที่ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม การจัดการสารเคมี , ESPReL Checklist

Abstract

The environmental engineering laboratory of Engineering Faculty, were served for batchelor and graduate student, academic researcher and Civil Testing Centre. Therefore the safety issue should be seriously concerened. This project realize about safty procedure of Laboratory and follow the ESPReL Checklist of the National Research Council of Thailand (NRCT). The checklist consists of 7 elements as 1)administrative of safety management system, 2)chemical management system, 3) waste management system, 4)the structure of laboratory equipment and tools, 5)risk safety assessment management, 6) providing and training basic knowledge laboratory safety and 7) the information and documents management. Which guiding the laboratory staffs to understand the status of safety in the laboratory. Then, this lab was focus to develope no. 2) chemical management system by the ESPReL Checklist. The ESPReL Checklist were use to evaluate the safty of environmental engineering laboratory for 2 times as before and after development. The results showed that the score of before and after development were 58.49 % and 68.70 % , respectively. Thus, the score of laboratory was increase 10.21 % , respectively. It can be concluded that environmental engineering laboratory was develop in the right way. However this laboratory will still requires the develop until become the complete safty laboratory.

Keywords: Environmental engineering Laboratory, Chemical Management , ESPReL Checklist

บทนำ

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นห้องปฏิบัติการที่มีการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และให้บริการแก่ชุมชนทางด้านการบริการทางวิชาการ ซึ่งการจัดการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวมีการใช้ห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ สารเคมีและวัตถุอันตราย มีความเสี่ยงอันตรายที่อาจเกิดจากกิจกรรมในห้องได้ ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้กำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนให้มีการดำเนินการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการการวิจัยอย่างเป็นระบบ ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ได้มีการกำหนดแนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 ด้าน คือ ได้แก่ 1) การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย 2) ระบบการจัดการสารเคมี 3) ระบบการจัดการของเสีย 4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ 5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย 6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร

จากการประเมินห้องปฏิบัติการของคณะกรรมการด้านมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 ในเบื้องต้นพบว่า ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมควรมีการปรับปรุงในทุกองค์ประกอบ เพื่อให้มีคุณภาพเทียบเคียงกับมาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้กำหนดไว้ ซึ่งทางห้องปฏิบัติการมีความประสงค์ที่จะพัฒนาองค์ประกอบทุกด้านให้เป็นไปตามมาตรฐานฯ แต่จากข้อจำกัดทางด้านงบประมาณจึงเลือกปรับปรุงองค์ประกอบที่ 2 คือ ระบบการจัดการสารเคมี

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ 2 คือ ระบบการจัดการสารเคมี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมตามแนวทางของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่บุคลากรและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี คณะผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

ความหมายของความปลอดภัย

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายใด ๆ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายหรือการรู้จักวิธีการ มีทักษะและเทคนิคในการหลีกเลี่ยงเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ โดยการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น จากการทดลองในห้องปฏิบัติการทางเคมีด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2558) ได้ชี้ให้เห็นว่าความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของความปลอดภัย 7 องค์ประกอบที่เชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน (รูปที่ 1) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีส่วนสำคัญในการทำให้เกิดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1) การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย
2) ระบบการจัดการสารเคมี
3) ระบบการจัดการของเสีย
4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ
5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย
6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร

รูปที่ 1 องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการปลอดภัย

ที่มา : คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2558).

ระบบการจัดการสารเคมี

สารเคมีเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่สุดของห้องปฏิบัติการ เพราะห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเป็นจำนวนมากและความเสี่ยงที่จะเกิดภัยอันตราย มาจากความเป็นอันตรายและพิษ ตามสมบัติและปริมาณของสารที่ได้รับการจัดการสารเคมีที่ดี คือ ต้องมีการควบคุมดูแลให้มีสารเคมีเท่าที่จำเป็น จัดเก็บอย่างเหมาะสมเคลื่อนย้ายอย่างปลอดภัย และใช้อย่างระมัดระวัง ซึ่งจะจัดการทั้งระบบได้ต้องทราบว่า ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีอะไรบ้างและมีความเป็นอันตรายอย่างไร เพราะสารเคมีที่มีอยู่ทั้งหมด อาจเป็นสารที่ห้ามเก็บไว้ด้วยกัน (incompatibility) บางอย่างอาจต้องมีภาชนะรองรับหรือเก็บในตู้พิเศษ บัญชีข้อมูลสารเคมีของห้องปฏิบัติการจึงเป็นหัวใจของการจัดการสารเคมีทั้งระบบ ตั้งแต่การจัดหามาใช้ เตรียมพื้นที่ จัดเก็บ และติดตามตรวจสอบการเบิกจ่าย ซึ่งอำนวยประโยชน์แก่การควบคุมกำกับดูแลสารเคมีเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเป็นอย่างยิ่งการจัดการสารเคมี ต้องมีระบบการจัดการอย่างครบวงจรโดยมีการจัดการด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) การจัดการข้อมูลสารเคมี และเชื่อมโยงกับเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

2) การจัดเก็บสารเคมี

3) การสำรวจและคัดออกสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่หมดอายุและเลิกใช้แล้ว

4) การเคลื่อนย้ายสารเคมี

5) การจัดการของเสีย

6) การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการ

การจัดเก็บสารเคมี ต้องคำนึงถึงลักษณะของความเป็นอันตราย และสมบัติที่เข้ากันได้และไม่ได้ของสารเคมีต่าง ๆที่จัดเก็บ ก่อนจัดเก็บจึงต้องศึกษาจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีและฉลาก เพื่อจัดเตรียมสถานที่และภาชนะรองรับที่เหมาะสม (ในกรณีที่จำเป็น) สำหรับการจำแนกความเป็นอันตรายของสารเคมีนั้น ปัจจุบันระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonised System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS)

ระบบการจัดการสารเคมี ตามที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กำหนดไว้คือ การมีระบบการจัดการสารเคมีที่ดีภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายสารเคมี และการจัดการสารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว ที่สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของข้อมูลสารเคมี และควบคุมความเสี่ยงของอันตรายจากสารเคมี

ระบบการจัดการสารเคมี ตามที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประกอบด้วย

1. การจัดการข้อมูลสารเคมี

1.1 ระบบบันทึกข้อมูล

1.2 สารบบสารเคมี

1.3 การจัดการสารที่ไม่ได้ใช่แล้ว

1.4 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ

2. การจัดเก็บสารเคมี

2.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการจัดเก็บสารเคมี

2.2 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ

2.3 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน

2.4 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการจัดเก็บแก๊ส

2.5 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์

2.6 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา

2.7 ข้อกำหนดเกี่ยวกับภาชนะบรรจุภัณฑ์และฉลากสารเคมี

2.8 เอกสารข้อมูลความปลอดภัย

3. การเคลื่อนย้ายสารเคมี

3.1 การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ

3.2 การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายนอกห้องปฏิบัติการ

ข้อกำหนดทั่วไปของการจัดเก็บสารเคมี ระดับห้องปฏิบัติการ

1) จัดเก็บสารเคมีเป็นกลุ่มตามประเภทของสารเคมี หรือตามคำแนะนำใน SDS ของสารนั้น ๆ

2) ชั้นวางสารเคมีต้องอยู่ในสภาพดี คือ แข็งแรง ไม่ผุหรือเป็นสนิม ไม่โค้งงอ และมีขอบกั้น

3) ตู้เก็บสารเคมีที่วางอยู่ในพื้นที่ส่วนกลาง ต้องมีการระบุชื่อเจ้าของหรือผู้ดูแล พร้อมทั้งติดสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีในตู้ (ถ้าเป็นไปได้ให้แสดงชื่อสารเคมีที่อยู่ภายในตู้ด้วย)

4) สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการต้องมีตำแหน่งการเก็บที่แน่นอน

5) บริเวณที่เก็บสารเคมีที่เป็นพิษต้องมีป้ายแสดงอย่างชัดเจน

6) สารเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูงต้องเก็บในตู้ที่มีกุญแจล็อค

7) ห้ามเก็บสารเคมีไว้ในตู้ควันอย่างถาวร

8) การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก ภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล

9) ห้องปฏิบัติการควรกำหนดเงื่อนไขการวางขวดสารเคมีที่ทิ้งหรือโต๊ะการทดลอง เช่น จำกัดประเภท ปริมาณและเวลา เพื่อความเป็นระเบียบและปลอดภัย เช่น ห้ามวางขวดสารเคมีไว้บนโต๊ะปฏิบัติการ นานกว่า 1 วัน หากเป็นของเหลวต้องมีปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร ยกเว้น ขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น stock solution

10) ห้ามวางสารเคมี (รวมถึงถังแก๊ส) บริเวณระเบียงทางเดิน

11) ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย

12) ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

บุญรอด พุ่มพุฒิ (2546) ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม ด้านเครื่องมือ เครื่องจักรอุปกรณ์และเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่เรียนสาขาวิชาต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 263 คน พบว่า ความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ในด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม และด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ อยู่ในระดับปานกลาง การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนักศึกษา ที่เรียนสาขาวิชาต่างกัน พบว่า นักศึกษาที่เรียนสาขาวิชาต่างกันบางสาขาวิชามีความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ทั้งด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม และด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วัชรินทร์ เอี่ยมสำราญ (2547) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการย้อมและพฤติกรรมการทำงานในห้องปฏิบัติการย้อมของพนักงานโรงงานย้อมผ้าในจังหวัดสมุทรสาคร โดยกลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานแผนกห้องปฏิบัติการย้อมโรงงานย้อมผ้าในจังหวัดสมุทรสาคร ในปี พ.ศ.2547 จำนวน 142 คน จาก 9 โรงงาน โดยศึกษาความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการย้อม ในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ผลการวิจัยพบว่า พนักงานฯ มีความรู้และมีพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง พนักงานฯ ที่มีอายุการทำงานต่างกัน มีความรู้และพฤติกรรมแตกต่างกัน

จากการประเมินห้องปฏิบัติการของคณะกรรมการด้านมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 ในเบื้องต้นพบว่าห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมควรมีการปรับปรุงในทุกองค์ประกอบ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ให้มีคุณภาพเทียบเคียงกับมาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้กำหนดไว้นั้น

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือ

ESPReL Checklist พัฒนาโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2 พ.ศ. 2558 จำนวน 162 ข้อ สำหรับการตรวจประเมิน ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย 2) ระบบการจัดการสารเคมี 3) ระบบการจัดการของเสีย 4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ 5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย 6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร ในงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยนำ ESPReL Checklist ขององค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี จำนวน 56 ข้อ โดยมี 3 หัวข้อหลัก คือ การจัดการข้อมูลสารเคมี การจัดเก็บสารเคมี และการเคลื่อนย้ายสารเคมี มาใช้ในการประเมินตนเองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

วิธีการ

คณะผู้วิจัย มีความประสงค์จะพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จึงทำการพัฒนาและปรับปรุงห้องปฏิบัติการในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี และทางห้องปฏิบัติการทำการประเมินผลตาม ESPReL Checklist ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงด้วยตนเอง โดยมีรายละเอียดการดำเนินการพัฒนาปรับปรุงดังนี้

ระบบการจัดการสารเคมี ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จัดทำสารบบสารเคมีโดยนำโปรแกรม Chemical Inventory หรือ ChemInvent เข้ามาช่วยในจัดการระบบสารเคมี และมีเอกสารข้อมูลความปลอดภัย Safety Data Sheet (SDS) ประจำในที่ที่เก็บสารเคมี มีระบบการเคลื่อนย้ายสารเคมี (Chemical transportation) ที่ถูกต้องโดยใช้รถเข็นมีแนวกั้นกันขวดสารเคมีล้ม เคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ ในภาชนะรองรับที่แยกกัน

ดำเนินการประเมินผล ESPReL Checklist ด้วยตนเองครั้งที่ 1(ก่อนปรับปรุง) ในเดือนพฤษภาคม 2562 หลังจากนั้นได้ดำเนินการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขและหลังจากนั้นได้ดำเนินการประเมินผล ESPReL Checklist ด้วยตนเองครั้งที่ 2 (หลังการปรับปรุง) ในเดือนมิถุนายน 2562

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการประเมินมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยใช้ ESPReL Checklist ในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ก่อนและหลังการปรับปรุงของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร แสดงรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมินก่อนทำการปรับปรุง

ผลการประเมิน ESPReL Checklist ในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ของห้องปฏิบัติการก่อนทำการปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าองค์ประกอบด้านระบบการจัดการสารเคมี มีการบันทึกข้อมูลในรูปแบบเอกสารและอิเล็กทรอนิกส์ แต่โครงสร้างข้อมูลสารเคมียังไม่ครบถ้วน เช่น ประเภทความเป็นอันตราย และวันที่เปิดใช้สารเคมี และการจัดเก็บสารเคมีเป็นการจัดเก็บโดยแยกชนิดของแข็งและของเหลว โดยสารเคมีประเภทของแข็งได้จัดเรียงตามตัวอักษรภาษาอังกฤษและสารเคมีประเภทของเหลวได้จัดเรียงโดยแยกความเป็นกรด-ด่าง ในส่วนของการเคลื่อนย้ายสารเคมี ยังขาดวัสดุกันกระแทก เป็นต้น จึงได้คะแนนรวม 58.49 % โดยแยกตามหัวข้อย่อย ได้ดังนี้ การจัดการข้อมูลสารเคมี ได้คะแนน 39.00 % การจัดเก็บสารเคมี ได้คะแนน 68.80 % การเคลื่อนย้ายสารเคมี ได้คะแนน 76.50 %

รูปที่ 2 ชั้นวางสารเคมีของเหลว ก่อนการปรับปรุง

ผลการประเมินหลังทำการปรับปรุง

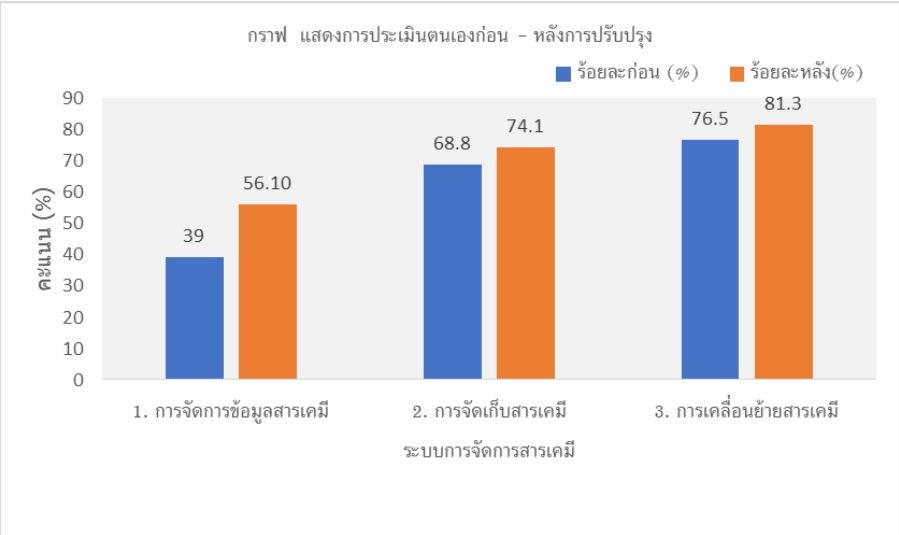
ผลการประเมิน ESPReL Checklist ในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ของห้องปฏิบัติการหลังทำการปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 3 พบว่าองค์ประกอบด้านระบบการจัดการสารเคมี ได้คะแนนรวม 68.70 % โดยแบ่งตามหัวข้อย่อย ในแต่ละหัวข้อ ดังนี้ การจัดการข้อมูลสารเคมี โดยห้องปฏิบัติการได้จัดทำสารบบสารเคมีโดยนำโปรแกรม Chemical Inventory หรือ ChemInvent เข้ามาช่วยในจัดการระบบสารเคมี และมีเอกสารข้อมูลความปลอดภัย Safety Data Sheet (SDS) ประจำในที่ที่เก็บสารเคมี ได้คะแนนเพิ่มเป็น 56.10 % การจัดเก็บสารเคมี ดำเนินการติดป้ายแสดงการจำแนกวัตถุอันตรายตามระบบ UN (United Nations)รายการสารเคมีและผู้รับผิดชอบแสดงที่หน้าจัดจัดเก็บสารเคมี ได้คะแนนเพิ่มเป็น 74.10 % การเคลื่อนย้ายสารเคมี ห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการจัดเตรียมวัสดุกันกระแทกและวัสดุดูดซับสารเคมี ขณะทำการเคลื่อนย้ายสารเคมี ได้คะแนนเพิ่มเป็น 81.30 %

รูปที่ 3 ชั้นวางสารเคมีของเหลว หลังการปรับปรุง

ผลการประเมิน ESPReL Checklist ในองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ของห้องปฏิบัติการทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ได้แสดงเปรียบเทียบในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 แล้วพบว่า คะแนนที่ได้ภายหลังการปรับปรุงสูงกว่าคะแนนก่อนปรับปรุง คิดเป็น 10.21 %

ตารางที่ 1 คะแนนที่ได้จากการประเมินด้วยโปรแกรม ESPReL Checklist องค์ประกอบที่ 2 ก่อนและหลังการปรับปรุง

องค์ประกอบ ระบบการจัดการสารเคมี		ร้อยละที่ได้ (%)		ผลต่าง
		ก่อน	หลัง	
1	การจัดการข้อมูลสารเคมี	39.00	56.10	17.10
2	การจัดเก็บสารเคมี	68.80	74.10	5.30
3	การเคลื่อนย้ายสารเคมี	76.50	81.30	4.80
	รวมร้อยละ	**58.49**	**68.70**	**10.21**



รูปที่ 4 ผลการประเมินตนเองก่อน – หลัง การปรับปรุง

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการตรวจประเมินตนเองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมมีแนวโน้มในการพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยหัวข้อที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การจัดการข้อมูลสารเคมี มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นจากเดิม 17.10 % โดยคะแนนที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากการที่ห้องปฏิบัติการได้จัดทำสารบบสารเคมีโดยนำโปรแกรม Chemical Inventory หรือ ChemInvent เข้ามาช่วยในจัดการระบบสารเคมี และมีเอกสารข้อมูลความปลอดภัย Safety Data Sheet (SDS) ประจำในที่ที่เก็บสารเคมี รองลงมาได้แก่ การจัดเก็บสารเคมีและการเคลื่อนย้ายสารเคมี คิดเป็นคะแนนเพิ่มขึ้น 5.30 และ4.80 ตามลำดับ ผลที่ได้จากการประเมินคะแนนในงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีของห้องปฏิบัติการ และเป็นแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีโดยแยกประเภทความเป็นอันตราย ให้กับหน่วยวิจัยอื่น ๆ ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีการพัฒนาองค์ประกอบที่ 2 ระบบการจัดการสารเคมี ในด้านการจัดการข้อมูลสารเคมี การจัดเก็บสารเคมี และการเคลื่อนย้ายสารเคมี มีคะแนนรวม 68.70 % และมีการพัฒนาเพิ่มขึ้น 10.21 % อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ยังคงต้องได้รับการพัฒนาในทุกองค์ประกอบเพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีมาตรฐานความปลอดภัยที่ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย (วิจัยสถาบัน)ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะกรรมการด้านมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะกรรมการด้านความปลอดภัยภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณาจารย์กลุ่มสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ในการร่วมมือสนับสนุนการพัฒนาด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2552). คู่มือการจัดแยกและจัดเก็บสารเคมี.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเก้าธนบุรี. (2547). คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีและจุลชีพ ศูนย์การจัดการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH).

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2558). คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (Lab Safety Inspection Manual, Second Edition). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญรอด พุ่มพุฒิ. (2546). การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม ด้านเครื่องมือ เครื่องจักรอุปกรณ์และเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่เรียนสาขาวิชาต่างกัน.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุคส์พับลิเคชั่นส์.

วัชรินทร์ เอี่ยมสำราญ. (2547). การศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการย้อมและพฤติกรรมการทำงานในห้องปฏิบัติการย้อมของพนักงานโรงงานย้อมผ้าในจังหวัดสมุทรสาคร.

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2559). คู่มือการใช้งานโปรแกรมการจัดการสารเคมี (ChemInvent 2015): สำหรับผู้ใช้งาน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อ

ณัฐติรัตน์ วังครี[1] วีระ นาคผู้[1] เชาวลิต พึ่งแตง[1] พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[1] ปฏิพันธ์ นันทขว้าง
และ กีรติ ตันเรือน[2]*

In vitro culture of Artemisia vulgaris Linn.

Nattirat Wangkeeree[1], Weera Nakphu[1], Chaowalit phungtang[1], Pisit Poolprasert[1],
Patipan Nandakwang[2] and Keerati Tanruean[2]*

[1/] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1/] Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand
[2/] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2/] Biotechnology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand
*Corresponding author: E-mail: keerati.t@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้สมุนไพรได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น การขยายพันธุ์พืชด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนของสมุนไพรให้เพียงพอต่อความต้องการ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพา โดยนำส่วนของตาข้างของโกฐจุฬาลัมพามาฟอกฆ่าเชื้อในสารละลายคลอร็อกซ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ (1) 15 %, 15 นาที และ 5%, 5 นาที (2) 10 %, 15 นาที และ 5%, 5 นาที (3) 5 %, 15 นาทีและ 5%, 5 นาที จากนั้นนำชิ้นส่วนปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS จากการทดลองพบว่าการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารคลอร็อกซ์ที่ 10 %, 15 นาที และ 5%, 5 นาที มีการรอดชีวิตสูงที่สุด (40%) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด ได้แก่ BA (0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 พีพีเอ็ม) และ NAA (0.0, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 พีพีเอ็ม) ต่อการเจริญของเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาและพบว่าอาหาร MS ที่เติม BA ทำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ($p<0.05$) ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอด 2.57-2.73 ยอด จาก 1 ยอด เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ขณะที่การใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 0.1 , 0.25 ,0.5, 0.75 พีพีเอ็ม ทำให้โกฐจุฬาลัมพาเกิดจำนวนรากเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ($p<0.05$) โดยมีจำนวนราก 2.03-2.23 รากต่อ 1 ยอด เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มจำนวนโกฐจุฬาลัมพาเพื่อใช้ในเชิงการค้าต่อไป

คำสำคัญ: โกฐจุฬาลัมพา, การเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การชักนำให้เกิดยอด, การเกิดราก

Abstract

The use of herbal plants has increased tremendously in recent years. In vitro plant tissue culture become an effective approach for commercial scale plant manipulation. The objective of this study was to propagate the common mugwort, *Artermisia vulgaris* Linn. using in vitro culture technique. The axillary buds of this plant were surface sterilized with different concentrations of Clorox reagent at (1) 15 %, 15 min and 5%, 5 min (2) 10 %, 15 min and 5%, 5 min (3) 5 %, 15 min and 5%, 5 min. Sterilized explants were then cultured on MS medium for 30 days. The results showed that the most suitable sterilized condition was 10%, 15 min followed by 5%, 5 min (40% survival). Besides, the effect of BA (0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 ppm) and NAA (0.00, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ppm) on growth of plant tissue was also studied and investigated. It was found that MS medium supplemented with BA could induce new shoots over MS medium ($p<0.05$), in which 2.57-2.73 shoots could be propagated from a single shoot after 30 days of cultures whereas the MS medium supplemented with NAA (0.1, 0.25, 0.5, 0.75 ppm) could generate 2.03-2.23 roots per shoot over MS medium ($p<0.05$) after culture for 30 days. The results from this study are likely to be applied as guidelines for further commercialized mass propagation of *A. vulgaris*.

Keywords: *Artermisia vulgaris*, in vitro culture, shoot induction, rooting

บทนำ

ปัจจุบันความนิยมในการใช้สมุนไพรเพิ่มสูงขึ้นแต่ในการพัฒนาหรือนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมยังมีข้อจำกัด เนื่องจากขาดการควบคุมคุณภาพ รวมถึงปริมาณที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชภายใต้สภาวะปลอดเชื้อโดยเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังมีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต รวมทั้งควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ แสงและความชื้นเพื่อให้ได้ต้นพืชที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีวัตถุประสงค์เพื่อการขยายพันธุ์พืชที่มีลักษณะดีปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งยังสามารถรักษาลักษณะเด่นของพันธุ์พืชที่ทำการเพาะเลี้ยงเอาไว้ได้ นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชยังใช้ในการผลิตสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่เป็นประโยชน์ทางยาและยังสามารถช่วยในการคัดเลือกพืชที่มีสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้โดยการเลี้ยงเซลล์พืชในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ทนต่อสภาวะนั้น ๆ แล้วนำไปเพิ่มจำนวนต่อไปมาช่วยเพื่อการขยายพันธุ์ให้ได้ปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดและควบคุมสายพันธุ์เพื่อให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการรวมถึงสามารถควบคุมคุณภาพของพืชได้ โกฐจุฬาลัมพา (*Artemisia vulgaris* Linn) พืชในวงศ์ Asteraceae มีเขตการกระจายพันธุ์ทวีป ยุโรป เอเชีย และอเมริกาเหนือ เป็นสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ในการรักษาไข้หัด สุกใส เป็นต้น แก้ช้ำใน ใบใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ ขับปัสสาวะ ขับเหงื่อ ทำให้ประจำเดือนมาปกติ เป็นยาถ่ายน้ำเหลืองเสีย ถ่ายพยาธิ แก้ท้องร่วง ไขข้ออักเสบ อาเจียน เป็นยาบำรุง ระงับอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ บำรุงมดลูก ทำให้ประจำเดือนมาปกติ ระงับอาการปวดท้องและอาการเจ็บท้องคลอดบุตร ใช้ภายนอก เป็นยาพอกแก้ปวดศีรษะ รักษาบาดแผลเรื้อรัง แก้กลากเกลื้อน นอกจากนี้ Kaewprem (2011) ได้รายงานถึงฤทธิ์ต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดและฤทธิ์สลายลิ่มเลือดของสารสกัดโกฐจุฬาลัมพาและพบว่าโกฐจุฬาลัมพามีศักยภาพที่จะใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคหลอดเลือดที่เกี่ยวข้องกับเกล็ดเลือดได้ ถึงแม้ว่าโกฐจุฬาลัมพายังเป็นพืชที่ได้รับความนิยมในการมาผลิตเป็นยา แต่การเพาะปลูกในไทยยังมีน้อย ส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา และวิจัยโดยวิธีที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน โดยเฉพาะในต่างประเทศ คือ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Borzabad et al, 2010; Hailu et al., 2013; Sharafi et al., 2014; Dangash et al., 2015) อย่างไรก็ตาม การรายงานถึงการขยายพันธุ์โกฐจุฬาลัมพาด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในประเทศไทยยังมีน้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาการขยายพันธุ์พืชสมุนไพรโกฐจุฬาลัมพาด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชโดยศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฟอกฆ่าเชื้อและอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของเนื้อเยื่อ โกฐจุฬาลัมพา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อตาข้างโกฐจุฬาลัมพา

นำชิ้นส่วนตาข้างของโกศจุฬาลัมพาจากต้นที่เพาะปลูกในโรงเรือนอายุ 3 เดือน มาฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที และจากนั้นแต่ละความเข้มข้นฟอกด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ตัดเนื้อเยื่อตาข้างให้ได้ขนาด 1 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) นำหลอดทดลองเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาวางไว้ในห้องปลอดเชื้อ ที่ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ให้แสง 12 ชั่วโมง ต่อวัน อุณหภูมิห้องเพาะเลี้ยง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

การศึกษาผลของ BA ที่มีต่อการเกิดยอดของต้นโกฐจุฬาลัมพา

นำชิ้นส่วนตาข้างของโกฐจุฬาลัมพาที่ปราศจากการปนเปื้อนที่มีขนาด ประมาณ 1 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 0.00, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พีพีเอ็ม นำหลอดทดลองเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาวางไว้ในห้องปลอดเชื้อ ที่ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ให้แสง 12 ชั่วโมง ต่อวัน อุณหภูมิห้องเพาะเลี้ยง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วันบันทึกการเพิ่มจำนวนยอด จำนวนใบ ความยาวของยอด และ การเกิดรากของโกฐจุฬาลัมพา

การศึกษาผลของ NAA ที่มีต่อการเกิดยอดของต้นโกฐจุฬาลัมพา

นำชิ้นส่วนตาข้างของโกฐจุฬาลัมพาที่ปราศจากการปนเปื้อนที่มีขนาด ประมาณ 1 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAAเข้มข้น 0.00, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 พีพีเอ็ม นำหลอดทดลองเนื้อเยื่อ โกฐจุฬาลัมพาวางไว้ในห้องปลอดเชื้อ ที่ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ให้แสง 12 ชั่วโมง ต่อวัน ให้แสง 16 ชั่วโมง ต่อวัน อุณหภูมิห้องเพาะเลี้ยง 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วันบันทึกการเพิ่มจำนวนยอด จำนวนใบ ความยาวของยอด และ การเกิดรากของโกฐจุฬาลัมพา

ผลการศึกษา

การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อตาข้างโกฐจุฬาลัมพา

จากการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนตาข้างโกฐจุฬาลัมพาด้วยสารละลายคลอร็อกซ์เป็นเวลา 30 วัน ได้ผลดังตารางที่ 1 การฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 15 นาที ตามด้วย 5 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 5 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงที่สุด 40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สารละลายคลอร็อกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 15 นาที ตามด้วย 5 เปอร์เซ็นต์มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด 43 เปอร์เซ็นต์ แต่พบเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด 27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 15 นาที และ 5 นาที พบการปนเปื้อนสูงที่สุด 63 เปอร์เซ็นต์ และมีการรอดชีวิตน้อยที่สุดเพียง 27 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ผลการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนตาข้างของโกฐจุฬาลัมพาโดยใช้คลอร็อกซ์ ความเข้มข้นต่าง ๆ

คลอร็อกซ์ (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลา (นาที)	การปนเปื้อน (เปอร์เซ็นต์)	การตาย (เปอร์เซ็นต์)	การรอดชีวิต (เปอร์เซ็นต์)
5 และ 5	15 และ 5	63	10	27
10 และ 5	15 และ 5	50	10	40
15 และ 5	15 และ 5	43	27	30

ก. ข. ค.

รูปที่ 1 การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อตาข้างโกฐจุฬาลัมพา(ก.)ความเข้มข้นคลอร็อกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ , 15 นาที และ 5 เปอร์เซ็นต์ (ข.)ความเข้มข้นคลอร็อกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ (ค.) ความเข้มข้นคลอร็อกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาผลของ BA ต่อการเกิดยอด ใบ ราก และความสูงของต้นโกฐจุฬาลัมพา

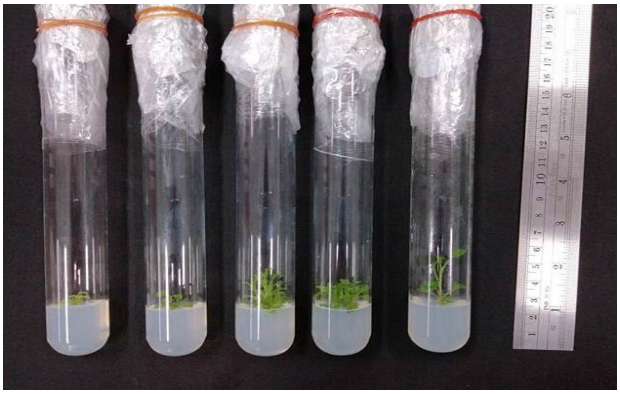
การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างของโกฐจุฬาที่ปลอดเชื้อบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 0.00, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 30 วัน พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 1 พีพีเอ็ม มีจำนวนยอดเฉลี่ยได้สูงที่สุด 2.73±0.23 ยอด ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับความเข้มข้น 0.50, 1.50 และ 2.00 พีพีเอ็ม ที่สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยได้ 2.67±0.67, 2.57±0.35 และ2.57±0.35 ยอด ตามลำดับ ($p < 0.05$) แต่การ

ใช้ BA (0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พีพีเอ็ม) ไม่สามารถชักนำให้เกิดรากได้ มีจำนวนยอดเฉลี่ยได้ต่ำที่สุด 1.35± 0.15 ยอด แต่พบจำนวนใบเฉลี่ย จำนวนรากเฉลี่ย และความยาวยอดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7.52±1.06 ใบ 1.27±0.64 ราก และ 3.24±0.47 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลของ **BA** ต่อการชักนำให้เกิดยอด ใบ ราก และความยาวยอดของตาข้างต้นโกฐจุฬาลัมพาหลังการเพาะเลี้ยงนาน 30 วัน

BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก)	ความยาวยอดเฉลี่ย (เซนติเมตร)
0	1.35± 0.15[b]	7.52±1.06[a]	1.27±0.64[a]	3.24±0.47[a]
0.5	2.67±0.67[a]	6.50±0.10[ab]	0.00±0.00[b]	1.13±0.16[b]
1	2.73±0.23[a]	5.73±0.57[bc]	0.00±0.00[b]	0.96±0.12[b]
1.5	2.57±0.35[a]	5.80±0.46[bc]	0.00±0.00[b]	1.05±0.39[b]
2	2.57±0.58[a]	5.17±0.42[c]	0.00±0.00[b]	0.78±0.17[b]

ค่าตัวเลขเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ โดยวิธี Duncan Multiple Test



รูปที่ 2 การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างโกฐจุฬาลัมพาบนอาหารสูตร MS ที่เติม **BA** ความเข้มข้นต่าง ๆ

การศึกษาผลของ NAA ต่อการเกิดยอด ใบ ราก และความสูงของต้นโกฐจุฬาลัมพา

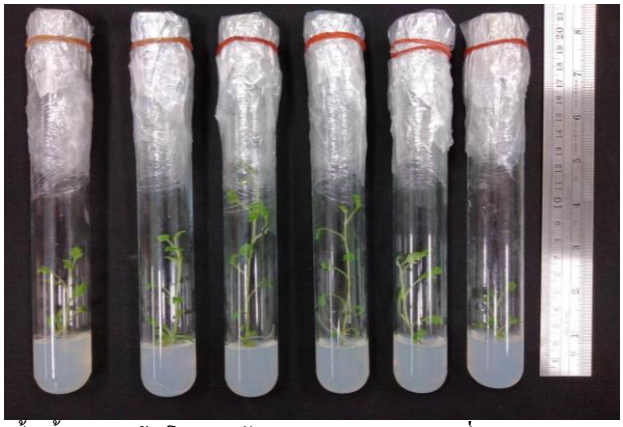
การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างของโกฐจุฬาลัมที่ปลอดเชื้อบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA เข้มข้น 0.00, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 30 วัน พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม NAA ที่ความเข้มข้น 0.10, 0.25, 0.50 และ0.75 พีพีเอ็ม พบจำนวนรากเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ($p <0.05$) โดยมีจำนวนรากเฉลี่ย 2.17±0.25, 2.13±0.32, 2.23±0.57, 2.03±0.40 ราก ตามลำดับ ขณะที่การใช้ NAA ความเข้มข้น 1.00 พีพีเอ็ม มีจำนวนรากเฉลี่ยลดลง 0.97±0.35 นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนใบเฉลี่ย และความยาวยอดเฉลี่ยเข้มข้น 0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p <0.05$)

ตารางที่ 3 ผลของ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เติมลงในสูตรอาหาร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอด ใบ ราก และความ ยาวยอดของตาข้างต้นโกฐจุฬาลัมพาหลังการเพาะเลี้ยงนาน 30 วัน

NAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก)	ความยาวยอดเฉลี่ย (เซนติเมตร)
0	1.35± 0.15[ns]	7.52±1.06[ns]	1.27±0.64[bc]	3.24±0.47[ns]
0.1	1.13±0.12	7.20±1.40	2.17±0.25[a]	3.89±1.23
0.25	1.07±0.38	6.90±0.82	2.13±0.32[a]	3.83±0.96
0.5	1.30±0.10	7.73±0.40	2.23±0.57[a]	4.00±1.37
0.75	1.43±0.12	7.37±0.95	2.03±0.40[a]	3.74±0.80
1	1.40±0.20	6.77±0.86	0.97±0.35[c]	2.59±0.55

*ค่าตัวเลขเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ โดยวิธี Duncan Multiple Test

**ns = no significantly different



รูปที่ 3 การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างโกฐจุฬาลัมพาบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ

อภิปรายผลการศึกษา

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างโกฐจุฬาลัมพาที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที และความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนต่ำที่สุด แต่มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุด เนื่องจากมีการตายของเนื้อเยื่อ ส่วนการใช้คลอร็อกซ์เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ 15 และ 5 นาที มีการปนเปื้อนสูงสุด อย่างไรก็ตามแม้จะมีการรอดชีวิตที่ต่ำ แต่ชิ้นส่วนที่รอดชีวิตมีลักษณะยอดที่สมบูรณ์ ขณะการใช้ที่คลอร็อกซ์เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 15 นาที ตามด้วยคลอร็อกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การรอดสูงที่สุด ซึ่งผลของการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ของชิ้นส่วนตาข้างโกฐจุฬาลัมพาสอดคล้องกับงานวิจัยของ U-kong et al. (2011) รายงานว่าการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนใบอ่อนกุหลาบหินโดยใช้คลอร็อกซ์ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 20 และ 25 นาที สามารถฆ่าเชื้อได้ดีแต่ให้เปอร์เซ็นต์ การรอดชีวิตต่ำ แต่การใช้ความเข้มข้น 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ให้การรอดชีวิตสูงกว่า นอกจากนี้ Buddharaksa et al. (2011) รายงานว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายคลอร็อกซ์ที่สูง ในการฟอกฆ่าเชื้อจะทำให้เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนลดลงแต่จะทำให้การรอดชีวิตต่ำลงด้วยโดยการใช้คลอร็อกซ์ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ยอดอ่อนผักหวานบ้านถูกทำลายทำให้ซีดและช้ำตาย

การเลี้ยงเพาะเนื้อเยื่อตาข้างโกฐจุฬาลัมพาบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA ทุกความเข้มข้นพบว่ามีผลทำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ($p<0.05$) ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดได้ดีที่สุดคือที่ความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม มีจำนวนยอดเฉลี่ยได้สูงที่สุด 2.57-2.73 แต่ไม่สามารถชักนำให้เกิดราก ส่วนตัวควบคุมมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.24±0.47 และสามารถชักนำให้เกิดรากได้ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tibkwang et al (2018) ศึกษาการชักนำชิ้นส่วนข้อของกุหลาบหนูให้เกิดยอดในสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA TDZ หรือ KN สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนข้อของกุหลาบหนูสร้างยอดได้

จากการศึกษาผลของ NAA ต่อการเจริญเติบโตของตาข้างโกฐจุฬาลัมพาพบว่าอาหารสูตรที่เติม NAA ทุกความเข้มข้นสามารถในการชักนำให้เกิดรากได้ดีที่ความเข้มข้น 0.1, 0.25, 0.5 และ 0.75 พีพีเอ็ม มีผลทำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ($p<0.05$) เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ U-kong et al. (2011) ศึกษาผลของออกซินต่อการชักนำให้เกิดรากจากต้นกุหลาบหิน พบว่า NAA ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มในการชักนำให้เกิดรากได้ดีรวมทั้งอาหารสูตรควบคุมที่ไม่เติมฮอร์โมน NAA ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มในการชักนให้เกิดรากได้ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อความเข้มข้นของ NAA สูงเกินไปจะทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างราก ทั้งนี้จากผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลในการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนโกฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อให้สามารถพร้อมย้ายปลูกได้

สรุปผลการศึกษา

ความเข้มข้นของคลอร็อกซ์ที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อ เมื่อการขยายพันธุ์พืชสมุนไพรโกฐจุฬาลัมพาด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การใช้ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 15 นาที ตามด้วย 5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งจะทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงที่สุด และอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของเนื้อเยื่อโกฐจุฬาลัมพาบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA และ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.1 พีพีเอ็มสามารถชักนำให้เกิดยอด และรากสูงที่สุดตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก สำหรับการเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Borzabad R.K., Sudarshana M.S., andNiranjan M.H. (2010). In vitro Plant Regeneration from Leaf Explants of Artemisia vulgaris L. – A Medicinal Herb. Journal of Moderm Applied science, 4(9),130-134.

Buddharaksa P. and U-Kong W., (2011). Conservation and propagation Taminadia uliginosa Retz. and Sauropus androgynus (L.) Merr. by technique of in vitro culture. Naresuan University Journal 2011; 19(3), 1-7.

Dangash A., Ram M., Niranjan R., Bharillya A., Misra H., Pandya N., andJain D.C. (2015). In vitro Selection and Hormonal Regulation in Cell Culture of Artemisia annua L.Plant, Journal of JSM Cell Culture Developmental Biology, 3(1), 1013.

Hailu T., Abera B. andMariam E.G. (2013). In vitro mass propagation of Artemisia (*Artemisia annua* L.) cv: Anamed, Journal of Plant Tissue Culture and Biotechnology, 23(2),165-176.

Kaewprem W.,(2011). Antiplatelet aggregation and fibrinolytic activity of *Artemisia vulgaris* L. extract. Journal of Chulalongkorn University. Faculty of Pharmaceutical Science.12, 11-33.

Sharafi A., H. Hashemi Sohi H., Sharafi A.A., Azadi P., andMousavi A. 2014. Tissueculture and regeneration of an antimalarial plant, Artemisia sieberi Besser, Journal of Pharmacognosy (RJP), 1(3), 15-20.

Tibkwang A., Junkasiraporn S., andChotikadachanarong K.,(2018). Effects of cytokinnin and sucrose on tissue culture of *Rosa chinensis* Jacq.var. *minima* Voss. Journal of Science, Burapha. 23(2),712-721.

U-kong W., Buddharak P. and Sanguansermsri M.,(2011). Effect of cytokinins and auxins on development of young leaf of *Kalanchoe blossfeldiana* Poellnitz culture in Vitro. Naresuan Phayao Journal.4(2), 22-28.

การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งเพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เยาวพา นันต๊ะภูมิ[1] ยุทธนา ชัยเจริญ[2] พสุ ปราโมกข์ชน[1] และอโนดาษ์ รัชเวทย์[1*]

Analysis of Local Wisdom in Hmong Ethnic Cuisine for Designing a Learning management in Science to integrate with the Local Wisdom for Prathom Suksa 6 Students

Yaowapa Nuntaphum[1], Yuttana Chaijalearn[2] , Pasu Pramokchon[1] and Anodar Ratchawet[1*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300
[2] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Science and Technology, Chiangmai Rajabhat University, Chiangmai Province 50300
[2]Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok Province 65000
*Corresponding author. E-mail : anodar@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหาร และวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งในหมู่บ้านดอยคำ อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากหมู่บ้านดอยคำเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่เขตอุทยานแห่งชาติออบหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่บนภูเขาสูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร ประกอบด้วยประชากรที่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง 80% และชาติพันธุ์กะเหรี่ยง 20% ทำให้ทั้ง 2 กลุ่มชาติพันธุ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งด้านอาหาร เครื่องแต่งกาย วัฒนธรรม และประเพณีฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมีความสอดคล้องกับประเพณีและวัฒนธรรมที่น่าสนใจ เพราะใช้อาหารเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบพิธีกรรมต่างๆ เช่น ประเพณีปีใหม่ม้ง โดยอาหารยังเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ทุกคนที่จำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) จากปราชญ์ชาวบ้านด้านอาหาร และด้านประเพณี,พิธีกรรม เพื่อนำมาจัดกลุ่มประเภทของอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งพบว่า สามารถจัดกลุ่มอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มอาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม (ข้าวใหม่ม้ง, ต้มหมู, ขนมข้าวตำ และไก่ต้มสมุนไพร) 2) กลุ่มอาหารที่ใช้ในการรับประทานอาหารภายในครอบครัว (หมูหมักเกลือ, ผักดอง, น้ำพริกผักชี และแกงฟ้าผ่า) ส่วนการนำอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมาวิเคราะห์ก่อนนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมพบว่า สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัด ป.6/1-3 ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารอาหาร ซึ่งสามารถนำมาออกแบบเพื่อจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นได้ทั้งในรายวิชาพื้นฐาน รายวิชาเพิ่มเติม หรือกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามแต่ครูผู้สอนเห็นสมควรตามสภาพพื้นที่และบริบทของตนเอง

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่น กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง การบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหาร การจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

Abstract

This study aims to investigate a local wisdom in terms of food and analyze that is of Hmong ethnic group. In the light of applying the findings on the development of integrated curriculum regarding the integration of science, technology, society and environment. The data were collected by an in-depth interview from grade-6 (Prathom 6) Hmong students in Doi Kam subdistrict,

Hod district, Chiang Mai, For Doi Kham village in Ob Luang National Park, Hot District, Chiang Mai Province Which is on the mountain 1,300 meters above sea level, consisting of 80% Hmong ethnic group and 20% Karen ethnic group Therefore make both ethnic groups unique in both food Costume, culture and tradition etc. The researchers found that the food of the Hmong ethnic group is in line with interesting traditions and culture. Because food is used as part of various rituals such as the Hmong New Year tradition In addition, food is a basic necessity for living. And is one of the four factors of every human being and sage villagers expertise in cuisine, customs and ceremonies. The results found that Hmong cuisine can be categorized into 2 groups including 1) food for ceremonies (Khoa Mai Hmong, Ka-nhom Khao Dam, boiled pork and boiled chicken with herbs) 2) food for household meals (salted pork, marinated vegetables, hot chili condiment and Gang Pha-pah). An analysis of Hmong cuisine with regards to the integrated approach indicates that the local food wisdom is conformed to the indicators and the standards of learning area of science (revised ed. in BE 2560) according to the basic education core curriculum BE 2551. In accordance with topic 1: life science 1.2 indicator 6/1-3 Prathom 6 about nutrients which can be used in the planning of learner development activities for both fundamental and extracurricular courses and/or learner development activities.

Keywords: Analysis of Local Wisdom, Hmong Ethnic Group, Integrated a local wisdom, Local Wisdom of Food, Learning management, Science for Prathom Suksa

บทนำ

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญต่อการจัดการศึกษามาโดยตลอด เพราะได้ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553และ(ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 โดยมุ่งพัฒนาให้คนไทยเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเมืองการปกครองในระบบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข รู้จักรักษาและส่งเสริมสิทธิ หน้าที่ เสรีภาพ ความเสมอภาค และศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย รวมทั้งส่งเสริมศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของชาติ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และความรู้อันเป็นสากล ซึ่งประเทศไทยมีความหลากหลายทางเชื้อชาติและวัฒนธรรม โดยเฉพาะชาวไทยภูเขากลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆที่อาศัยอยู่บนภูเขาสูงที่ยังคงสืบทอดวัฒนธรรมประเพณีต่อ ๆกันมา โดยวัฒนธรรมประเพณีเหล่านี้มาจากหลายแหล่ง เช่น ภูมิปัญญา และอิทธิพลของถิ่นที่อยู่อาศัยดั้งเดิมของกลุ่มชาติพันธุ์ ประเทศทางผ่านในการอพยพย้ายถิ่นฐาน และการใช้ชีวิตในพื้นที่ป่า ทำให้กลุ่มชาติพันธุ์บางกลุ่มมีวัฒนธรรมที่คล้ายคลึงกันแต่ยังคงมีเอกลักษณ์เฉพาะของตนเองทั้งภาษาพูด ภาษาเขียน การแต่งกาย การสร้างบ้าน การประกอบอาหาร ประเพณี และวัฒนธรรมต่าง ๆ โดยสิ่งที่น่าสนใจคือการประกอบอาหารและการถนอมอาหาร ซึ่งอาหารของชาวไทยภูเขาแทบทุกกลุ่มชาติพันธุ์ล้วนเป็นอาหารง่าย ๆ ขั้นตอนการทำไม่ยุ่งยาก ใช้ส่วนประกอบในการทำอาหารไม่มาก ส่วนการถนอมอาหารใช้วิธีการคล้ายกัน โดยวิธีตากแดดและรมควันเป็นหลัก (อภินันท์ บัวหภักดี, 2561) แต่ปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่ยุค 4.0 คือ การพัฒนาประเทศให้มีความทันสมัย ให้ประชากรมีคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี มีรายได้มากกว่ารายจ่าย และก้าวพ้นจากประเทศที่กำลังพัฒนา จึงต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาขับเคลื่อนประเทศ เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าประเภทนวัตกรรมได้มากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีมาแต่อดีตถูกมองเป็นเรื่องล้าหลังไม่ทันสมัย ทำให้คนส่วนใหญ่ไม่สนใจที่จะเรียนรู้สุพิมล ศรศักดา (2561) กล่าวถึงวิธีการปรับเปลี่ยนทัศนคติหรือแนวคิดที่มองว่าประเพณี พิธีกรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นเรื่องล้าหลังว่าต้องสร้างความเข้าใจ และสร้างเครือข่าย เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ก่อให้เกิดความยั่งยืน และต้องมีการถ่ายทอดสู่เยาวชน อาจแทรกในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน การสอนนักเรียนทุกระดับชั้น หรือการนำนักเรียนไปศึกษาแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเป็นการปลูกจิตสำนึกและสร้างความภาคภูมิใจในภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง โดยปัจจุบันมีการแยกประเภทและจัดกลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้นไว้อย่างหลากหลาย เพราะภูมิปัญญาท้องถิ่นถือเป็นความภาคภูมิใจของคนไทยทุกคนที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ ทักษะ วิธีการ และเครื่องมือที่เกิดจากความคิด ความสามารถ วิธีการที่ ใช้ในการแก้ปัญหาของคนในท้องถิ่น เพื่อให้สามารถ

ดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขแล้วเกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่มีแก่ลูกหลานสืบมาจนถึงปัจจุบัน แต่ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ที่นำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีค่อนข้างน้อย เพราะครูผู้สอนไม่รู้จะเริ่มต้นสอนจากตรงไหน และสอนอย่างไรซึ่งสอดคล้องกับยุทธนา ชัยเจริญ (2561) ที่ได้กล่าวว่าครูวิทยาศาสตร์ไม่เข้าใจความหมายของภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นในห้องเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างการนำอาหารกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมาใช้บูรณาการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องด้วยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดความรัก หวงแหน และภาคภูมิใจในท้องถิ่นของตนเอง เนื่องจากได้เรียนรู้จากเรื่องใกล้ตัวซึ่งมีความรู้เดิมเป็นพื้นฐานอยู่ก่อนแล้วเมื่อเพิ่มเติมความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหาร และวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น

2. เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งจากปราชญ์ชาวบ้าน โดยใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) มีการอัดเสียงขณะสัมภาษณ์ ระหว่างเดือนธันวาคม 2561-มกราคม 2562 แล้ววิเคราะห์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่แทรกอยู่เพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ม้งชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านดอยคำ อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มแหล่งข้อมูล

ปราชญ์ชาวบ้านด้านอาหาร และประเพณี-พิธีกรรม ในหมู่บ้านดอยคำ อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 คน แบ่งเป็นปราชญ์ชาวบ้านด้านอาหาร 2 คน และปราชญ์ชาวบ้านด้านประเพณี-พิธีกรรม 2 คน

เครื่องมือการวิจัย

1) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม คือ การเข้าไปใช้ชีวิตร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ทำการสังเกต และจดบันทึกการใช้ชีวิต การทำเกษตรกรรม บันทึกวิธีการทำอาหาร และการถนอมอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งอย่างละเอียด และ 2) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) โดยใช้ลักษณะคำถามในการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ มีคำถามหลักคือ "กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง นิยมรับประทานอาหารอะไรบ้าง" "มีวัสดุ-อุปกรณ์ วิธีการทำอย่างไร และใช้ในพิธีกรรมหรือประเพณีอะไรบ้าง" "อาหารของกลุ่มชาติพันธ์ม้งในอดีตและปัจจุบันมีความแตกต่างกันหรือไม่" "คาดว่าในอนาคตอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งจะสูญหายไปหรือไม่ และมีแนวทางในการอนุรักษ์ไว้อย่างไร"

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเป็นหลัก โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ถอดเสียงขณะสัมภาษณ์ และหาความเชื่อมโยงของข้อมูล ก่อนนำข้อมูลมาจัดกลุ่ม แล้วนำมาวิเคราะห์

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การสำรวจและจัดกลุ่มประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง 2) การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งที่มีหลักการวิทยาศาสตร์แทรกอยู่ 3) การออกแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ดังนี้

1) การสำรวจและจัดกลุ่มประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จากการสัมภาษณ์ปราชญ์ชาวบ้านดอยคำเรื่อง อาหาร พบว่าผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ตามเกณฑ์วิธีการใช้ประโยชน์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1.1 กลุ่มอาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์ม้งโดยพื้นฐานแล้วมีความเชื่อเรื่องภูตผีปีศาจ เชื่อเรื่องผีบรรพบุรุษที่คอยดูแล รักษาคนในบ้าน ดังนั้นในประเพณีและการประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ จะต้องมีเครื่องเซ่นไหว้เพื่อเป็นการบอกกล่าวผีบรรพบุรุษ เช่น ประเพณีปีใหม่ม้งซึ่งจะตรงกับขึ้น 1 ค่ำ เดือน 2 ส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะเวลาระหว่างเดือนธันวาคมถึง มกราคมของทกุปี โดยจะมีพิธีเรียกบรรพบุรุษมากินข้าว ซึ่งอาหารหลักที่ใช้ในเครื่องเซ่นไหว้ จะประกอบไปด้วย ข้าวใหม่ม้ง, ต้มหมู, ขนมข้าวตำ, ไก่ต้มสมุนไพร และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือ เหล้าข้าวโพดที่แต่ละบ้านทำขึ้นมาเอง ซึ่งการต้มเหล้าข้าวโพดสะท้อนให้เห็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งเรื่อง การหมักเหล้าข้าวโพด โดยนำข้าวโพดที่แก่และแห้งมาต้มกับน้ำจนเปื่อย จากนั้นใส่ก้อนแป้ง (หัวเชื้อ จุลินทรีย์) เพื่อทำหน้าที่ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ไม่ต้องการ โดยเฉพาะเชื้อราที่สร้างสารพิษ แต่ไม่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ที่ใช้ในการหมักข้าวโพดให้เป็นแอลกอฮอล์ จากนั้นจึงกลั่นเป็นเหล้าข้าวโพดออกมาด้วยการกลั่นแบบง่าย ซึ่งมีลักษณะอาหาร รวมไปถึงการเคารพนับถือผีบรรพบุรุษคล้ายคลึงกับกลุ่มชาติพันธุ์เผ่าเมี่ยน หรือเย้า และเผ่าลีซอ หรือลีซู

1.1.1 ข้าวใหม่ม้ง (ภาษาม้งเรียก หมอ เบร่ ช๊า) คือ ข้าวที่ปลูกในไร่ มีลักษณะเมล็ดสั้นกลมนิยมเรียกข้าวดอย ปลูกโดยการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวลงในหลุมตามแนวที่ทำไว้ จากนั้นกลบหลุมเล็กน้อย ไม่มีการดน้ำใด ๆ ซึ่งเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวยังมีน้ำนมข้าวอยู่20% (เมล็ดข้าวยังมีสีเขียวปนเหลือง) มาคั่วให้เมล็ดข้าวแห้ง แล้วนำมาตำก่อนนำไปหุงแบบเช็ดน้ำ โดยน้ำข้าวที่รินออกก็สามารถนำมารับประทานได้ ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงลักษณะข้าวใหม่ม้ง

ซึ่งมีความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง ข้าว เป็นอาหารหมู่ 2 ประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยเมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกาย ทำให้ได้รับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และการทำให้อาหารทุกชนิดสุกก่อนรับประทานต้องผ่านกระบวนการถ่ายโอนความร้อน

1.1.2 ต้มหมู (ภาษาม้งเรียก เฮา ก้า บั่ว) ทำได้โดยหั่นเนื้อหมูให้เป็นชิ้นพอดีคำ ต้มน้ำให้เดือดใส่ตะไคร้เล็กน้อยนำเนื้อหมูลงต้ม ปรุงรสด้วยเกลือดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ เนื้อหมู เป็นอาหารหมู่ 1 จำพวกโปรตีน เมื่อรับประทานต้มหมูเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะได้รับสารอาหารประเภทโปรตีนจากเนื้อหมู ถ้าเนื้อหมูที่รับประทานมีส่วนมันหมูติดอยู่จะทำให้ได้รับสารอาหารประเภทไขมันเพิ่มเติมและเมื่อนำมาปรุงรสด้วยเกลือ จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารประเภทเกลือแร่

รูปที่ 2 แสดงลักษณะต้มหมู

1.1.3 ขนมข้าวตำ (ภาษาม้งเรียก ยั๋ว) เป็นชื่อที่กลุ่มชาติพันธุ์ม้งดอยคำเรียกตามลักษณะวิธีการทำ โดยขนมข้าวตำทำมาจากข้าวเหนียวดำนึ่งสุก (ใช้ข้าวเหนียวสีขาวได้) เป็นอาหารพิเศษที่จะสามารถหารับประทานได้ในช่วงฤดูหนาวในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ซึ่งตรงกับประเพณีปีใหม่ม้ง โดยตำข้าวเหนียวขณะร้อน (การตำตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง แรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลให้เนื้อแป้งละเอียดและรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียว) ดังรูปที่ 3(ก)เมื่อต้องการรับประทานนิยมนำมาย่างไฟดังรูปที่ 3(ข) รับประทานขณะร้อน เนื่องจากบนภูเขามีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น ดังนั้นเมื่อรับประทานขนมข้าวตำขณะร้อนทำให้คลายความหนาวเย็น และร่างกายอบอุ่นได้ โดยขนมข้าวตำสามารถเก็บไว้ได้นานหลายสัปดาห์ เมื่อแป้งแห้งนิยมนำมาทอด ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ ข้าว เป็นอาหารหมู่ 2 ประเภทคาร์โบไฮเดรต เมื่อรับประทานขนมข้าวตำเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะได้รับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจากข้าว และเมื่อต้องการรับประทานขนมข้าวตำโดยวิธีการทอดทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารประเภทไขมันจากน้ำมันที่ทอด

(ก) (ข)

รูปที่ 3 (ก) แสดงลักษณะขนมข้าวตำ (ข) แสดงลักษณะขนมข้าวตำย่าง

1.1.4 ไก่ต้มสมุนไพร (ภาษาม้งเรียก ก่า เฮ่า เฌอ ซ่าง ซัว ตั่ว)เป็นอาหารที่ใช้ทำพิธีเพื่อให้คนที่ไม่สบายรับประทาน ดังรูปที่ 4 โดยใส่สมุนไพรหลายชนิดใส่ลงในหม้อต้มใช้ในการบำรุงร่างกายได้แก่ ซะซือ (ผักปลัง), ซังตอปลักละ, ตังกี และฉะล่าง เมื่อรับประทานเสร็จจะนำกระดูกไก่ กากสมุนไพร และน้ำแกงที่เหลือมัดใส่ถุงพลาสติกแล้วไปแขวนที่ต้นไม้ เพื่อให้ย่อยสลายไปเอง เปรียบกับโรคที่จะค่อย ๆหายไปได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ ไก่ เป็นอาหารหมู่ 1 ประเภทโปรตีน โดยเมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะได้รับสารอาหารประเภทโปรตีนจากเนื้อไก่ วิตามินได้รับจากสมุนไพรที่ใส่เพิ่มลงไป เกลือแร่จากเกลือ ไขมันจากหนังไก่ และน้ำจากน้ำแกง ซึ่งเมื่อรับประทานร่วมกับข้าวซึ่งมีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจะทำให้ไก่ต้มสมุนไพรเป็นเมนูที่รับประทานแล้วร่างกายได้รับสารอาหารครบทุกประเภท

รูปที่ 4 แสดงลักษณะไก่ต้มสมุนไพร

1.2 กลุ่มอาหารที่รับประทานภายในครอบครัว เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์ม้งอาศัยอยู่พื้นที่สูง มีป่าเขาที่อุดมสมบูรณ์จึงทำให้มีการล่าสัตว์เพื่อนำมารับประทานอาหาร เช่น หมูป่า และเมื่อเนื้อสัตว์เหลือจากการรับประทานจึงนำเนื้อสัตว์มาทาด้วยเกลือ แล้วนำไปแขวนไว้บนที่สูง เพื่อให้เนื้อสัตว์เหล่านั้นเก็บไว้ได้นาน ส่วนพืชผักที่รับประทานส่วนใหญ่มาจากการปลูกในไร่และสวนของตนเอง สามารถใช้รับประทานได้ในทุกฤดูดังนี้

1.2.1 หมูหมักเกลือ (ภาษาม้งเรียก ก้า อี้ เซ้อ) เป็นการถนอมอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ โดยการนำเนื้อหมูส่วนซี่โครงมาหั่นตามยาว ทาด้วยเกลือให้เค็ม ๆ แล้วนำไปแขวนไว้บนคานบ้าน นำมาทอดก่อนรับประทาน

1.2.2 ผักดอง (ภาษาม้งเรียก เซา เก้าว) เป็นการถนอมอาหารจำพวกผัก โดยการล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำผักกาดเขียวมาขยำให้น้ำขมออก การดองผักนิยมบรรจุผักในภาชนะที่มีฝาปิด หรือถุงพลาสติกแล้วมัดปากถุงให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้าไป การดองผักสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรก-ดองด้วยการใส่น้ำร้อนและเกลือเล็กน้อยให้น้ำท่วมผัก แล้วปิดฝาให้สนิท (บางบ้านนิยมดองผักด้วยการใช้น้ำซาวข้าวแทนน้ำร้อน) ทิ้งไว้ 3-4 วัน สามารถนำมารับประทานได้ วิธีการที่สอง-เป็นการดองผักแบบไม่ใส่ น้ำหรือการดองผักแบบแห้ง โดยนำผักมานวดกับเกลือ พรมด้วยเหล้าขาว และเกล็ดน้ำอ้อยเล็กน้อย บางบ้านเติมพริกเพื่อเพิ่มรสชาติ โดยการดองผักวิธีนี้สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานหลายอาทิตย์

1.2.3 น้ำพริกผักชี (ภาษาม้งเรียก เห่า จ้อ เซา ซือ ก๊า) เป็นอาหารที่นำมะเขือเทศสดมาหันเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาดเล็ก ใส่ผักชี แล้วปรุงรสด้วยเกลือ

1.2.4 แกงฟ้าผ่า (ภาษาม้งเรียก อั่ว เซา กั่ว จ้อ) เป็นอาหารที่สามารถทำได้ง่าย โดยการนำผักต่าง ๆที่ต้องการรับประทานเช่น ผักกาด มาล้างให้สะอาดแล้ว ตั้งกระทะให้ร้อน ใส่น้ำมันเล็กน้อย เมื่อกระทะร้อนใส่ผักลงไปแล้วใส่น้ำตาม ปรุงรสด้วยเกลือ รับประทานขณะร้อน

2. การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งที่มีหลักการวิทยาศาสตร์แทรกอยู่ พบว่าในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีตัวชี้วัดสอดคล้องปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารกลุ่มชาติพันธุ์มากที่สุดได้แก่ ตัวชี้วัดในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่แทรกอยู่ในภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านอาหารของกลุ่มชาติ พันธุ์ม้งที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่น	สอดคล้องกับตัวชี้วัด
สาระที่1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	<u>การวิเคราะห์เชิงวัสดุศาสตร์</u> ในการรับประทานอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ส่วนใหญ่รับประทานพืชผัก ที่ได้จากการปลูกพืชสวนและพืชไร่เป็นหลัก ส่วนเนื้อสัตว์ ได้มาจากการเลี้ยงสัตว์ภายในบ้าน เช่น หมู วัว ควาย เป็นต้น และเนื้อสัตว์บางส่วนได้มาจากการล่าสัตว์	ว 1.2 ป.6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน
	โดยอาหารที่ใช้รับประทานในฤดูหนาวได้แก่ ขนมข้าวตำ เพราะเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 kcal/g และเมื่อนำมารับประทาน โดยวิธีการทอดยังทำให้ได้รับพลังงานสูง เพราะได้สารอาหารประเภทไขมัน ซึ่งไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 kcal/g และที่สำคัญเป็นอาหารที่ใช้ในประเพณีปีใหม่ม้ง ซึ่งจัดในช่วงฤดูหนาว ส่วนอาหารชนิดอื่นสามารถหารับประทานได้ตลอดทั้งปี	ว 1.2 ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ
	<u>การวิเคราะห์เชิงการนำไปใช้</u> อาหารที่กลุ่มชาติพันธุ์ม้งรับประทานส่วนใหญ่แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มอาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม ซึ่งใช้เป็นอาหารเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบพิธีกรรม เช่น พิธีเรียกขวัญ พิธีเรียกบรรพบุรุษมากินข้าว ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงประเพณีปีใหม่ม้ง ซึ่งเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง และในแต่ละมื้ออาหารจะรับประทานอาหารในปริมาณมาก เพราะในแต่ละวันต้องใช้พลังงานในการทำงานหนักตลอดทั้งวัน 2. กลุ่มอาหารที่รับประทานภายในครอบครัว ส่วนใหญ่จะเป็นพืชผัก สามารถหารับประทานได้ง่าย	ว 1.2 ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ
สาระที่ 2	<u>การวิเคราะห์เชิงกระบวนการ</u> ก่อนการรับประทานอาหาร จำเป็นต้องปรุงอาหารให้สุก ก่อน	ว 2.3 ป.3/1 ยกตัวอย่างการเปลี่ยนพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่ง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่น	สอดคล้องกับตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์กายภาพ	นำมารับประทาน โดยใช้ความร้อนเพื่อทำให้อาหารสุก ทั้งการแกง, ต้มหมู, ต้มไก่สมุนไพร, การย่างขนมข้าวตำหรือการทอดขนมข้าวตำ	จากหลักฐานเชิงประจักษ์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	-	-
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	-	-

จากตารางพบว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งที่มีหลักการวิทยาศาสตร์แทรกอยู่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมากที่สุดในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัด ป.6/1-3

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ตัวชี้วัดของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในที่นี้ของยกตัวอย่างการออกแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society and Environment หรือ STSE)เรื่อง สารอาหาร ซึ่งมีการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Richardson & Blades (2000), Yoruk, Morgil, & Secken (2009), รุ่งทิวา กองสอน และพงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว (2556) และปรัชญา จันตา (2556) เนื่องจากนักการศึกษาที่กล่าวมาใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่เป็นนักเรียนในชั้นระดับมัธยมศึกษา ซึ่งไม่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างและบริบทของผู้วิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนกลุ่มชาติ พันธุ์ม้งชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 7 ขั้นตอน โดยใช้ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีอะไรในอาหารม้ง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

เรื่อง มีอะไรในอาหารม้ง หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เราเจริญเติบโต

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/วัดชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

วัดชี้วัด

ว 1.2 ป.6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

2.1 นักเรียนระบุประเภทของสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารที่มีในอาหารม้งแต่ละชนิด

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 นักเรียนสังเกตส่วนประกอบของสารอาหารม้งได้

2.3 นักเรียนทำแผนภาพสรุปประเภทของสารอาหารม้งได้

ด้านทักษะในศตวรรษที่ 21

2.4 นำเสนอความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นอย่างได้อย่างมีเหตุผล

ด้านคุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

2.5 มีความรับผิดชอบ มีเหตุผล ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

3. กิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1) ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับอาหารที่รับประทานในฤดูหนาวว่า มีอะไรบ้าง

-ทำไมจึงมีการทำขนมข้าวตำ "เพราะขนมข้าวตำ เป็นอาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรมเรียกบรรพบุรุษมากินข้าว เพื่อต้องการให้บรรพบุรุษดูแล รักษาลูกหลานภายในบ้านให้หมูที่เลี้ยงออกลูกครั้งละหลาย ๆตัว ในช่วงประเพณีปีใหม่ม้ง "

-อาหารนี้มีชื่อเรียกเป็นภาษาไทย, ภาษาม้งว่าอย่างไร "ภาษาไทยเรียกขนมข้าวตำ, ภาษาม้งเรียกยั๋ว" แล้วจึงให้นักเรียนสังเกตและชิมรส

-นักเรียนรู้สึกอย่างไร เมื่อรับประทานขนมข้าวตำ "หวาน และมัน"

2) ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้เกิดปัญหาโดยการใช้คำถามว่า

-นักเรียนรู้หรือไม่ว่าชนิดข้าวตำทำมาจากอะไร และมีวิธีการทำอย่างไรบ้าง "ขนมข้าวตำ ทำมาจากข้าวเหนียวที่นำไปนึ่งจนสุก แล้วจึงนำมาตำให้ละเอียด"

-นักเรียนรู้หรือไม่ว่า ขนมขาวตำนั้นมีความสำคัญกับชนเผ่าม้งของเราอย่างไร "เป็นขนมที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม"

-นอกจากขนมข้าวตำนี้ ชนเผ่าม้งของเรามีอาหารชนิดอื่น ๆอีกหรือไม่ ที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ หรือนำมารับประทานกันภายในบ้าน "ข้าวใหม่ม้ง ต้มหมู ไก่ต้มสมุนไพร ต้มผักกาดม้ง ฯ"

-นักเรียนคิดว่าเมื่อรับประทานอาหารเหล่านี้แล้วได้รับอาหารหลัก 5 หมู่ ครบหรือไม่ "มีไก่ต้มสมุนไพรเพียงเมนูเดียวที่มีอาหารหลักครบ 5 หมู่ ส่วนเมนูอื่นต้องรับประทานอาหารชนิดอื่นเสริม"

ขั้นที่ 2 ขั้นสืบค้น

1) นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 3 คน โดยคละตามความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเกี่ยวกับอาหารม้งที่สมาชิกภายในกลุ่มรู้จัก และหาข้อสรุปว่าภายในกลุ่มจะศึกษาอาหารม้งชนิดใด (โดยแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาอาหารม้งที่ไม่ซ้ำกัน) แล้ววางแผนเพื่อค้นคว้าหาข้อมูล จากสัมภาษณ์ผู้รู้ภายในหมู่บ้าน

3) เมื่อได้ข้อมูลของอาหารที่ต้องการศึกษาค้นคว้าแล้ว นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่าอาหารที่กลุ่มเลือกศึกษานั้นมีอาหารครบ 5 หมู่ หรือไม่ และมีสารอาหารประเภทใดบ้าง โดยวางแผนหาหาความรู้จากหนังสือเรียน, ใบความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และอินเตอร์เน็ต

ขั้นที่ 3 ขั้นแก้ปัญหา

นักเรียนลงมือปฏิบัติงานตามที่ได้วางแผน หาข้อสรุปร่วมกัน ก่อนนำมาลงข้อสรุปแล้วจึงทำใบกิจกรรมที่ 1 มีอะไรในอาหารม้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนคิด

นักเรียนทำแผนภาพสรุปประเภทของสารอาหารม้งลงในกระดาษโปสเตอร์ และนำเสนอความรู้ที่ได้รับตามชนิดของอาหารที่แต่ละกลุ่มสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์

นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็น เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความรู้เกี่ยวกับอาหารม้งในกลุ่มอื่น ๆที่ทำการศึกษา โดยมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม โดยใช้เทคนิคแกลลอรี่ วอล์ค (Gallery Walk)

ขั้นที่ 6 ขั้นขยายความรู้

ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ข้าวที่กลุ่มชาติพันธุ์ม้งนำมาตำเป็นขนมข้าวตำเรียกว่า ข้าวก่ำ (Purple Rice) หรือข้าวเหนียวดำ นอกจากมีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตแล้ว ยังมีวิตามินเอ, อี, บี1, บี2 และบี 6 ช่วยบำรุงสายตา และบำรุงสมอง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง

นักเรียนร่วมกันจัดนิทรรศการหน้าชั้นเรียนเพื่อเผยแพร่ความรู้สู่ผู้ที่สนใจ

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยมีประเด็นสำคัญที่จะนำมาอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจและจัดกลุ่มประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จัดกลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) อาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์ม้งโดยพื้นฐานแล้วมีความเชื่อเรื่องภูตผีปีศาจ เชื่อเรื่องผีบรรพบุรุษที่คอยดูแล รักษาคนในบ้าน ดังนั้นประเพณีและการประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ ต้องมีเครื่องเซ่นไหว้เพื่อเป็นการบอกกล่าวให้ผีบรรพบุรุษรู้ เช่น ประเพณีปีใหม่ม้งซึ่งตรงกับขึ้น 1 ค่ำ เดือน 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระยะเวลาระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคมทุกปี โดยจะมีพิธีเรียกบรรพบุรุษมากินข้าวซึ่งอาหารหลักที่ใช้ในเครื่องเซ่นไหว้จะประกอบไปด้วยข้าวใหม่ม้ง ต้มหมู ขนมข้าวตำ ไก่ต้มสมุนไพร และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือ เหล้าข้าวโพดที่แต่ละบ้านทำขึ้นมาเอง ซึ่งสอดคล้องกับดารณี พลอยจั่น (2559) ที่กล่าวว่าขนมแบ๊งไหญ่ (กลุ่มชาติพันธุ์ม้งบ้านดอยคำเรียกว่า ขนมข้าวตำ) ทำจากข้าวเหนียว ตำละเอียดและนิ่มเหนียว ปั้นเป็นรูปกลมวางบนใบตอง ถือเป็นอาหารสำคัญที่จะขาดไม่ได้ในงานต่าง ๆในหมู่บ้านม้ง และเป็นอาหารที่จำเป็นในเครื่องเซ่นไหว้ส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่ของชาวม้ง ส่วนไก่ต้มสมุนไพรจะใช้ในพิธีเรียกขวัญ ส่วนในงานพิธีอื่น ๆ เช่น งานศพ งานแต่งงาน งานเลี้ยงฉลองต่าง ๆ จะมีอาหารจำพวกข้าว ต้มหมู เหล้าข้าวโพด 2) อาหารที่ใช้รับประทานภายในครอบครัว เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์ม้งชอบอยู่ตามภูเขาสูงที่มีทรัพยกรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ จึงประกอบอาชีพเกษตรกรรมทำให้อาหารที่ใช้รับประทานภายในบ้านเป็นอาหารที่ได้จากปลูกในสวนเป็นส่วนใหญ่เช่น แกงฟ้าผ่า (ทำอย่างรวดเร็ว) คือ การนำผักชนิดใดก็ได้มาผัดกับน้ำมัน ใส่น้ำแล้วปรุงรสด้วยเกลือ, น้ำพริกผักชี, ผักดอง เป็นการถนอมอาหารชนิดหนึ่ง เพื่อให้สามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน และหมูหมักเกลือ โดยในอดีตชาวบ้านนิยมล่าสัตว์ เพื่อนำมาประกอบอาหาร เมื่อเหลือรับประทานจึงนำมาหมักด้วยเกลือ เพื่อเก็บไว้รับประทานในภายหลัง ซึ่งสอดคล้องกับชาญชัย สุขสกุล (2554) ที่กล่าวว่าม้งนิยมบริโภคพืชผักและข้าวจ้าวเป็นอาหารหลัก ซึ่งผักนั้นอาจหาได้จากป่าหรือปลูกเองตามไร่นา ส่วนเนื้อสัตว์ไม่ได้บริโภคเป็นอาหารหลักแต่นำมาประกอบพิธีกรรม เช่น หมูและไก่ และมีวิธีการถนอมอาหารอยู่ 2 วิธี คือการตากแดดและการหมักดอง ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่าอาหารทุกชนิดมีองค์ความรู้วิทยาศาสตร์แทรกอยู่หลากหลายด้าน ทั้งด้านชีววิทยา-เรื่องเกี่ยวกับสารอาหารที่อยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในอาหารทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลง การหมักดอง ด้านเคมี-เรื่องการเปลี่ยนแปลงสาร การกลั่น การถ่ายโอนความร้อน และทางด้านฟิสิกส์-เกี่ยวกับการออกแรงกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง แบ่งประเด็นการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเด็น เพื่อให้ง่ายและครอบคลุมตามแนวคิดของวีระพงษ์ แสง-ชูโต (2545) ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ด้านวัสดุ 2)การวิเคราะห์ในเชิงกระบวนการ 3)การวิเคราะห์ในการเชิงนำไปใช้ แล้ววิเคราะห์ความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมีความสอดคล้องกับสาระที่1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในมาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัด ป.6/1-3 ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง การเจริญเติบโตของร่างกาย โดยในแต่ละวันนักเรียนต้องรับประทานอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งร่างกายจะเปลี่ยนสารอาหารที่ได้รับกลายเป็นพลังงาน เพื่อใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆในชีวิตประจำวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารอาหาร มาใช้ในการมาใช้ในจัดการเรียนรู้ เนื่องจากสามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ตรงกับเนื้อหามากที่สุด ส่วนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆเช่น การถ่ายโอนความร้อน แรงกระทำต่อวัตถุ การเปลี่ยนแปลงสารที่สอดคล้องและเกี่ยวเนื่องกับวิธีการทำอาหารรองลงมา สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ในชั้นอื่น ๆ ได้ โดยต้องดูความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ว่าสอดคล้องกับระดับชั้นไหน และผู้สอนต้องการสอนในระดับชั้นอะไรซึ่งสอดคล้องกับยุทธนา ชัยเจริญ (2561) กล่าวถึงประเด็นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นว่าโดยครูผู้สอนต้องเข้าใจความหมายของคำว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นก่อน แล้วจึงจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนในด้านของวิทยาศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ประเด็นของภูมิปัญญาท้องถิ่นในเชิงวิทยาศาสตร์ว่ามีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์, ชีววิทยา, เคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ) โดยครูผู้สอนต้องทำการสัมภาษณ์ผู้รู้และลงพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นใน 3 ประเด็นได้แก่ (1) การวิเคราะห์เชิงวัสดุศาสตร์ (2) การวิเคราะห์เชิงกระบวนการ และ (3) การวิเคราะห์เชิงการนำไปใช้ โดยครูผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและบริบทภูมิปัญญาท้องถิ่นในแต่ละท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากนั้นครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เลือกมาเป็นกิจกรรรมการเรียนการสอน

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิด STSE เรื่อง สารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เลือกใช้การจัดการเรียนการสอนตามกรอบ STSE เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน เพราะนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ซึ่งอาจเกี่ยวโยงกับวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ ประเพณี วัฒนธรรมในสังคมหรือสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนอยู่อาศัย โดยใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเข้ามาช่วยบูรณาการเพื่อใช้ในแก้ไขปัญหาเหล่านั้นให้ดีขึ้น เพื่อสุดท้ายนักเรียนจะได้ตระหนัก เห็นคุณค่า และช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นไว้อย่างยั่งยืนซึ่งปรัชญา จันตา (2556) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด STSE ว่าเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย และกิจกรรมมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความตระหนัก มีจิตสำนึกรักบ้านเกิด และภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับสุพิมล ศรศักดา (2561) กล่าวว่าสามารถแทรกภูมิปัญญาท้องถิ่นในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในท้องถิ่น เพื่อปรับเปลี่ยนทัศนคติหรือแนวคิดที่มองว่าประเพณี พิธีกรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นเรื่องล้าหลัง และต้องมีการสร้างความเข้าใจ และสร้างเครือข่าย เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ก่อให้เกิดความยั่งยืน

สรุปผลการศึกษา

จากการสัมภาษณ์ปราชญ์ชาวบ้านด้านอาหาร และด้านประเพณี,พิธีกรรม สามารถจัดกลุ่มอาหารของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มอาหารที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม (ข้าวใหม่ม้ง, ต้มหมู, ขนมข้าวตำ และไก่ต้มสมุนไพร) 2) กลุ่มอาหารที่ใช้ในการรับประทานอาหารภายในครอบครัว (หมูหมักเกลือ, ผักดอง, น้ำพริกผักชี และแกงฟ้าผ่า) แล้วมาวิเคราะห์เพื่อไปออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมพบว่า สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัด ป.6/1-3 เรื่อง สารอาหาร แล้วจึงนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ(ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ารับส่งสินค้าและพัสดุ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กานต์รวี พิพัฒน์ฒนสกุล. ปราชญ์ชาวบ้านดอยคำด้านอาหาร. (20 ธันวาคม 2561). สัมภาษณ์.

ชาญชัย สุขสกุล. (2554). *การพัฒนาแหล่งเรียนรู้วัฒนธรรมชนเผ่าบนพื้นที่สูงจังหวัดเพชรบูรณ์* (รายงานผลการวิจัย). เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ซ่า เลาว้าง. ปราชญ์ชาวบ้านดอยคำด้านประเพณี-พิธีกรรม. (17 ธันวาคม 2561). สัมภาษณ์.

ดารณี พลอยจั่น (2559). ทุนทางวัฒนธรรมของชาวเขาเผ่าม้งกับกลยุทธ์ส่งเสริม การท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, 4(1), 7-17.

เบ้า เลาว้าง. ปราชญ์ชาวบ้านดอยคำด้านอาหาร. (20 ธันวาคม 2561). สัมภาษณ์.

ปรัชญา จันตา. (2556). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปา เลาว้าง. ปราชญ์ชาวบ้านดอยคำด้านประเพณี-พิธีกรรม. (17 ธันวาคม 2561). สัมภาษณ์.

ยุทธนา ชัยเจริญ. (2561). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น.* เอกสารประกอบการบรรยายที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

รุ่งทิวา กองสอน, และพงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. (2556). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*. 6(2), 50-64.

วีระพงษ์ แสง-ชูโต (2545). การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีพื้นบ้านในทางวิทยาศาสตร์ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. ใน *การประชุมวิชาการของมหาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40* (น.78-85). กรุงเทพฯ: มหาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพิมล ศรศักดา. (2561). ศาสตร์แห่งพระราชากับการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น. *สารนิพนธ์พุทธศาสตรบัณฑิต 2561*, 136-145.

อภินันท์ บัวหภักดี. (2562). ค่าล้ำ...วัฒนธรรมชาวไทยภูเขา. *วารสารวัฒนธรรม*, 58(1). 4-17.

Richard, G., & Blades, D. (2000). *Social Studies and Science Education: Developing World Citizenship Through Interdisciplinary Partnerships*. Department of Secondary Education.

Yoruk, N., Morgil, I., & Secken, N. (2009). The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning. *US-China Education Review*. 6(8), 68-74.

การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับเตรียมกรดเบนโซอิกความบริสุทธิ์สูง

ธนากร สุวรรณชื่น และ เฉลิม ทรายอินทร์*

Optimization of the solvents and condition for prepare high pure benzoic acid

Thanakorn Suwanchuen and Chalerm Saiin*

เภสัชเคมีและเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsaunlok Province, Thailand 54160
*Corresponding author. E-mail: Chalerms@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มความบริสุทธิ์ของกรดเบนโซอิกที่ได้จากการเตรียมโดยการไฮโดรไลส์กำยานไทยด้วยโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในแอลกอฮอล์ ความบริสุทธิ์ 94.75 ร้อยละโดยมวลให้มีความบริสุทธิ์อยู่ในช่วง 99.5-100.5 ร้อยละโดยมวลตามข้อกำหนดของเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา (USP35 NF30) โดยจะใช้การตกผลึกซ้ำที่สภาวะต่างๆ ทั้งหมด 10 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1-3 ใช้วิธีตกผลึกด้วยตัวทำละลายเดี่ยว คือ เอทิลอะซิเตท, เอทานอลและน้ำ วิธีที่ 4-6 ใช้วิธีตกผลึกด้วย 2 ตัวทำละลาย ได้แก่ เอทิลอะซิเตท-น้ำ สารละลายแอลกอฮอล์ในน้ำ และ เอทานอล-น้ำ วิธีที่ 7-8 เป็นการนำกรดเบนโซอิกจากวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มาตกผลึกซ้ำด้วยน้ำในปริมาณที่น้อยลงและอุณหภูมิสูงใกล้จุดเดือด ซึ่งจะตกผลึกซ้ำจนกว่าสีของผลึกจะขาว วิธีที่ 9 เป็นการตกผลึกกรดเบนโซอิกตั้งต้นโดยจะตกผลึกในแบบเดียวกันกับวิธีที่ 7-8 และสุดท้ายวิธีที่ 10 จะนำกรดเบนโซอิกทิ้งจากการทดลอง (waste benzoic acid)ตกผลึกในแนวทางเดียวกันกับสภาวะที่ 7 คือนำมาตกผลึกก่อนหนึ่งรอบด้วยเอทิลอะซิเตทจากนั้นจึงตกผลึกซ้ำด้วยน้ำ โดยแต่ละสภาวะจะมีร้อยละผลิตผลตามลำดับดังนี้ 64.80 66.50 47.70 7.38 22.20 42.8 44.25 46.50 34.67 และ 63.78 ร้อยละโดยมวล ผลการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์โดยการไทเทรทผลึกกรดเบนโซอิกที่ได้จากทั้ง 10 วิธี ด้วยสารละลาย 0.1 นอร์มอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีดังนี้ 98.17, 98.44, 99.66, 99.34, 98.48, 97.15, 100.49, 100.41, 99.58 และ 99.36 ร้อยละโดยมวลตามลำดับ พบว่าวิธีที่ 3, 7, 8 และ 9 ให้ผลึกกรดเบนโซอิกที่มีความบริสุทธิ์อยู่ในช่วงที่กำหนดของเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา และจากผลการทดลองทั้งหมดพบว่าแนวทางการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้กรดเบนโซอิกที่ดีที่สุดคือการตกผลึกกรดเบนโซอิกซ้ำหลายครั้งจนสามารถกำจัดสิ่งสกปรกออกไปจากผลึกได้สมบูรณ์ด้วยน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดที่กรดเบนโซอิกสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส ซึ่งแนวทางนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตกรดเบนโซอิกในระดับอุสาหกรรมได้

คำสำคัญ: การตกผลึก การตกผลึกซ้ำ กรดเบนโซอิก ความบริสุทธิ์สูง กำยานไทย

Abstract

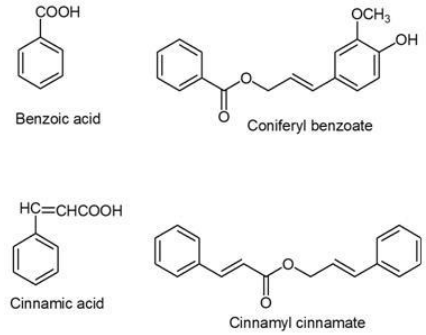
This research aimed to develop a method for increasing the purity of benzoic acid up to the requirement of US Pharmacopoeia (USP35 NF30), 99.5-100.5 %w/w. Benzoic acid, 94.75 % purity was prepared by hydrolysis of Siam Benzoin (Kamyan Thai) with potassium hydroxide in alcohol. Various precipitation methods were used in this study. Methods 1-3 were crystallization with pure solvents included ethyl acetate, ethanol, and water. Methods 4-6 were recrystallization with binary solvent mixtures included ethyl acetate-water, solution of ethanol in water (1:10) and ethanol-water. Methods 7-8 use the benzoic acid crystals obtained from methods 1 and 2 respectively to recrystallize with small amount of water at nearly boiling point temperature, which repeatedly until the color of the crystals were white. Method 9 used starting benzoic acid from the beginning to recrystallize in the same manner as condition 7-8. Finally, method 10 used the waste benzoic acid that obtained by evaporation of waste solution of all conditions to recrystallize in the same manner as method 7, which was crystallization with ethyl acetate at first, then recrystallized with water. Yield percentages of each method were 64.80, 66.50, 47.70, 7.38, 22.20, 42.80, 44.25, 46.50, 34.67 and 63.78 %w/w, respectively. The results of purity analysis of benzoic acid crystals from each methods by titration with 0.1 N sodium hydroxide were 98.17, 98.44, 99.66, 99.34, 98.48, 97.15, 100.49, 100.41, 99.58 and 99.36 % w/w, respectively. The results showed that methods 3, 7, 8 and 9 gave pure benzoic acid crystals in the range of US Pharmacopeia requirement. According

to the results of all experiments, the best way to increase purity of benzoic acid was repeatedly recrystallization several times with minimal amount of water that benzoic acid could be dissolved at 90-100 °C until the impurities were removed from the crystals completely. These methods could be applied in the production of benzoic acid in industrial applications

Keywords: crystallization, recrystallization, benzoic acid, purity, Siam Benzoin

บทนำ

กำยาน (Benzoin) เป็นสารจำพวก balsam ประกอบด้วยสารผสมของเรซินกับ cinnamic acid หรือกรดเบนโซอิก (benzoic acid) หรือกรดทั้งสองหรือเอสเทอร์ของกรดทั้งสองชนิด กำยานมี 2 ชนิด คือกำยานไทย และกำยานสุมาตรา ซึ่งในกำยานไทยจะมี coniferyl benzoate และกรดเบนโซอิกในปริมาณที่สูงกว่า โดยกำยานทั้ง 2 ชนิดมีรายละเอียดดังนี้ 1) กำยานไทย (Siam benzoin, Storax) เป็นยางที่ได้จากเปลือกต้น *Styrax tonkinensis* (Pierre) *Craib ex Hartwich* (Styracaceae) มีถิ่นกำเนิดในไทย-ลาว มีสรรพคุณทางยา แก้ลม บำรุงเส้น ขับเบา สมานแผล ระงับกลิ่นทั้งปวง ใช้ผสมกับขี้ผึ้งปิดแผล เผาไฟเอาควันอบห้องเป็นยาฆ่าเชื้อโรคในอากาศ องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยผลึก coniferyl benzoate 60-80%, benzyl cinnamate ในรูปของเหลว 6%, L-Siaresinolic acid 6%, กรดเบนโซอิก 12% และ vanillin 0.3% ในส่วน 2) กำยานสุมาตรา เป็นยางที่ได้จากเปลือกต้น Styrax ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะจาก *Styrax benzoin Dryander* มีถิ่นกำเนิดในสุมาตราและชวา องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย coniferyl cinnamate 70-80%, free cinnamic acid 10%, cinnamyl cinnamate, coniferyl benzoate และกรดเบนโซอิกเล็กน้อย (วันดี กฤษณพันธ์ และคณะ, 2534; ล้วนรัตน์ อ้อมบุญ และคณะ, 2536; ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต และคณะ, 2538; The Drug Committee and the Food and Drug administration of Thailand, 1986)



รูปที่ 1 โครงสร้างเคมีของสารที่พบทั่วไปในกำยาน

โดยความสำคัญและคุณสมบัติเบื้องต้นของกรดเบนโซอิกนั้นคือเป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้ใน อาหาร ยา และเครื่องสำอาง ที่มีประวัติการใช้มานาน อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารอินทรีย์อีกหลายชนิดคือ กลุ่ม plasticizers เช่น glycol-, diethyleneglycol-, และ triethyleneglycol esters ในระดับอุตสาหกรรมจะผลิตกรดเบนโซอิก โดยใช้ปฏิกิริยา partial oxidation สาร toluene ด้วย oxygen แล้ว catalyzed ด้วย cobalt หรือ manganese naphthenates ซึ่งจะได้ค่า yield ค่อนข้างสูง และในส่วนของการสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการก็สามารถทำได้หลายวิธีอาทิเช่น การ hydrolysis สารพวก nitriles, amides, benzonitrile และ benzamide ในสภาวะกรดหรือเบส โดยทั่วไปแล้วจะสามารถเพิ่มความบริสุทธิ์ของกรดเบนโซอิกที่ผลิตขึ้นมาได้ด้วยการตกผลึกซ้ำในตัวทำละลายน้ำซึ่งจะได้ผลิตผลได้ (yield) ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดเบนโซอิกนั้นมีน้ำหนักโมเลกุล 121.11 มีจุดหลอมเหลว 122 องศาเซลเซียส และจุดเดือด 249 องศาเซลเซียส สำหรับในรูปของกรดนั้นจะละลายในน้ำได้น้อยมาก แต่จะละลายได้ดีขึ้นในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ และคลอโรฟอร์ม ประสิทธิภาพของกรดเบนโซอิกจะสูงที่สุดที่ช่วงความเป็นกรด มีค่า pH 2.5-4.0 และจะมีประสิทธิภาพสูงในรูปของกรดที่ไม่แตกตัวจึงเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดสูง (Krebs, et al., 1983; Wilson, et al., 2004; Merck research laboratories, 2006)

จากงานวิจัยก่อนหน้า "การเตรียมสารกันเสียกรดเบนโซอิกจากกำยานไทย" (Saiin, et al., 2005) ได้มีการพัฒนาวิธีเตรียมกรดเบนโซอิกจากกำยานไทยไว้แล้ว แต่ทว่ายังมีข้อกำจัดอยู่นั่นคือ กรดเบนโซอิกที่ผลิตได้นั้นยังมีความบริสุทธิ์ต่ำไม่เข้ามาตรฐานตามข้อกำหนดของเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา (USP35 NF30) ซึ่งปัญหาตรงจุดนี้เองคือที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยผู้ทำการวิจัยต้องการพัฒนาวิธีที่ทำให้กรดเบนโซอิกที่ได้จากการเตรียมในงานวิจัยข้างต้นมีความบริสุทธิ์สูงมากยิ่งขึ้นจนอยู่ในช่วง 99.5-100.5 ร้อยละโดยมวล ตามข้อกำหนดของเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา (The United States Pharmacopeia Convention, 2012) โดยใช้หลักการตกผลึกซ้ำ

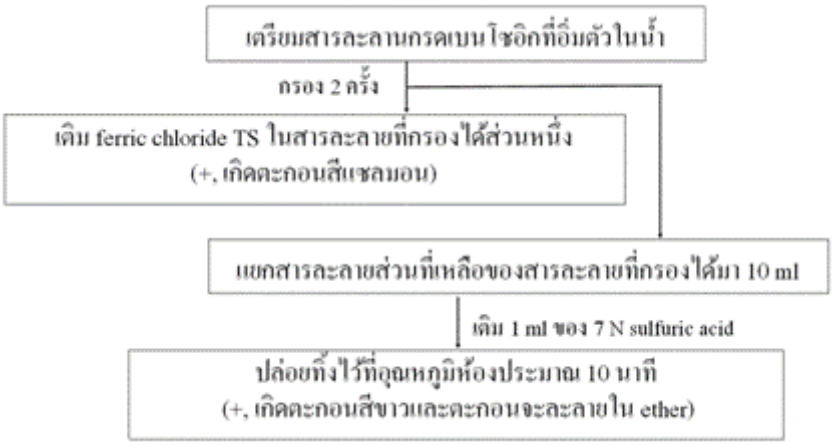
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ คือกรดเบนโซอิกที่เตรียมได้จากการนำกำยานไทยมาทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสต์ด้วยโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ในแอลกอฮอล์ รายละเอียดใน Saiin, et al. (2005)

2. ขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้กรดเบนโซอิก

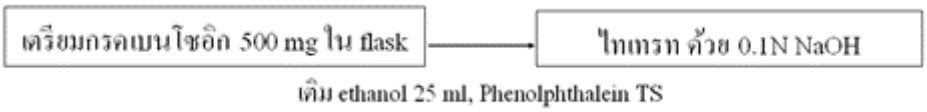
2.1 ตรวจเอกลักษณ์ (Identification) และวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ (% purity) ของกรดเบนโซอิกตั้งต้นที่เตรียมไว้แล้ว

2.1.1 การตรวจเอกลักษณ์ตามวิธี USP 35 – NF 30



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการตรวจเอกลักษณ์กรดเบนโซอิกตามวิธี USP 35 – NF 30

2.1.2 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ตามวิธี USP 35 – NF 30

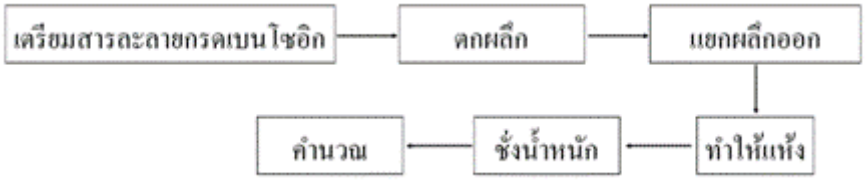


(จุดยุติคือสีชมพูอ่อน, มีการวิเคราะห์ซ้ำสองครั้ง จากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยของผลที่ได้)

รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของกรดเบนโซอิกตามวิธี USP 35 – NF 30

2.2 การตกผลึกซ้ำด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 10 วิธี พร้อมทั้งการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของผลึกที่ได้

2.2.1 ขั้นตอนทั่วไปในการตกผลึกซ้ำ



รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนทั่วไปในการตกผลึกซ้ำ (Skoog, et al., 2004)

2.2.2 วิธีที่ใช้ในการตกผลึกที่แตกต่างกัน 10 วิธี

ตารางที่ 1: Experiments for recrystallization of benzoic acid

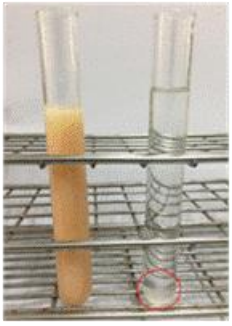
No.	Method
1-3	Crystallization by using one solvent such as Ethyl acetate, Ethanol and Water
4-6	Crystallization by using binary solvent mixture such as Ethyl acetate-Water, Solution of ethanol in water (1:10) and Ethanol-Water
7-8	Recrystallization of benzoic acid from method No. 1 and 2 by using small amount of water at nearly boiling temperature 3-5 times until it provided white crystal
9	Recrystalilzation of Starting benzoic acid by using small amount of water at nearly boiling temperature 3-5 times until it provided white crystal
10	Crystallization of Waste benzoic acid from the experiment by using Ethyl acetate, then recrystallization by using small amount of water at nearly boiling temperature 3-5 times until it provided white crystal

Method 1-6 used benzoic acid 10 g.. Method 7-10 used benzoic 4,4,2 and 2.92 g, respectively.

2.2.3 วิเคราะห์ความบริสุทธิ์ตามวิธี USP 35 - NF 30 ดังแสดงในข้อ 2.1.2

ผลการศึกษา

1. ผลการตรวจเอกลักษณ์ และการหาความบริสุทธิ์ของกรดเบนโซอิกตั้งต้น



รูปที่ 5 (ซ้าย) เกิดตะกอนสีแซลมอน และ (ขวา) เกิดตะกอนสีขาว

จากรูปภาพ สารละลายกรดเบนโซอิกหลังเติม Ferric chloride TS จะเกิดตะกอนสีแซลมอนอยู่ในหลอดทดลองด้านซ้าย และหลังเติม 7 N Sulfuric acid จะเกิดตะกอนสีขาวอยู่ในหลอดทดลองด้านขวา โดยตะกอนสีขาวที่เกิดขึ้นสามารถละลายใน ether ซึ่งทำให้สามารถสรุปได้ว่าสารที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นกรดเบนโซอิก และความบริสุทธิ์ของกรดเบนโซอิกตั้งต้นที่วิเคราะห์ได้ คือ 94.75 %w/w

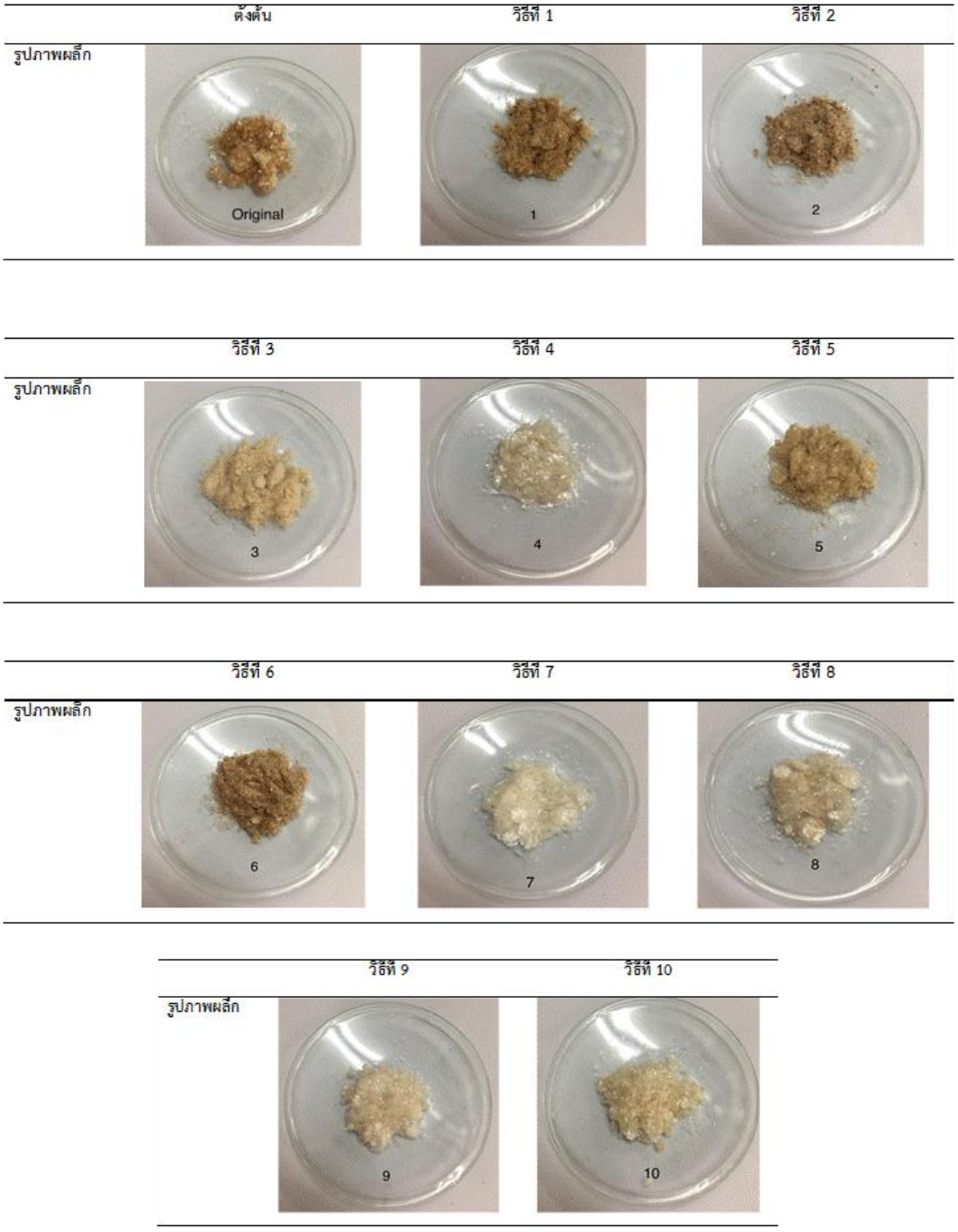
2. ผลการตกผลึกซ้ำและผลการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์

ตารางที่ 2: Conditions for crystallization, Yield (% w/w) and Purity (% w/w) of benzoic acid

No.	Solvent	Quantity of solvents (ml)	Temperature for dissolving (°C)	Temperature for crystallization (°C)	Time(Day)	Yield(%w/w)	*Purity(%w/w)
1	Ethyl acetate	50	60-70	RT	3	64.8	98.17
2	Ethanol	25	RT	RT	5	66.5	98.44
3	Water	600	80	RT	10	47.70	99.66
4	Water: Ethyl acetate	300: 40	60	RT	14	7.38	99.34
5	Solution of Ethanol in Water	330	60	RT	5	22.20	98.48
6	Water: Ethanol	300:30	60	RT	1	42.80	97.15
7	Water	40	90-100	RT	1	44.25	100.49
8	Water	40+50	90-100	RT	2	-	-
	Water	40	90-100	RT	2	-	-
	Water	40	90-100	RT	2	46.50	100.41

No.	Solvent	Quantity of solvents (ml)	Temperature for dissolving (°C)	Temperature for crystallization (°C)	Time(Day)	Yield(%w/w)	*Purity(%w/w)
9	Water	20+20	90-100	RT	2	-	-
	Water	40	90-100	RT	2	-	-
	Water	20	90-100	RT	2	34.67	99.58
10	Ethyl acetate	20	RT	RT	3	-	-
	Water	40	90-100	RT	2	63.78	99.36

* n =2, relative range < 0.4%



รูปที่ 6 แสดงสีและลักษณะของผลึกกรดเบนโซอิกตั้งต้นและผลึกที่ได้จากการตกผลึกซ้ำด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 10 วิธี

อภิปรายผลการศึกษา

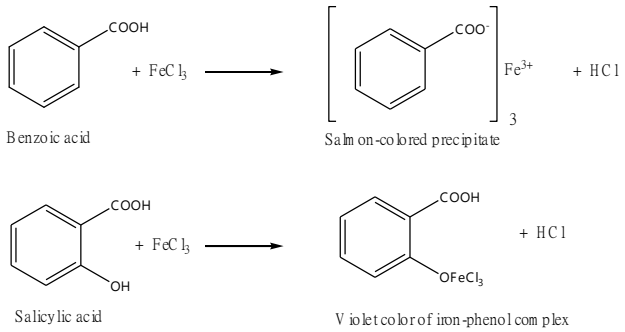
โดยทั่วไปการตกผลึกซ้ำจะใช้หลักการเรื่องการละลาย (solubility) ยกตัวอย่างคือตัวถูกละลายจะไม่ละลายในตัวทำละลายที่เย็นและสามารถละลายได้ดีเมื่อตัวทำละลายมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น ดังนั้นในทางปฏิบัติจะเป็นการ นำสารไปละลายในตัวทำละลายและที่อุณหภูมิที่เหมาะสมจนกระทั่งได้สารละลายอิ่มตัวจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นจนสารค่อย ๆ ตกผลึกออกมา ส่วนสิ่งเจือปนยังคงละลายอยู่ในสารละลายตามเดิมและสามารถทำการแยกสารที่ต้องการออกมาได้ ซึ่งกรดเบนโซอิกนั้นสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วปานกลาง ดังนั้นตัวทำละลายที่ผู้ทำการวิจัยเลือกคือ น้ำ เอทานอล และเอทิลอะซิเตท โดยน้ำมีขั้วสูงที่สุดและเป็นตัวทำละลายที่มีความปลอดภัยสูง เอทานอลมีขั้วปานกลางซึ่งอาจจะขัดกับหลักการการตกผลึกซ้ำแต่ก็มีความปลอดภัยสูงและอาจจะสามารถทำการตกผลึกได้ดีหากนำไปผสมกับตัวทำละลายที่เหลือ และสุดท้ายเอทิลอะซิเตทซึ่งมีความปลอดภัยที่สูงและมีขั้วต่ำที่สุดใน 3 ตัวทำละลาย (Khan & Usman, 2017)

การอภิปรายผลการตกผลึกซ้ำทั้ง 10 วิธี โดยละเอียดมีดังต่อไปนี้ วิธีที่ 1 นำกรดเบนโซอิกแรกเริ่ม 10 กรัม มาละลายด้วยเอทิลอะซิเตทปริมาณ 50 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 60-70 °C ซึ่งจะเป็นปริมาณและอุณหภูมิที่สามารถละลายกรดเบนโซอิกได้จนหมดจากนั้นปิดด้วยฟรอยที่มีการเจาะรูและปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วันพบว่าสารละลายระเหยค่อนข้างเร็วทำให้สารละลายระเหยจนแห้งในวันที่ 3 อาจจะเป็นเพราะว่าเจาะรูที่ฟรอยเยอะเกินไป โดยสารละลายจะมีการนำกรดเบนโซอิกมาตกผลึกที่ด้านข้างบีเกอร์ โดยผลึกที่อยู่ข้างบีเกอร์จะสกปรกเนื่องจากมีสีดำโดยผู้ทำการวิจัยสันนิษฐานได้ว่าสิ่งปนเปื้อน (impurity) จะเป็นพวกเรซินที่หลงเหลือมากจากขั้นตอนการเตรียมกรดเบนโซอิกจากกำยานในงานวิจัยส่วนแรก และจะเห็นว่าสิ่งปนเปื้อนจะละลายในเอทิลอะซิเตทได้ดีกว่า ส่วนผลึกที่อยู่ที่ก้นบีเกอร์จะมีน้อยกว่าและจะค่อนข้างบริสุทธิ์เนื่องจากมีสีที่ขาวและมีรูปร่างผลึกในลักษณเข็มซึ่งการเก็บผลึกส่วนที่บริสุทธิ์จะทำได้ค่อนข้างยากและจะมีสีค่อนข้างน้ำตาลเนื่องจากมีผลึกสีดำปนอยู่ด้วย ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 64.8 และ 98.17 %w/w, สภาวะที่ 2 ทำเช่นเดียวกับสภาวะที่ 1 แต่เปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเอทานอลปริมาณ 25 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะเป็นปริมาณและอุณหภูมิที่สามารถละลายกรดเบนโซอิกได้จนหมดเช่นเดียวกับวิธีที่ 1 จากนั้นปิดด้วยฟรอยที่มีการเจาะรูและปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ผลของการตกผลึกที่ได้จะคล้ายกับวิธีที่ 1 สิ่งที่แตกต่างคือหลังจากปล่อยให้ตกผลึกเป็นเวลา 3 วัน สารละลายจะไม่ระเหยไปจนหมดและจะมีการตกผลึกออกมาบางส่วนจึงได้ทำการย้ายสารละลายไปบีเกอร์ใหม่ และปล่อยตกผลึกเช่นเดิม โดยได้ทำการเปลี่ยนบีเกอร์สองครั้งจนสารละลายละเหยไปจนหมด แล้วทำการแยกผลึกส่วนที่บริสุทธ์ออกมาจากทั้งสามบีเกอร์ ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 66.5 และ 98.44 %w/w ซึ่งใกล้เคียงกับวิธีที่ 1, สภาวะที่ 3 ใช้ตัวทำละลายเป็นน้ำปริมาณ 600 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 80 °C ซึ่งจะเป็นปริมาณและอุณหภูมิที่สามารถละลายกรดเบนโซอิกได้จนหมดเช่นเดียวกันกับวิธีข้างต้นจากนั้นปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน โดยผลึกที่ได้จะขาวมากกว่าสองวิธีแรก แต่ว่าจะค่อนข้างละเอียด และลอยทำให้เก็บผลึกได้ยากร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 47.7 และ 99.66 %w/w ซึ่งจะเห็นได้ว่าให้ร้อยละผลิตผลที่ได้น้อยกว่า แต่ให้ร้อยละความบริสุทธิ์สูงกว่าสองวิธีแรกที่เป็นการใช้ตัวทำละลายเดี่ยวเช่นเดียวกัน โดยทั้งสามวิธีแรกจะมีการกรองของสารละลายหลังจากละลายกรดเบนโซอิก ซึ่งปัญหาที่พบคือมีการตกผลึกติดที่กรวยกรองและกระดาษกรองทำให้เสียผลึกไปพอสมควร, สภาวะที่ 4 นำกรดเบนโซอิกแรกเริ่ม 10 กรัม มาละลายด้วยเอทิลอะซิเตทปริมาณ 40 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำปริมาณ 300 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 °C ลงไป โดยจะใช้ตัวทำลายน้ำเป็นหลักซึ่งจะเป็นการต่อยอดจากสามวิธีแรกที่น้ำให้ความบริสุทธิ์สูงแต่ให้ร้อยละผลิตผลต่ำ จึงทำการใช้ co-solvent ช่วยจากนั้นปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน พบว่าสารละลายทั้งสองไม่เข้ากันอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เกิดชั้นของเอทิลอะซิเตทแยกออกมาจากน้ำ โดยปกติแล้วเอทิลอะซิเตทสมควรที่จะลอยอยู่บนชั้นน้ำเนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่า แต่ในการทดลองนี้พบว่าเอทิลอะซิเตทจะอยู่ด้านล่างบีเกอร์ ทำให้สามารถบอกได้ว่าในชั้นของเอทิลอะซิเตทมีกรดเบนโซอิกอยู่ด้วย ต่อมาเมื่อผ่านไป 12 วัน พบว่าชั้นของเอทิลอะซิเตทแข็งตัวและจับกันเป็นก้อนและจะมีผลึกของกรดเบนโซอิกรูปเข็มสีขาวหลุดออกมา เนื่องจากเมื่อกรดเบนโซอิกในชั้นเอทิลอะซิเตทได้มาสัมผัสกับชั้นของน้ำที่มีค่าการละลายที่ต่ำ แต่อย่างไร

ก็ตามผลึกที่ออกมาจะค่อนข้างน้อย และลอย ทำให้เก็บผลึกได้ยาก ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 7.38 และ 99.4 %w/w, สภาวะที่ 5 นำกรดเบนโซอิกแรกเริ่ม 10 กรัม มาละลายด้วยส่วนผสมของน้ำและเอทานอลปริมาณ 300 และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 60 °C ซึ่งมีหลักการเดียวกันกับสภาวะที่ 4 และปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน พบว่าระหว่างการละลายกรดเบนโซอิกจะมีสิ่งปนเปื้อนสีดำลอยอยู่ในสารละลาย จึงได้มีการแยกออกไปด้วยแท่งแก้ว และจะสังเกตุได้ว่าสารละลายจะมีลักษณะขุ่นซึ่งจะต่างจากวิธีอื่น ๆ ทำให้สามารถสันนิษฐานได้ว่าอาจจะเกิดปฏิกิริยา esterification ระหว่างเอทานอลกับกรดเบนโซอิกเกิดเป็น ethyl benzoate ทำให้ได้ผลึกกรดเบนโซอิกออกมาน้อย โดยผลึกที่ได้จะค่อนข้างละเอียดสีเนื้อ และลอย ทำให้เก็บได้ยากร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 22.20 และ 98.48 %w/w, สภาวะที่ 6 ทำเช่นเดียวกับสภาวะที่ 5 แต่จะละลายกรดเบนโซอิกก่อนด้วยเอทานอลก่อนจะเติมน้ำลงไป จากนั้นปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน และมีการนำผลึกไปแช่ล้างด้วยน้ำ 2 ครั้ง พบว่าสารละลายขุ่นเช่นเดิมโดยผลึกที่ได้จะค่อนข้างละเอียดสีน้ำตาล และลอย ทำให้เก็บได้ยาก ที่ผลึกเป็นสีน้ำตาลและค่อนข้างสกปรกอาจจะเกิดจากการที่ปล่อยให้ตกผลึกในเวลาที่สั้นไป ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 42.80 และ 97.15 %w/w จะสังเกตได้ว่าวิธีที่ 1-3 ที่เป็นการใช้ตัวทำละลายเดี่ยวจะให้ความบริสุทธิ์ของผลึกใกล้เคียงกับวิธีที่ 4-6 ที่เป็นการใช้ตัวทำละลายผสม แต่ให้ร้อยละผลิตผลที่สูงกว่าพอสมควร, สภาวะที่ 7 นำกรดเบนโซอิกที่ได้จากสภาวะที่ 1 4 กรัม มาตกผลึกซ้ำด้วยน้ำ 40 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90-100 °C โดยจะเป็นปริมาณและอุณหภูมิที่สามารถละลายกรดเบนโซอิกได้จนหมด จากนั้นปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน พบว่าในระหว่างการให้ความร้อนสิ่งปยเปื้อนจะถูกหลอมกลายเป็นไขติดอยู่ก้นบีเกอร์ค่อนข้างเยอะโดยหลังจากให้ความร้อนเสร็จและอุณหภูมิลดลงก็จะเกิดการตกผลึกทันที ซึ่งผลึกที่ได้จะขาว ละเอียด และไม่ลอย จึงทำให้สามารถเก็บได้โดยง่าย ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 44.25 และ 100.49 %w/w ซึ่งจะเป็นผลึกที่ขาวและมีความบริสุทธิ์สูงที่สุดจากทั้ง 10 วิธี, วิธีที่ 8 นำกรดเบนโซอิกที่ได้จากสภาวะที่ 2 4 กรัม มาตกผลึกซ้ำด้วยน้ำ 40 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90-100 °C เช่นเดิมในระหว่างการให้ความร้อนสิ่งปนเปื้อนจะถูกหลอมกลายเป็นไขติดอยู่ก้นบีเกอร์เช่นเดียวกันในปริมาณหนึ่งแต่จะไม่รวมกลุ่มกันเหมือนกับวิธีที่ 7 ทำให้ผู้ทำการทดลองสงสัยว่าถ้าเกิดเพิ่มน้ำเข้าไปแล้วจะให้ผลที่แตกต่างกันหรือไม่ จึงได้ทำการเพิ่มน้ำเข้าไปอีก 50 มิลลิลิตรผลปรากฏว่าไขของสิ่งปนเปื้อนไม่รวมกลุ่มกันเหมือนเดิม แต่ว่าได้ละลายกลับเข้าไปในสารละลาย ทำให้สันนิษฐานได้ว่าปริมาณของน้ำจะส่งผลต่อการหลอมออกมาของสิ่งปนเปื้อน และการใช้ปริมาณที่น้อยจะสามารถแยกสิ่งปนเปื้อนออกมาได้ดีกว่า จากนั้นจึงปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน พบว่าผลึกที่ได้ยังมีสีออกน้ำตาลอยู่ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงนำไปตกผลึกซ้ำต่อเนื่องอีกสองครั้งโดยลดปริมาณน้ำเหลือ 40 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิเท่าเดิมและปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องอีกรอบละ 2 วัน โดยจะมีการย้ายสารละลายไปบีเกอร์ใหม่ระหว่างการให้ความร้อนเพื่อเป็นการแยกไขของสิ่งปนเปื้อนที่ติดอยู่ใต้บีเกอร์ออกไป ซึ่งระหว่างการให้ความร้อนสิ่งปนเปื้อนจะถูกหลอมกลายเป็นไขติดอยู่ก้นบีเกอร์จะไม่เกาะกลุ่มกันเช่นเดิม และพบว่าในครั้งที่สามจะไม่มีสิ่งปนเปื้อนถูกหลอมออกมาแล้ว จึงได้ทำการเก็บผลึก โดยผลึกที่ได้จะเป็นลักษณะเดียวกันกับสภาวะที่ 7 ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 46.50 และ 100.41 %w/w, วิธี 9 นำกรดเบนโซอิกแรกเริ่ม 2 กรัม มาตกผลึกซ้ำด้วยน้ำ 20 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90-100 °C พบสิ่งปนเปื้อนถูกหลอมกลายเป็นไขติดอยู่ก้นบีเกอร์ในระหว่างการให้ความร้อนเช่นเดียวกันและจะไม่รวมกลุ่มกันเหมือนกับวิธีที่ 8 แต่ทว่าไม่สามารถแยกสารละลายไปบีเกอร์ใหม่ในระหว่างการให้ความร้อนได้เนื่องจากปริมาณน้ำที่ใช้น้อยเกินไป จึงได้ทำการเติมน้ำลงไปอีก 20 มิลลิลิตร ทำให้สามารถแยกสารละลายไปบีเกอร์ใหม่ได้ จากนั้นจึงปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วันแต่อย่างไรก็ตามสิ่งปนเปื้อนก็ได้ละลายกลับเข้าไปในสารละลายเช่นกัน ทำให้ผลึกที่ได้มาจะมีสีค่อนข้างน้ำตาล ต่อมาจึงตกผลึกซ้ำด้วยสภาวะเดิมต่ออีกสองรอบและปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องอีกรอบละ 2 วัน ในรอบที่สองยังพบไขของสิ่งปนเปื้อนอยู่ ส่วนในรอบที่สามจะลดปริมาณน้ำลงครึ่งนึง เนื่องจากปริมาณของผลึกที่ได้ค่อนข้างน้อยแล้วและรอบในนี้ในระหว่างการให้ความร้อนจะไม่พบไขของสิ่งปนเปื้อนแล้วจึงได้ทำการเก็บผลึก โดยผลึกที่ได้จะเป็นลักษณะเดียวกันกับวิธีที่ 7 และ 8 ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 34.67 และ 99.58 %w/w ซึ่งร้อยละผลิตผลที่ได้ต่ำอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากกรดเบนโซอิกที่ใช้ในการตกผลึกค่อนข้างน้อย และจะเห็นได้ว่ากรดเบนโซอิกที่

นำมาใช้ตกผลึกแม้จะมีความบริสุทธิ์ต่ำกว่าวิธีที่ 7 และ 8 แต่ก็ยังให้ความบริสุทธิ์ที่ค่อนข้างสูง และสุดท้ายวิธีที่ 10 นำกรดเบนโซอิกที่ได้จากการนำสารละลายที่เหลือของทุกสภาวะไปละเหย 2.92 กรัม มาตกผลึกด้วยเอทิลอะซิเตทปริมาณ 20 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปตกผลึกซ้ำด้วยน้ำ 40 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90-100 °C และปล่อยตกผลึกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอีก 2 วัน ซึ่งวิธีนี้จะเป็นวิธีที่จะนำกรดเบนโซอิกที่มีความไม่บริสุทธิ์สูงมาตกผลึกในแบบเดียวกับวิธีที่ 7 โดยในระหว่างการให้ความร้อนในการตกผลึกรอบที่สอง สิ่งปนเปื้อนที่ถูกหลอมกลายเป็นไขติดอยู่ก้นบีเกอร์จะร่วมกลุ่มและค่อนข้างเยอะเช่นเดียวกัน จึงทำให้สามารถยืนยันได้ว่ากรดเบนโซอิกที่ทำการตกผลึกด้วยเอทิลอะซิเตทก่อน จากนั้นจึงนำมาตกผลึกด้วยน้ำน้อยและอุณหภูมิสูง จะสามารถแยกสิ่งปนเปื้อนออกมาได้ดีกว่า โดยผลึกที่ได้จะเป็นลักษณะเดียวกันกับวิธีที่ 7, 8 และ 9 ร้อยละผลิตผลและความบริสุทธิ์ที่คำนวณได้คือ 63.78 และ 99.36 %w/w

ในส่วนของการตรวจเอกลักษณ์กรดเบนโซอิกโดยการใช้ Ferric chloride test นั้น การเกิดตะกอนสีแซลมอนเป็นลักษณะเฉพาะสำหรับสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างกรดเบนโซอิกและFerric อาศัยคุณสมบัติที่กรดเบนโซอิกมีคุณสมบัติเป็น lewis acid ที่มีอิเล็กตรอนสำหรับใช้ร่วมซึ่งในกรณีนี้จะเกิดเมื่อกรดเบนโซอิกถูกดึงโปรตรอน (deprotonated) ทำให้เกิดประจุบวก (negative charge) และFerric จะทำหน้าที่เป็น lewis base คือ empty orbital ที่จะรับอิเล็กตรอน ดังนั้นสีที่เกิดขึ้นจาก Ferric chloride test จะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของ lewis acid compounds ที่มาทำปฏิกิริยา จะเห็นได้จากเมื่อนำ phenolic compounds เช่น salicylic acid หรือ acetylsalicylic acid มาทดสอบด้วย Ferric chloride test จะเกิดสารประกอบสีม่วงที่ละลายน้ำ โดยกรณีของ acetylsalicylic acid จะต้องผ่านการให้ความร้อนเพื่อไฮโดรไลส์ acetylsalicylic acid ให้เป็น salicylic acid ก่อน ดังสมการ



สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์โดยการไทเทรทผลึกกรดเบนโซอิกที่ได้จากทั้ง 10 วิธี ด้วยสารละลาย 0.1 นอร์มอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีดังนี้ 98.17, 98.44, 99.66, 99.34, 98.48, 97.15, 100.49, 100.41, 99.58 และ 99.36 ร้อยละโดยมวลตามลำดับ พบว่าวิธีที่ 3, 7, 8 และ 9 ให้ผลึกกรดเบนโซอิกที่มีความบริสุทธิ์อยู่ในช่วงที่กำหนดของเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา และจากผลการทดลองทั้งหมดพบว่าแนวทางการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้กรดเบนโซอิกที่ดีที่สุดคือการตกผลึกกรดเบนโซอิกซ้ำหลายครั้งจนสามารถกำจัดสิ่งสกปรกออกไปจากผลึกได้สมบูรณ์ด้วยน้ำในปริมาณที่น้อยที่สุดที่กรดเบนโซอิกสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส ซึ่งแนวทางนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตกรดเบนโซอิกในระดับอุสาหกรรมได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ คณะ และคณาจารย์ผู้สอนวิชาการควบคุณภาพเภสัชภัณฑ์ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต และคณะ. (2538). *เอกลักษณ์สมุนไพร*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลม, หน้า 1-16.

ล้วนรัตน์ อ้อมบุญ และคณะ. (2536). *การสกัดและตรวจสอบสารสำคัญจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 168-171.

วันดี กฤษณพันธ์ และคณะ. (2534). *เภสัชวินิจฉัย: ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 1-15.

Khan, R., & Usman, M. (2017). A Comparative Study of Physical and Chemical Method for Separation of Benzoic Acid from Industrial Waste Stream. *Journal of Advanced Chemical Engineering*, 7(1), 1-11.

Krebs, H.A., Wiggins, D., & Stubbs, M. (1983). Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. *Biochem J*., 214 (3), 657-663.

Merck research laboratories. (2006). The Merck Index, 14th edition; an encyclopedia of chemical, drugs, and biological 2006. USA: Merck 7 Co., Inc., p.181.

Saiin, C., Markmee, S., Kamman, P., & Meemak, S. (2005). Preparation of food preservative benzoic acid from Kamyan Thai. *Proceeding of the 7th Agro-Industry Conference*, CD-ROM, Chiang Mai: Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, 1-5.

Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., & Crouch, S.R. (2004). *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 8th edition. Singapore: Thomson Learning, p314-336.

The United States Pharmacopeia Convention. (2012). *The United States Pharmacopeia: USP 35; the national formulary: NF 30*. Rockville, MD: United States Pharmacopeia Convention.

The Drug Committee and the Food and Drug administration of Thailand. (1986). *Thai Pharmacopoeia Volume I part 1*. Bangkok: Department of Medical Sciences, Ministry of Public health, p47-49.

Wilson, C.O., Gisvold, O., & Block, J.H. (2004). *Wilson and Gisvold's Textbook of Organic Medicinal and Pharmaceutical*. Lippincott Williams & Wilkins, p. 234.

การออกแบบและสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามโดยอัตโนมัติด้วยวิธีไวยากรณ์รูปร่าง เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องประดับกำไล

โชคนิธิ นาคเมธี[1] และ สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า[2*]

A Generative Design of Islamic Geometric Patterns Using Shape Grammar for Bangle Jewelry Design

Choknithi Nakmethee[1] and Somlak Wannarumon Kielarova[1,2*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]หน่วยวิจัยด้านการออกแบบ การตัดสินใจ และการพัฒนาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Mueng, Phitsanulok, 65000
[2]Research Center for Industrial Design, Decision and Development – iD[3], Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Mueng, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author. E-mail: somlakw@nu.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการศึกษาการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามโดยใช้วิธีไวยากรณ์รูปร่าง (Shape Grammar) ซึ่งวิธีไวยากรณ์รูปร่างนี้ เป็นหนึ่งในวิธีการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการออกแบบสไตล์ สถาปัตกรรม วัตถุ รวมทั้งการออกแบบลวดลายต่าง ๆ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาการออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามเพื่อนำลวดลายที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับซึ่งเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย เพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่ให้ความสนใจในลวดลายนี้ได้ ซึ่งหลักการที่ใช้ศึกษาการสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามในงานวิจัยนี้ ประกอบขึ้นจากการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) และประยุกต์ใช้กฎการสร้างรูปร่างเริ่มต้น (Initial Shape Rules) กฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Transformation Rules) และกฎการสร้างลวดลาย (Pattern Rules) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด และนำหลักการดังกล่าวมาพัฒนาขึ้นเป็นระบบออกแบบแบบอัตโนมัติบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) และสร้างขึ้นเป็นโมเดลเครื่องประดับกำไลแบบ 3 มิติ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามได้อย่างหลากหลาย ช่วยสำรวจคำตอบหรือลวดลายแบบใหม่ แต่ยังคงเอกลักษณ์ของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามให้คงอยู่ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดเวลาในการออกแบบจากวิธีดั้งเดิมได้ถึง 84 % นอกจากนี้ยังสามารถนำลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบด้านอื่น ๆ หรือช่วยกระตุ้นแนวความคิดของนักออกแบบในการสร้างลวดลายได้อีกด้วย

คำสำคัญ: การออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ ไวยากรณ์รูปร่าง ลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม แม่ลาย คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

Abstract

The objective of this research aimed to present the results of the study of the generative design of Islamic geometric patterns by using the Shape Grammar method. It is one of the methods of generative design that is suitable to use in the design of Style, Architectural, Form design including the patterns design. This research has developed the design of Islamic geometric patterns used in the jewelry design, which is an important export product of Thailand. Increase the opportunity to reach customers who are interested in this pattern. The principles used to study the construction of Islamic geometric patterns in this research are composed of the creation of a polygon and apply the Initial Shape Rules, Transformation Rules and Pattern Rules by changing parameter values according to the specified rules, by using the above principles to develop an automated design system on computer-aided design (CAD) and create a 3D bracelet model. the study found that able to create a variety of Islamic geometric patterns, explore the answer or new patterns in possible search space, but still maintains the uniqueness of Islamic geometric patterns. The results of this research

can reduce design time by 84% compared to traditional designing methods. Also, can use Islamic geometric patterns applied to design in other design areas, help stimulate the ideas of designers to create patterns as well.

Keywords: Generative Design, Shape Grammar, Islamic Geometric Pattern, Motif, Computer Aided Design

บทนำ

สินค้าประเภทอัญมณีและเครื่องประดับเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญในอันดับที่ 3 ของไทย และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4.74 ของสินค้าส่งออกโดยรวมของไทย (ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ,2560) แต่ถึงกระนั้น ประเทศไทยยังคงต้องได้รับการพัฒนาศักยภาพในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อความสามารถด้านการแข่งขันในระยะยาว โดยหนึ่งเหตุผลที่สำคัญนั่นก็คือ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับของไทยในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่ ยังคงเป็นการรับจ้างผลิตหรือ OEM (Original Equipment Manufacturer) ซึ่งภาครัฐและเอกชนยังคงให้ความสนใจในด้านการพัฒนาเพื่อยกระดับสู่การผลิตตามรูปแบบของตนเอง (ODM:Original Design Manufacturer) และสามารถพัฒนาเป็นตราสินค้าของตนเอง (OBM:Original Brand Manufacturer) ด้วยเช่นกัน

ในการออกแบบเครื่องประดับ นอกจากความแตกต่างทางด้านรูปทรงแล้ว ในการออกแบบลวดลายบนเครื่องประดับนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยการนำลวดลายใด ๆ มาประดับหรือตกแต่งบนเครื่องประดับ สามารถบ่งบอกถึงเอกลักษณ์ของเครื่องประดับนั้น ๆ ได้ ดังเช่นลวดลายที่เลียนแบบมาจากสิ่งมีชีวิต และลวดลายเรขาคณิต เป็นต้น

ลวดลายเรขาคณิต นับว่าเป็นลวดลายที่มีความคลาสสิคร่วมสมัยอยู่เสมอ เกิดจากการนำรูปร่างหรือรูปทรงเรขาคณิตที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันทั้งรูปร่างและขนาดมาประกอบรวมกันด้วยการจัดเรียงแบบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นลวดลายขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปร่างหรือรูปทรงเรขาคณิตนั้น เป็นพื้นฐานในการสร้างให้เกิดลวดลายต่าง ๆ แต่หลักการนำรูปร่างหรือรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดลวดลายที่บ่งบอกถึงเอกลักษณ์เฉพาะของลวดลายนั้น ๆ ต้องอาศัยความสามารถและประสบการณ์ของนักออกแบบที่ได้ออกแบบและนิยามสิ่งเหล่านั้นไว้ รวมถึงการแสดงออกเพื่อให้รับรู้ถึงสิ่งเหล่านั้น โดยรูปแบบของการจัดเรียงลวดลายแบบเรขาคณิต อาจได้รับแรงบันดาลใจหรือต้นแบบมาจากลวดลายของสิ่งก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ซึ่งในงานด้านศิลปะการตกแต่งทางสถาปัตยกรรมที่เด่นชัดในการนำรูปร่างเรขาคณิตมาสร้างให้เกิดเป็นลวดลายที่น่าสนใจ คือ ลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม (Islamic Geometric Patterns: IGPs) (Abdullahi and Embi, 2013) โดยมีรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ในด้านการเชื่อมต่อกันของลวดลายที่ไม่รู้จบและความสมมาตรของลวดลาย ซึ่งลวดลายแบบอิสลามนี้มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อให้เกิดความหลากหลายได้เป็นจำนวนมาก และเนื่องจากในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer-Aided Design ; CAD) เข้ามาช่วยในขั้นตอนการออกแบบแนวความคิด (Conceptual Design) ดังที่ปรากฏในงานวิจัยด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งได้นำหลักการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ (Generative Design) มาใช้งานร่วมกับโปรแกรม CAD เพื่อช่วยในการออกแบบรูปทรงที่สนใจศึกษา ทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ เช่นงานวิจัยของ Lee and Tang (2004) ได้ทำการออกแบบกล้องถ่ายรูปดิจิตอลในรูปแบบใหม่แต่ยังคงฟังก์ชันการใช้งานของกล้องได้ Cui and Tang (2013) ทำการออกแบบลายปักผ้าของชนชาติจ้วง (Zhuang ethnic) โดยพัฒนาการออกแบบและค้นหาความเป็นไปได้ของลวดลายใหม่ และ Dou, Zong and Li (2016) ได้ทำการออกแบบแผงหน้าปัดรถยนต์ (Car Console) โดยเป็นการออกแบบแนวความคิดที่จะสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผงหน้าปัดรถยนต์ เป็นต้น โดยหลักการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ สามารถสร้างรูปทรงที่มีความหลากหลายได้คราวละจำนวนมาก ๆ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม และนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบแบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างให้เกิดลวดลายใหม่ที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามที่ยังคงเอกลักษณ์ของลวดลายเดิมไว้ได้ และนำลวดลายที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับกำไลเพื่อให้เห็นถึงการนำลวดลายที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ ซึ่งเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทย เพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่ให้ความสนใจ

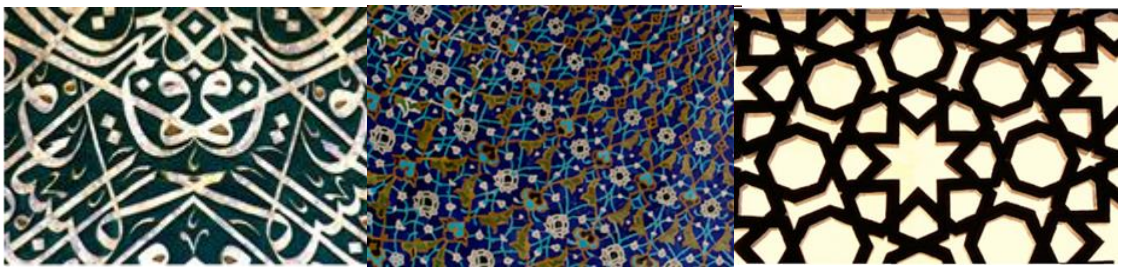
ในลวดลายลักษณะนี้ได้ และเพิ่มโอกาสและความสามารถในการช่วยให้นักออกแบบนำโมดูลที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ประโยชน์ กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ และช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบจากวิธีการออกแบบเครื่องประดับแบบดั้งเดิม ซึ่งจะอธิบายหลักการที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

การออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ (Generative Design) หมายถึง การใช้ความสามารถเชิงคำนวณของคอมพิวเตอร์มาช่วยสนับสนุนการทำงานของนักออกแบบและ (หรือ) สร้างส่วนของขั้นตอนการออกแบบโดยอัตโนมัติ โดยกระบวนการสร้างรูปร่างหรือรูปทรงในแต่ละรอบที่วนซ้ำนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์หรือวิธีการซึ่งอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด สามารถช่วยสำรวจความเป็นไปได้ในการออกแบบ (Design Exploration) บนพื้นที่การออกแบบขนาดใหญ่ (Large Design Space) และยังช่วยลดเวลาและแรงงานในการออกแบบได้ (Singh and Gu, 2012)

ไวยากรณ์รูปร่าง (Shape Grammars:SG) หรือภาษาในการออกแบบ (Stiny,1980) เป็นหนึ่งในวิธีการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ ซึ่งริเริ่มใช้ในการออกแบบในงานด้านสถาปัตยกรรม โดยไวยากรณ์รูปร่างเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบเพื่อคงเอกลักษณ์หรือรูปแบบของสิ่งที่ต้องการออกแบบ และยังใช้เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วิเคราะห์กระบวนการออกแบบของสิ่งที่มีอยู่แล้วเพื่อให้เกิดความเข้าใจและพัฒนาการออกแบบเพื่อให้การออกแบบใหม่ยังคงเอกลักษณ์ของสิ่งนั้น ๆ ไว้ได้ โดยไวยากรณ์รูปร่างจะประกอบไป 4 ส่วน ได้แก่ เซตของรูปร่าง (A finite set of shapes) คือ เซตของรูปร่างที่เป็นไปได้ เซตของสัญลักษณ์ (A finite set of symbols) คือ สัญลักษณ์ที่นำไปใช้เพื่อระบุตำแหน่งในการประยุกต์ใช้กฎรูปร่าง เซตของกฎรูปร่าง (A finite set of shape rules) คือ กฎที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และรูปร่างเริ่มต้น (Initial shape) คือ รูปร่างเริ่มต้นจะประกอบไปด้วยเซตของรูปร่างและเซตของสัญลักษณ์

คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer- Aided Design : CAD) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการสร้างสรรค์ผลงานของนักออกแบบในสาขาวิชาต่าง ๆ เนื่องจากในปัจจุบัน รูปแบบการผลิตได้ใช้เครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ จากอดีตที่งานออกแบบที่ต้องการความละเอียดต้องอาศัยมนุษย์ในการสร้างสรรค์ผลงานออกมา แต่ในปัจจุบันนั้นวิทยาการทางด้านเครื่องจักรกลต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาให้สามารถรองรับการผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดได้ ซึ่งไฟล์ที่ได้จากการออกแบบด้วย CAD นี้ สามารถนำไปผลิตเป็นชิ้นงานต้นแบบหรือชิ้นงานจริงได้ เช่น การนำไฟล์ที่ได้ไปสั่งพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ชิ้นแบบ 3 มิติ (3D Printing) หรือการใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานต้นแบบที่ต้องการจากวัสดุที่เป็นโลหะเป็นต้น แต่ถึงกระนั้นงานโปรแกรม CAD ยังจำกัดเฉพาะผู้ที่สามารถใช้งานโปรแกรมจำพวกนี้ได้เท่านั้น นอกจากบทบาทที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบจะถูกนำมาใช้ก่อนขั้นตอนการผลิตแล้วนั้น การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในขั้นตอนการออกแบบยังสามารถช่วยนักออกแบบในขั้นตอนการออกแบบแนวความคิด (Conceptual Design) ได้เช่นกัน โดยงานวิจัยของ Kielarova et al. (2013) ได้พัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ (Generative Design System) เพื่อทำการออกแบบเครื่องประดับแหวน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยนักออกแบบในการสำรวจรูปทรงของแหวนที่เป็นไปได้แทนการออกแบบด้วยวิธีการร่างภาพ (Sketch) ด้วยมือของนักออกแบบ ซึ่งระบบออกแบบสามารถออกแบบเครื่องประดับแหวนได้อย่างหลากหลาย

ลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม (Islamic Geometric Patterns: IGPs) เป็นลวดลายเรขาคณิต (Geometric Ornament) ที่ปรากฏในงานสถาปัตยกรรมและงานประยุกต์ศิลป์อื่น ๆ ของศิลปะอิสลาม (Islamic Art) ที่สำคัญนอกเหนือจากลวดลายอักษร (Calligraphic Ornament) และลวดลายพรรณพฤกษา (Floral Onament) ดังแสดงในรูปที่ 1 ลวดลายเหล่านี้ส่วนใหญ่ปรากฏตามการตกแต่งมัสยิด รวมถึงเครื่องปั้นดินเผา พรม และศิลปหัตถกรรมอื่น ๆ เนื่องจากศิลปะอิสลามไม่มีรูปเคารพ เนื่องมาจากบทบัญญัติทางศาสนาที่ห้ามจำลองบุคคลเพื่อการเคารพ ดังนั้นลวดลายจึงแทบไม่ปรากฏรูปคนและสัตว์ แต่ใช้ลวดลายดังกล่าวแทน (ปัญญา, 2548)



(a) (b) (c)

รูปที่ 1 ลวดลายอักษร (a) ลวดลายพรรณพฤกษา (b) ลวดลายเรขาคณิต (c) (Rifai, 2015)

โดยคณะผู้วิจัย ได้นำเสนอวิธีดำเนินงานศึกษาวิจัย ผลการศึกษา อภิปรายผลศึกษา และสรุปผลจากการศึกษาตามลำดับในหัวข้อถัดไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

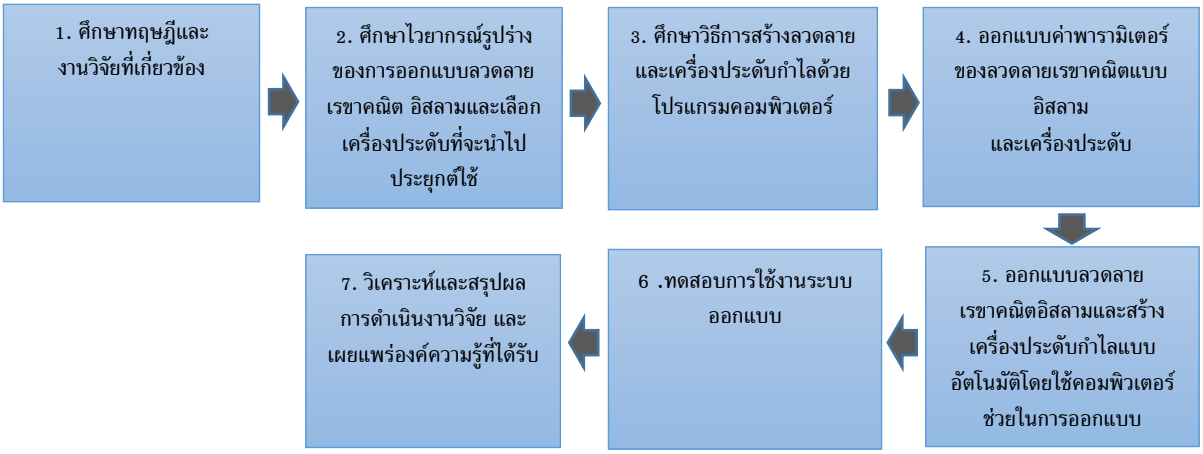
วิธีการในการดำเนินงานศึกษาวิจัยการออกแบบเครื่องประดับลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามแบบเจนเนอเรทีฟด้วยวิธีไวยากรณ์รูปร่าง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย การออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟ ทฤษฎีการออกแบบเครื่องประดับ การออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของการออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม และเลือกเครื่องประดับที่จะนำไปประยุกต์ใช้

รูปแบบของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามนั้น มีความน่าสนใจในการนำมาพัฒนาประดับตกแต่งเครื่องประดับ เนื่องจากรูปทรงเรขาคณิต ยังคงเป็นรูปทรงร่วมสมัย ที่ใช้ในการออกแบบไม่ว่าจะงานด้านใดก็ตามอยู่เสมอ แต่จะแตกต่างกันที่ความเรียบง่ายหรือความซับซ้อนของการออกแบบเท่านั้น ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิต โดยได้แนวคิดการออกแบบลวดลายมาจากรูปแบบเรขาคณิตแบบอิสลาม ที่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับกำไล โดยในขั้นตอนนี้ได้ทำการกำหนดไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม และได้เลือกทำการศึกษาการออกแบบเครื่องประดับกำไล เนื่องจากเป็นเครื่องประดับที่มีพื้นที่ในการสร้างลวดลายได้มากกว่าเครื่องประดับชนิดอื่น ๆ โดยได้ทำการออกแบบเครื่องประดับกำไลแบบการนำแม่ลาย (Motif) ซึ่งเป็นลักษณะกำไลที่เกิดจากการทำซ้ำ (Repetition) ของแม่ลายเพื่อให้เกิดเป็นลวดลายขึ้น



รูปที่ 2 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

3. ศึกษาวิธีการสร้างลวดลายและเครื่องประดับกำไลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การสร้างลวดลาย IGPs และเครื่องประดับในงานวิจัยนี้ ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Rhinoceros 5.0 ซึ่งใช้งานในส่วนของการเขียนคำสั่งในการสร้างรูป ด้วยไพธอนสคริปต์ (Python Script) และการใช้งาน Grasshopper ซึ่งเป็น Plug-In เสริมของโปรแกรม Rhinoceros 5.0

4. ออกแบบค่าพารามิเตอร์ (Parameter Design) ของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม และเครื่องประดับ

จากการศึกษาวิธีการสร้างลวดลายและเครื่องประดับด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ในขั้นตอนนี้จึงได้ทำการออกแบบค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามและรูปทรงของเครื่องประดับกำไล

5. ออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามและสร้างเครื่องประดับกำไลแบบอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

โดยพัฒนาในสองส่วนคือ ระบบออกแบบลวดลายเรขาคณิตอิสลาม และระบบออกแบบกำไล โดยการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาเป็นตัวกำหนดขอบเขตในการสร้างรูปร่างเรขาคณิตการสร้างลวดลาย และการนำไปใช้สร้างเครื่องประดับกำไล

6. ทดสอบการใช้งานระบบออกแบบ

เพื่อทดสอบการใช้งานระบบออกแบบที่พัฒนาขึ้น ในขั้นตอนนี้จึงได้ทำการทดสอบการใช้งานโดยผู้ทำการทดสอบจำนวน 10 คน ที่มีความรู้ด้านการใช้งานโปรแกรมช่วยในการออกแบบ ได้แก่ นิสิตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ จำนวน 4 คน อาจารย์ด้านการออกแบบเครื่องประดับ จำนวน 2 คน นักออกแบบอิสระจำนวน 4 คน ซึ่งในการทดสอบจะให้ผู้ทดสอบใช้งานโปรแกรมออกแบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อหาลวดลายที่ต้องการและสร้างเครื่องประดับกำไลตามที่พึงพอใจ จากนั้นให้ผู้ทดสอบทดลองวาดลวดลายและเครื่องประดับตามแบบที่ได้จากการใช้งานระบบออกแบบข้างต้น โดยวาดบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบด้วยวิธีการวาดมือ และทำการจับเวลาจนได้ลวดลายและเสร็จสิ้นเป็นเครื่องประดับแบบ 3 มิติ และนำเวลาของสองวิธีดังกล่าวมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบออกแบบนี้

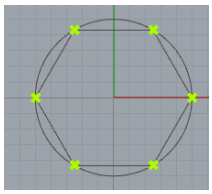
7. สรุปและนำเสนอผลการดำเนินงานวิจัย

นำผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบมาทำการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษา

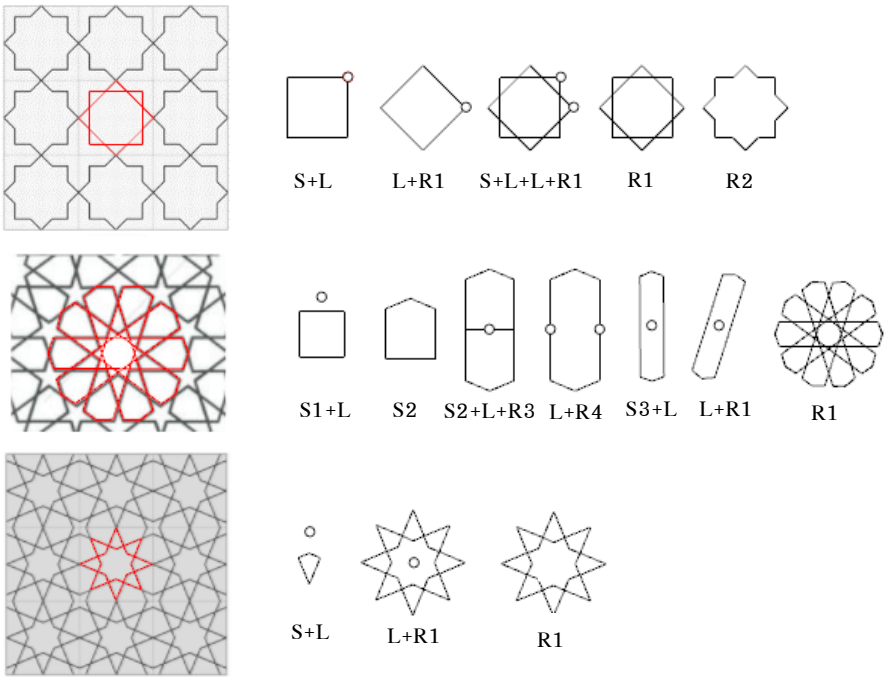
จากขั้นตอนการศึกษาวิจัยที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมา ได้ผลการศึกษาวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. จากการศึกษาการออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม พบว่า เป็นลวดลายที่มีความเก่าแก่มาตั้งแต่ในช่วงต้นของศตวรรษที่ 7 และมีการพัฒนารูปแบบเรื่อยมา ลวดลายที่ซับซ้อนนี้เกิดจากรูปทรงเรขาคณิตที่เรียบง่าย รูปแบบทางเรขาคณิตของอิสลามเป็นรูปแบบศิลปะที่ประณีตโดยการทำซ้ำ (Repeating) การทับกัน (Interlacing) หรือจัดเรียงกันในรูปแบบที่ซับซ้อน (Intricate Combinations) ซึ่งวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ในการออกแบบลวดลายนี้จะใช้ไม้บรรทัดและวงเวียนในการสร้างรูป โดยร่างเส้นผ่านจุดตัดที่เกิดขึ้นของวงกลม ดังรูปที่ 3 เพื่อสร้างให้เกิดรูปเรขาคณิตขึ้น จึงได้นำหลักการเดียวกันนี้มาใช้สร้างรูปหลายเหลี่ยมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อให้เกิดลวดลายต่อไป



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการสร้างรูปเริ่มต้น 6 หลายเหลี่ยมด้านเท่า (n = 6)

2. ผลการศึกษาลักษณะรูปแบบของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามตามที่ปรากฏให้เห็นได้ในการนำไปใช้ตกแต่งสถานที่สำคัญของอิสลามและข้าวของเครื่องใช้ โดยที่พบเห็นได้ชัดเจนจะเป็นลักษณะของการตกแต่งผนังและพื้นแบบการปูกระเบื้องหลากสีสัน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะรูปทรงโดยไม่พิจารณาถึงเรื่องสี และแยกย่อยองค์ประกอบตามลักษณะที่เด่นชัด ดังตัวอย่างรูปที่ 4 จะพบว่าเป็นลวดลายที่ประกอบขึ้นจากรูปหลายเหลี่ยมแบบง่ายและแบบซับซ้อนตามแต่การจัดเรียง โดยงานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม เพื่อหาองค์ประกอบย่อยในการสร้างลาย โดยผู้วิจัยได้สรุปหลักไวยากรณ์รูปร่างในงานวิจัยนี้ ดังนี้



*โดยใช้วงกลม (Initial Shape; I) ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม

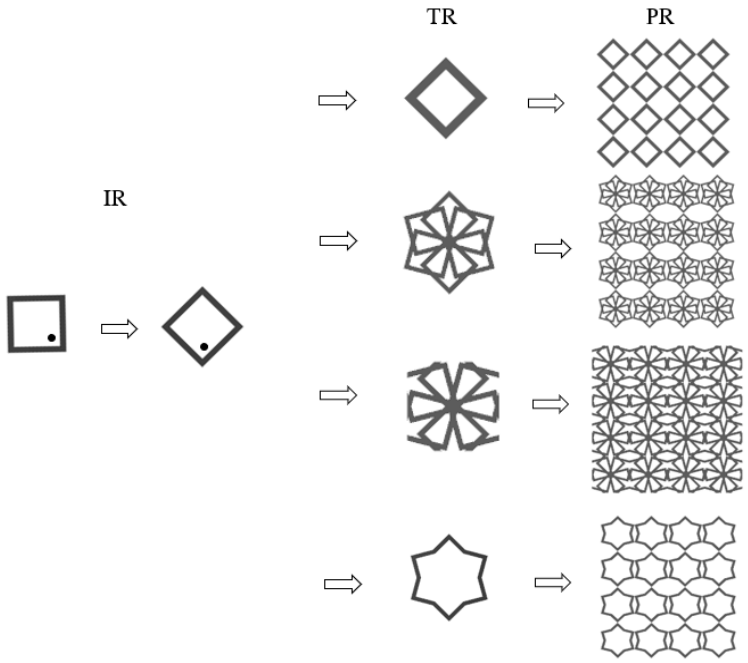
รูปที่ 4 ตัวอย่างการศึกษาไวยากรณ์รูปร่างของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม

SG ={S, L, R, I}

โดยที่	SG	คือ	ไวยากรณ์รูปร่าง
	S	คือ	เซตขอบเขตของรูปร่าง ได้แก่ รูปทรงหลายเหลี่ยม (Polygon)
	L	คือ	เซตขอบเขตของสัญลักษณ์ เพื่อระบุตำแหน่งในการประยุกต์ใช้กฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ได้แก่ จุด { .}
	R	คือ	เซตขอบเขตของกฎรูปร่าง ประกอบไปด้วย กฎการสร้างรูปร่างเริ่มต้น (Initial Shape Rules; IR) กฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Transformation Rules; TR) กฎการสร้างลวดลาย (Pattern Rules; PR)
	I	คือ รูปร่างเริ่มต้น คือ รูปวงกลม	

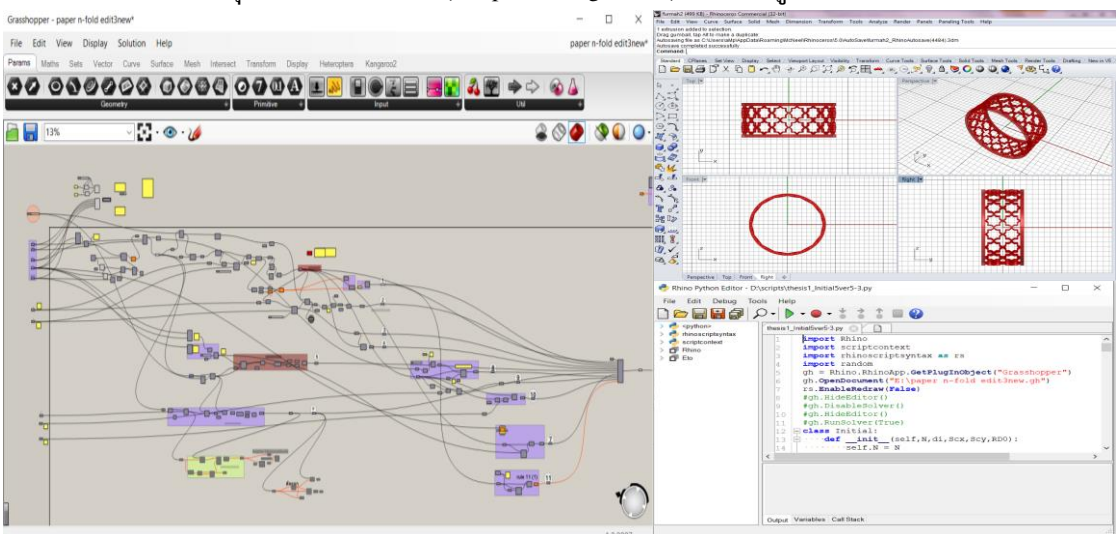
โดยส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการสร้างรูปใหม่ คือ กฎรูปร่าง ประกอบด้วย กฎการสร้างรูปร่างเริ่มต้น (Initial Shape Rules; IR) เพื่อใช้ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม กฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Transformation Rules; TR) เพื่อนำรูปหลายเหลี่ยม

มาประกอบกันหรือเรียกว่าแม่ลาย (Motif) และกฎการสร้างลวดลาย (Pattern Rules; PR) หรือการนำส่วนของแม่ลายไปจัดเรียงให้เกิดเป็นลวดลายขึ้น โดยแสดงภาพรวมของตัวอย่างการประยุกต์ใช้กฎทั้ง 3 ส่วน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างกฎประยุกต์ใช้กฎ (R) ในลำดับต่าง ๆ

3. จากการศึกษาวิธีการสร้างลวดลายและเครื่องประดับกำไลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Rhinoceros 5.0 ซึ่งใช้งานในส่วนของการเขียนคำสั่งในการป้อนค่าพารามิเตอร์ ด้วย Python Script ซึ่งจะทำงานร่วมกันกับการใช้งาน Grasshopper Plug-in ที่มีลักษณะเป็น Visual Programming โดยสร้างรูปทรงสามมิติของเครื่องประดับกำไลขึ้นจากการใช้งานชุดคำสั่งแบบกราฟิก (Graphical Algorithm) แสดงดังรูปที่ 6



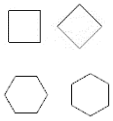
รูปที่ 6 การใช้งานโปรแกรม Rhinoceros 5.0 ในส่วนของ Python Script และ Plug-In Grasshopper ในการออกแบบลวดลายและเครื่องประดับกำไลแบบอัตมัติ

4. เนื่องจากข้อจำกัดในการสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม ต้องเป็นลวดลายที่เกิดจากการซ้อนทับกันของรูปเรขาคณิตเพื่อสร้างให้เกิดเป็นลวดลายขึ้น มีความสมมาตรและแม่ลายต่อกันได้โดยไม่เกิดช่องว่างระหว่างแม่ลาย จึงได้ทำการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามกฎที่ใช้ในวิธีไวยากรณ์รูปร่างเพื่อกำหนดให้เป็นขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ให้กับการออกแบบ รวมทั้งพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดให้กับโปรแกรมในการออกแบบเครื่องประดับกำไล โดยในการทดลองแต่ละรอบได้กำหนดจำนวนลวดลายที่ต้องการออกแบบ เช่น 50 รูป และทำการทดลองโดยทำการสุ่มค่าพารามิเตอร์เพื่อหาค่าขอบเขตในเบื้องต้น และเพื่อหาความสัมพันธ์กันของค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดรูปที่ไม่ตรงคุณลักษณะที่กำหนด เช่น ลายไม่ติดกัน ซึ่งแสดงตัวอย่างค่าพารามิเตอร์และขอบเขตที่ใช้ดังตารางที่ 1 ถึง 4 และแสดงตัวอย่างความสัมพันธ์กันของค่าพารามิเตอร์ y และ r ดังตารางที่ 2 เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ของกฎการสร้างรูปร่างเริ่มต้น

พารามิเตอร์	ขอบเขต	ความหมาย
N	[3 , 10]	จำนวนด้านหรือเหลี่ยม (เช่น 3 เหลี่ยม, 4 เหลี่ยม , 5 เหลี่ยม เป็นต้น)
Di	[0 , 1]	การสร้าง Polygon (0 = ด้านเท่า , 1 = ด้านไม่เท่า)
Scx	[0.5 , 1.5]	Scaling แนวแกน X (เช่น Scaling 0.5 เท่า คือ ลดขนาดลงครึ่งนึงตามแนวแกน X)
Scy	[0.5 , 1.5]	Scaling แนวแกน Y (เช่น Scaling 1 เท่า คือ ไม่ทำการสเกลตามแนวแกน Y)
RD0	*ขึ้นอยู่กับค่า N	ทิศทางของมุมของรูปร่างเริ่มต้น (หมุนตามเข็มนาฬิกา)

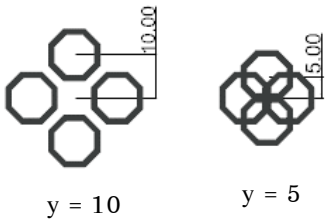
* ตัวอย่างค่า RD0 เช่น N = 4 ค่าที่ใช้ คือ 90°, 45°
N = 6 ค่าที่ใช้ คือ 60°, 30°



ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ของกฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

พารามิเตอร์	ขอบเขต	ความหมาย
r	[4,10]	จำนวน N-fold (การคัดลอกวัตถุรอบ ๆ จุดที่กำหนด จำนวน r รูป)
y	*ขึ้นอยู่กับค่า r และ N	ระยะเคลื่อนย้าย (Translation) จากจุดศูนย์กลาง (mm.)
Si	[1, (N+Di)]	ด้านที่ประยุกต์ใช้กฎ
Pt	[1, N]	จุดอ้างอิงที่ประยุกต์ใช้กฎ
Xm	[-8, 8]	ระยะเคลื่อนย้าย (Translation) ในแนวแกนX
Ym	[-8, 8]	ระยะเคลื่อนย้าย (Translation) ในแนวแกนY
R	[0, 11]	กฎในการสร้างรูป (เช่น 0 = ใช้รูปร่างเริ่มต้น, 1 = N-fold, 3 = Mirror เป็นต้น)

* เนื่องจาก r และ N มีผลต่อระยะ y เช่น ถ้า N = 6 , r = 4 แล้ว y = 10 ทำให้รูปที่ได้ไม่ติดกัน ดังนั้นกรณีนี้ y จึงมีค่าขอบเขตเท่ากับ [0,7] ที่ N = 6 , r = 4 ดังรูปที่ 7 ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการใช้ กฎ R1 (N-fold) หมายถึง Rotate and Copy จากระยะ y ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับกฎนี้จำนวนสองค่า คือ ค่า r และค่า y เป็นต้น



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการใช้กฎ R1 โดยที่ ค่า y = 10 และ 5 เมื่อ N = 6 , r = 4

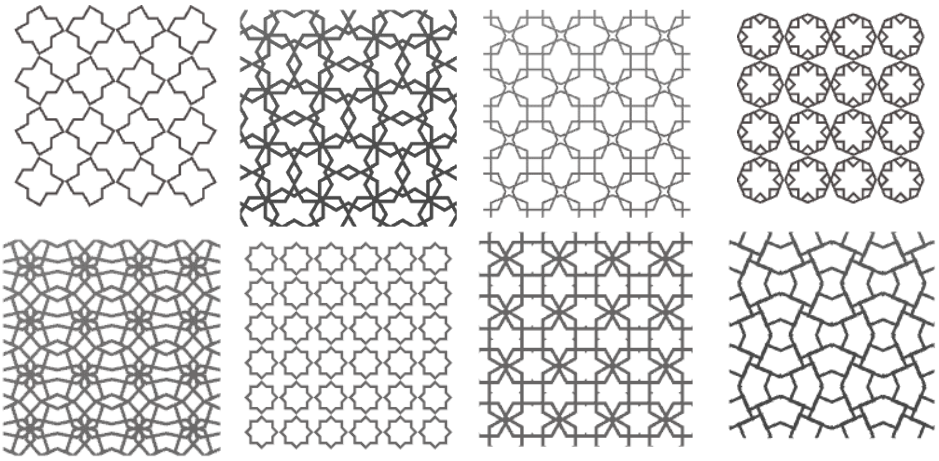
ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ของกฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

พารามิเตอร์	ขอบเขต	ความหมาย
O_V	[0,1]	0 = Overlap ของแม่ลาย 1 = Non-Overlap ของแม่ลาย

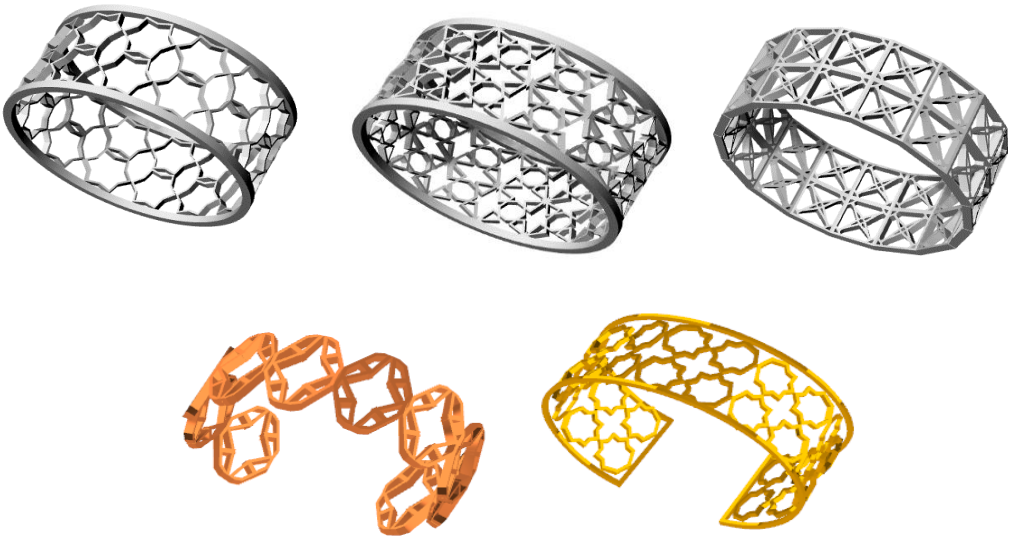
ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ของการออกแบบกำไล

พารามิเตอร์	ขอบเขต	ความหมาย
Size	(Dia)	เส้นรอบวงกำไล (mm.) (กำหนดโดยผู้ใช้งาน)
W	[20,50]	หน้ากว้างกำไล (mm.)
Style	[0,1]	รูปแบบกำไล (0 = Close;แบบเต็มวง, 1 = Open;แบบมีส่วนเปิด)

5. ทำการออกแบบระบบออกแบบอัตโนมัติ โดยรูปที่ 8 และ 9 แสดงตัวอย่างลวดลายและเครื่องประดับกำไลที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ โดยที่ไฟล์หรือผลลัพธ์เครื่องประดับกำไลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบไฟล์มาตรฐานนามสกุล (*.stl) ไฟล์ ซึ่งเป็นรูปแบบไฟล์ที่เครื่องจักรอัตโนมัติในยุคปัจจุบันใช้ในการผลิตต้นแบบ (Prototype) ได้ทันที



รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้



รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างการนำลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามไปใช้ออกแบบเครื่องประดับกำไลแบบ Motif

6. จากการทดสอบการใช้งานระบบออกแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในการทดสอบนั้นผู้ทดสอบใช้เวลาในการใช้งานระบบออกแบบเพื่อหาลวดลายและเครื่องประดับกำไลตามที่พึงพอใจ ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 25.28 นาที และใช้เวลาในการวาดลวดลายและเครื่องประดับกำไล ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 157.90 นาที โดยวิธีการออกแบบแบบอัตโนมัติสามารถลดเวลาในการออกแบบได้ถึงร้อยละ 84 เมื่อเปรียบเทียบกับการวาดลวดลายและเครื่องประดับกำไลด้วยมือด้วยมือ

อภิปรายผลการศึกษา

จากโครงการวิจัยนี้ที่ได้ทำการศึกษาการออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามและนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างลวดลายเครื่องประดับกำไล โดยใช้วิธีไวยากรณ์รูปร่างซึ่งเป็นหลักการพัฒนารูปร่างหรือรูปทรงที่ช่วยให้เกิดการออกแบบรูปทรงใหม่แต่ยังคงเอกลักษณ์ของรูปแบบเดิมไว้ได้ และโมดูลการออกแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการออกแบบลวดลายและเครื่องประดับแบบด้วยมือ ยังใช้เวลาในการออกแบบได้รวดเร็วกว่า โดยสามารถลดเวลาในการออกแบบได้ถึงร้อยละ 84 ซึ่งจากการเก็บข้อมูลนั้นพบว่า การออกแบบลวดลายและเครื่องประดับด้วยมือใช้เวลานาน เนื่องจากในส่วนของการสร้างลวดลาย ต้องใช้เวลาในการศึกษาหาจุดเริ่มต้นของลวดลายก่อนว่าส่วนไหนเป็นแม่ลายหรือ pattern เพื่อสร้างส่วนนี้ก่อน แล้วจึงวาดซ้ำเพื่อให้เกิดเป็นลวดลายขึ้น และด้วยลวดลายต้องมีความสมมาตรและต่อเนื่องกัน ฉะนั้นในการออกแบบจึงต้องอาศัยความแม่นยำในการวาดสูงเพื่อให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้อง เช่น สามารถต่อลายกันได้อย่างสนิท เกิดความสมดุล และไม่เกิดช่องว่าง เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้วิธีการนี้จะทำให้ได้รูปทรงใหม่ที่หลากหลาย แต่ในขั้นตอนการออกแบบค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบนั้น พบว่า ด้วยข้อจำกัดของรูปแบบลวดลายที่ต้องไม่เกิดช่องว่างระหว่างแม่ลายนั้น ทำให้ค่อนข้างจำกัดขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งจากผลการศึกษายังพบว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ไม่อิสระต่อกัน ทำให้ต้องคำนึงถึงในการนำไปพัฒนาระบบออกแบบแบบอัตโนมัติด้วย อีกทั้งในขั้นตอนการคัดเลือกคำตอบที่เหมาะสมหรือลวดลายที่พึงพอใจยังทำได้ยาก เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดค่าคาดหมายหรือค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการจากงานออกแบบไว้ ดังนั้นเพื่อให้ระบบออกแบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การพัฒนาต่อยอดโดยนำหลักการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟอื่น ๆ เช่น ขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) มาช่วยพัฒนาในส่วนของการปรับปรุงคำตอบและหาค่าคำตอบซึ่งในที่นี้คือลวดลายที่พึงพอใจน่าจะทำให้การพัฒนาเพื่อให้ระบบออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามและเครื่องประดับกำไลแบบเจนเนอเรทีฟนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการศึกษา

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการศึกษาการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามโดยใช้วิธีไวยากรณ์รูปร่าง(Shape Grammar) ซึ่งวิธีไวยากรณ์รูปร่างนี้ เป็นหนึ่งในวิธีการออกแบบแบบเจนเนอเรทีฟที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการออกแบบสไตล์ สถาปัตกรรม ฟอร์มของวัตถุ รวมทั้งการออกแบบลวดลายต่าง ๆ เป็นวิธีที่ใช้ในการสำรวจรูปทรงที่มีอยู่และการสร้างขึ้นใหม่ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาออกแบบลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามขึ้นมาใหม่ที่ยังคงเอกลักษณ์ของลวดลายเดิมไว้ได้ ซึ่งหลักการที่ใช้ศึกษาการสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามในงานวิจัยนี้จะประกอบขึ้นจากการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) และประยุกต์ใช้กฎเพื่อสร้างลวดลายขึ้น ได้แก่ กฎการสร้างรูปร่างเริ่มต้น (Initial Shape Rules) กฎการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Transformation Rules) และกฎการสร้างลวดลาย (Pattern Rules) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสามารถสร้างลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามได้อย่างหลากหลาย แต่ยังคงเอกลักษณ์ของลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามให้คงอยู่ โดยงานวิจัยนี้ยังนำลวดลายที่ได้นั้นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับกำไลเพื่อให้เห็นถึงการนำลวดลายที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับ ซึ่งเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทย และการออกแบบเครื่องประดับลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลามยังเป็นการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่ให้ความสนใจในลวดลายลักษณะนี้ได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาระบบออกแบบแบบอัตโนมัตินี้ ช่วยลดเวลาในการออกแบบแบบดั้งเดิมด้วยการเลือกเครื่องมือแล้วสร้างรูปด้วยมือได้ถึง 84 % นอกจากนี้ยังสามารถนำลวดลายเรขาคณิตแบบอิสลาม ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล กีเยลาโรว่า ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการวิจัย ที่ช่วยเสนอแนะ ให้คำปรึกษา และแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาให้มีความถูกต้องและเหมาะสม และขอขอบคุณเพื่อนร่วมวิจัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ในด้านทุก ๆ ด้าน เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เขียนจนสามารถดำเนินการวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปัญญา, เทพสิงห์. (2548). ศิลปะเอเชีย: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สถานการณ์การนำเข้าส่งออกสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับไทยปี 2561.

Cui, J., & Tang, M.-X. (2013). Integrating shape grammars into a generative system for Zhuang ethnic embroidery design exploration. Computer-Aided Design, 45(3), 591-604.

Dou, R., Zong, C., & Li, M. (2016). An interactive genetic algorithm with the interval arithmetic based on hesitation and its application to achieve customer collaborative product configuration design. Applied Soft Computing, 38, 384-394.

H. C. Lee, M. X. Tang.(2004). Evolutionary Shape Grammars for Product Design. Proceedings of Generative Art 2004.

Kielarova, S. W., Pradujphongphet, P., & Bohez, I. L. J. (2013, 10-13 Dec. 2013). An approach of generative design system: Jewelry design application. Paper presented at the 2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management.

Rifai, S. R. (2015). Art and Islamic Architecture: Photography Book on Islamic Architecture: Sunnah Muakada.

Singh, V., & Gu, N. (2012). Towards an integrated generative design framework. Design Studies, 33(2), 185-207.

Stiny, G, (1980), Introduction to shape and shape grammars, Environment and Planning B: Planning and Design, 7, issue 3, p. 343-351.

ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงาน โรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

กษิณ เมฆพันธ์* และเอื้อบุญ ที่พึ่ง

Parents′ Satisfaction with Ban Wongkong School Administration Koh Ta Riaeng Subdistrict Si Samrong District Sukhothai Province

Kasin Makpan* and Ueaboon Teephung

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000
*corresponding author. E-mail : Kasin.101908@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ใน 4 ด้าน ได้แก่ การบริหารงานวิชาการ การบริหารงานงบประมาณ การบริหารงานบุคคล และการบริหารงานทั่วไปและเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน วุฒิการศึกษา และอาชีพ กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากผู้ปกครองนักเรียน จำนวน 94 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ข้อคำถาม จำนวน 41 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียน ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.07, S.D.=0.38) โดยด้านที่ผู้ปกครองมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการบริหารงานบุคคล รองลงมาคือ ด้านการบริหารงานทั่วไป ด้านการบริหารงานงบประมาณ ส่วนด้านการบริหารงานวิชาการ ผู้ปกครองมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน พบว่า โดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา และผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษามีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำแนกตามวุฒิการศึกษา โดยรวมและรายด้านทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า ผู้ปกครองที่มีวุฒิประถมศึกษามีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนต้นมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และผู้ปกครองที่มีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และจำแนกตามอาชีพ โดยรวมและรายด้านทุกด้าน ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ความพึงพอใจ การบริหารงาน ผู้ปกครองนักเรียน

Abstract

This research The objective is to study the parents′ satisfaction with the administration of Ban Wong Kong School. Koh Ta Raeng Subdistrict Si Samrong District Sukhothai province in 4 areas, namely academic administration Budget management Personnel management And general administration And compare the parents′ satisfaction with the school administration. Classified by students, educational background and occupation, the samples were selected by the specific parents of 94 students, the instrument used to collect data was a 5 level rating scale questionnaire with 41 questions. The research found that The satisfaction of the parents of the students in all aspects in 4 aspects was at the high level ($\overline{X}$ = 4.07, SD = 0.38). The aspect that the parents satisfied the most was the personnel management, followed by the administration. general Budget management As for academic administration Parents were the least satisfied. The comparison of the parents′ satisfaction on the school administration Classified by students′ level, it was found that the overall difference was statistically significant at the .05 level. The parents of kindergarten students were higher than the parents of elementary school students. And the parents of primary school students were more satisfied than the parents of the students

in the secondary level Classified by educational background Overall and all aspects in all aspects Differences were statistically significant at the .05 level. Parents with primary education level were more satisfied than those with high school education or equivalent. Parents with lower secondary education had higher satisfaction than those with upper secondary education or equivalent. And parents with a bachelor's degree or higher have higher satisfaction than parents with a high school diploma or equivalent And classified by occupation Overall and all aspects in all aspects not different.

Keywords: satisfaction Management student's parent

ความเป็นมาของปัญหา

การจัดการศึกษาในยุคปฏิรูปการศึกษา จำเป็นต้องตอบสนองแก่นักเรียนให้มากที่สุดและสอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปประกอบอาชีพในอนาคตได้ หลังการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้เกิดกระแสความตื่นตัวของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานและหน่วยการศึกษา เริ่มมีการพัฒนาคุณภาพของงานที่ปฏิบัติเพื่อสนองตอบความต้องการของสังคมและจัดการบริการทางการศึกษาให้อยู่เหนือความคาดหวังของผู้รับบริการและให้เป็นไปตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติด้วยวิธีการที่หลากหลาย(ศักดิ์สิน ช่วงดารากุล, 2550: หน้า 10)

ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนนั้นย่อมแตกต่างกันตามสภาพเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา สิ่งแวดล้อมและสถานภาพของผู้ปกครอง เช่น การศึกษา อาชีพ รายได้ เป็นต้น เนื่องจากมนุษย์มีความพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ย่อมเกิดจากการตัดสินใจหลังจากการได้รับรู้หรือมีความเชื่อต่อสิ่งนั้น และสามารถตอบสนองต่อความพึงพอใจของตนได้ ซึ่งความพึงพอใจและการแสดงออกของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสถานการณ์ และผลของการตอบสนองต่อความต้องการ ดังนั้นโรงเรียนจึงจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาให้มีคุณภาพเพื่อก่อให้เกิดความพึงพอใจและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ปกครองนักเรียน เพื่อให้ผู้ปกครองนักเรียนได้แสดงออกในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน และแสดงความยินดีที่จะช่วยเหลือโรงเรียนอย่างเต็มที่ (พรรณภา ดาวตก, 2547: 60)

โรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย จัดอยู่ในสภาพที่ต้องบริหารการศึกษาภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ปัจจุบันเปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการประเมินภายนอกรอบสาม จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(สมศ.) พบว่า ในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาสำคัญที่ต้องพัฒนาโรงเรียน เพื่อยกระดับมาตรฐานการจัดการศึกษาให้ได้ตามเกณฑ์การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียน ให้ผู้บริหารใช้เป็นแนวทางในการวางแผนกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการบริหารงานทั้ง 4 ด้าน ของโรงเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

2. เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน วุฒิการศึกษาและอาชีพของผู้ปกครองนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้ มุ่งศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยยึดแนวทางการบริหารตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา 39 ได้กำหนดขอบข่ายการบริหารการศึกษาออกเป็น 4 ด้าน คือ การบริหารงานวิชาการ การบริหารงานงบประมาณ การบริหารงานบุคคล และการบริหารงานทั่วไป

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจง เป็นผู้ปกครองนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 1 ถึงนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย จำนวน 94 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน ได้แก่ ผู้ปกครองของนักเรียนระดับอนุบาล ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประถมศึกษา และผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำแนกตามวุฒิการศึกษา ได้แก่ ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า อนุปริญญา และปริญญาตรีขึ้นไป จำแนกตามอาชีพ ได้แก่ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย เกษตรกรรม/รับจ้าง และอื่น ๆ

3.2 ตัวแปรตาม ความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการบริหารงานโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอ ศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ปีการศึกษา 2562 ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการบริหารงานวิชาการ ด้านการบริหารงานงบประมาณด้านการบริหารงานบุคคล และด้านการบริหารงานทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน บ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey research) โดยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร หลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านการบริหารงานวิชาการ 2) ด้านการบริหารงานงบประมาณ 3) ด้านการบริหารงานบุคคล 4) ด้านการบริหารงานทั่วไป

1.2 สร้างเครื่องมือแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating & scales) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือมาจาก รัชนี ทีปกากร (2556, หน้า 77-82)

1.3 นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ใน 4 ด้าน คือ 1) การบริหารงานวิชาการ 2) การบริหารงานงบประมาณ 3) การบริหารงานบุคคล 4) การบริหารงานทั่วไป

1.4 นำแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-objective congruence: *IOC)* แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of item-objective congruence: *IOC)* ผลปรากฏว่า คำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือตามเนื้อหา และทำการทดสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอำนาจตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 แสดงว่าแบบสอบถามนั้นใช้ได้

1.5 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและมีความสมบูรณ์ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวิธีการและขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขอหนังสือจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านวงฆ้อง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูประจำชั้นของผู้ปกครองนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามพร้อมหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูประจำชั้นแจกผู้ปกครองนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและกำหนดวันรับคืนด้วยตนเอง

2.3 ผู้วิจัยรับแบบสอบถามคืนจากผู้ปกครองนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้รับแบบสอบถามคืน จำนวน 94 ฉบับ จากจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด 94 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามมาตรวจสอบความสมบูรณ์แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้ในการคำนวณค่าสถิติ ดังนี้

3.1 ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม คำนวณโดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ทั้ง 4 ด้าน วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3 ทำการวิเคราะห์ แล้วนำผลวิเคราะห์ไปแปลผล ตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการศึกษาวิจัย การแปรความหมายของคะแนน ใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นตัวชี้วัด โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด มีดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ปกครองอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ปกครองอยู่ในระดับมาก

ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึงความพึงพอใจของผู้ปกครองอยู่ในระดับปานกลางค่า

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ปกครองอยู่ในระดับน้อย

ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ปกครองอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.4 เปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน วุฒิการศึกษา และอาชีพของผู้ปกครองนักเรียน โดยการทดสอบค่าแอฟ (F – test) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe's method)

ผลการวิจัย

1. ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน อันดับที่และระดับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการ บริหารโรงเรียน ทั้ง 4 ด้าน โดยรวมและรายด้าน

ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหาร ทั้ง 4 ด้าน	จำนวนผู้ปกครองนักเรียน (n=94)			
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ	อันดับ
การบริหารงานวิชาการ	3.96	0.47	มาก	4
การบริหารงานงบประมาณ	4.06	0.48	มาก	3
การบริหารงานบุคคล	4.18	0.43	มาก	1
การบริหารงานงานทั่วไป	4.07	0.47	มาก	2
รวม	4.07	0.38	มาก	-

จากตาราง 1 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ทั้ง 4 ด้าน โดยรวมและรายด้านทุกด้าน อยู่ในระดับมาก($\overline{X}$ =4.07, S.D=0.38) โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การบริหารงานบุคคล($\overline{X}$ =4.18, S.D=0.43) การบริหารงานทั่วไป($\overline{X}$ =4.07, S.D=0.47) การบริหารงานงบประมาณ($\overline{X}$ =4.06, S.D=0.48) และการบริหารงานวิชาการ($\overline{X}$ =3.96, S.D=0.47) ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน วุฒิการศึกษา และอาชีพของผู้ปกครองนักเรียน ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน

ที่	ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง	แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	Sig.
1	การบริหารงานวิชาการ	ระหว่างกลุ่ม	1.00	2	0.50	2.29	0.11
		ภายในกลุ่ม	19.82	91	0.22		
		รวม	20.82	93			
2	การบริหารงานงบประมาณ	ระหว่างกลุ่ม	0.74	2	0.37	1.58	0.21
		ภายในกลุ่ม	21.25	91	0.23		
		รวม	21.99	93			
3	การบริหารงานบุคคล	ระหว่างกลุ่ม	0.89	2	0.45	2.41	0.09
		ภายในกลุ่ม	16.81	91	0.18		
		รวม	17.70	93			
4	การบริหารงานทั่วไป	ระหว่างกลุ่ม	1.99	2	0.99	4.81	0.01*
		ภายในกลุ่ม	18.89	91	0.21		
		รวม	20.89	93			
	รวม	ระหว่างกลุ่ม	0.98	2	0.49	3.54	0.03*
		ภายในกลุ่ม	12.61	91	0.14		
		รวม	13.59	93			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน โดยรวมและรายด้านได้แก่ การบริหารงานวิชาการ.การบริหารงานงบประมาณ และการบริหารงานบุคคล ไม่แตกต่างกัน ยกเว้น โดยรวมและด้านการบริหารงานทั่วไป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงได้ทำการทดสอบหาความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน การบริหารงานทั่วไป จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน

ระดับชั้นของนักเรียน	$\overline{X}$	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับอนุบาล	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประถมศึกษา	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
		4.32	3.97	4.04
1.ผู้ปกครองของนักเรียนระดับอนุบาล	4.32	-	0.003*	0.038*
2.ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประถมศึกษา	3.97	-	-	0.537
3. ผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา	4.04	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียน การบริหารงานทั่วไป จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 คู่ โดยผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา และผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตารางที่ 4 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน โดยรวม จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน

ระดับชั้นของนักเรียน	$\overline{X}$	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับอนุบาล	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประถมศึกษา	ผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
		4.24	4.02	3.99
1.ผู้ปกครองของนักเรียนระดับอนุบาล	4.24	-	0.018*	0.024*
2.ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประถมศึกษา	4.02	-	-	0.78
3.ผู้ปกครองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา	3.99	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน โดยรวม จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 คู่ โดยผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา และผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษามีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตาราง 5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามวุฒิการศึกษา

ที่	ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง	แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	Sig.
1	การบริหารงานวิชาการ	ระหว่างกลุ่ม	1.27	4	0.32	1.45	0.22*
		ภายในกลุ่ม	19.54	89	0.22		
		รวม	20.82	93			
2	การบริหารงานงบประมาณ	ระหว่างกลุ่ม	1.67	4	0.42	1.83	0.13*
		ภายในกลุ่ม	20.32	89	0.23		
		รวม	21.99	93			
3	การบริหารงานบุคคล	ระหว่างกลุ่ม	2.90	4	0.72	4.36	0.003*
		ภายในกลุ่ม	14.80	89	0.17		
		รวม	17.70	93			
4	การบริหารงานทั่วไป	ระหว่างกลุ่ม	2.13	4	0.53	2.53	0.04*
		ภายในกลุ่ม	18.76	89	0.21		
		รวม	20.89	93			
	รวม	ระหว่างกลุ่ม	1.78	4	0.44	3.36	0.013*

ที่	ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง	แหล่งความแปรปรวน	SS	DF	MS	F	Sig.
		ภายในกลุ่ม	11.80	89	0.13		
		รวม	13.59	93			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน จำแนกตามวุฒิการศึกษา โดยรวมและรายด้านทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงได้ทำการทดสอบหาความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ดังตารางที่ 6-10

ตารางที่ 6 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียน ด้านการบริหารงานวิชาการ จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	$\overline{X}$	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรีขึ้นไป
		3.97	4.07	3.78	3.98	4.18
1.ประถมศึกษา	3.97	-	0.41	0.14	0.96	0.34
2.มัธยมศึกษาตอนต้น	4.07	-	-	0.03*	0.63	0.62
3.มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3.78	-	-	-	0.30	0.08
4.อนุปริญญา	3.98	-	-	-	-	0.44
5.ปริญญาตรีขึ้นไป	4.18	-	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ด้านการบริหารงานวิชาการ จำแนกตามวุฒิการศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 คู่ โดยผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนต้นมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ตารางที่ 7 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ด้านการบริหารงานงบประมาณ จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	$\overline{X}$	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรีขึ้นไป
		4.12	4.05	3.88	4.11	4.47
1.ประถมศึกษา	4.12	-	0.57	0.07	0.96	0.12
2.มัธยมศึกษาตอนต้น	4.05	-	-	0.23	0.75	0.07
3.มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3.88	-	-	-	0.25	0.01*
4.อนุปริญญา	4.11	-	-	-	-	0.18
5.ปริญญาตรีขึ้นไป	4.47	-	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ด้านการบริหารงานงบประมาณ จำแนกตามวุฒิการศึกษา แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 1 คู่ โดยผู้ปกครองที่มีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ตารางที่ 8 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ด้านการบริหารงานบุคคล จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	$\overline{X}$	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรีขึ้นไป
		4.23	4.30	3.89	4.06	4.51
1.ประถมศึกษา	4.23	-	0.51	0.003*	0.29	0.16
2.มัธยมศึกษาตอนต้น	4.30	-	-	0.001*	0.15	0.31
3.มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3.89	-	-	-	0.30	0.003*
4.อนุปริญญา	4.06	-	-	-	-	0.06
5.ปริญญาตรีขึ้นไป	4.51	-	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน การบริหารงานบุคคล จำแนกตามวุฒิการศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ โดยผู้ปกครองที่มีวุฒิประถมศึกษามีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนต้นมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และผู้ปกครองที่มีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ตารางที่ 9 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน การบริหารงานทั่วไป จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	$\overline{X}$	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรีขึ้นไป
		4.06	4.18	3.84	4.14	4.45
1.ประถมศึกษา	4.06	-	0.33	0.08	0.67	0.08
2.มัธยมศึกษาตอนต้น	4.18	-	-	0.014*	0.83	0.24
3.มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3.84	-	-	-	0.12	0.01*
4.อนุปริญญา	4.14	-	-	-	-	0.24
5.ปริญญาตรีขึ้นไป	4.45	-	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน ด้านการบริหารงานทั่วไป จำแนกตามวุฒิการศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 คู่ โดยผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนต้นมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และผู้ปกครองที่มีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ตารางที่ 10 การทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Scheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน โดยรวม จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษา	$\overline{X}$	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรีขึ้นไป
		4.09	4.15	3.85	4.07	4.40
1.ประถมศึกษา	4.09	-	0.56	0.016*	0.87	0.08
2.มัธยมศึกษาตอนต้น	4.15	-	-	0.006*	0.60	0.16
3.มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3.85	-	-	-	0.13	0.003*
4.อนุปริญญา	4.07	-	-	-	-	0.11
5.ปริญญาตรีขึ้นไป	4.40	-	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เชฟเฟ่ (Sheffe's method) ของความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียน โดยรวม จำแนกตามวุฒิการศึกษา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ โดยผู้ปกครองที่มีวุฒิประถมศึกษามีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนต้นมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และผู้ปกครองที่มีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ปกครองที่มีวุฒิมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

การอภิปรายผล

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบล เกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย มีประเด็นที่ควรนำมาอภิปราย ดังนี้

1. ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยโดยรวมและรายด้านทุกด้าน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปัจจุบันโรงเรียน บ้านวงฆ้อง ได้มีแผนการพัฒนาการจัดการทุกด้าน มีการปรับแผนกลยุทธ์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษามีการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษา มีแผนปฏิบัติการประจำปีของโรงเรียนประจำทุกปี และดำเนินการตามแผน จากนั้นมีการประเมินตนเอง (SAR) มีการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาและได้รับการประเมินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก โรงเรียนบริหารงานในรูปแบบของคณะกรรมการ ร่วมพิจารณาตัดสินใจในการดำเนินการด้านต่าง ๆ การบริหารงานที่เป็นระบบจึงทำให้ผู้ปกครองที่มาติดต่อได้รับความสะดวกรวดเร็ว โรงเรียนมีการแจ้งข่าวสารถึงผู้ปกครองเสมอทำให้ผู้ปกครองได้ทราบถึงการดำเนินการและกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน รวมทั้งการเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองนักเรียนมีส่วนร่วมในการให้ข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโรงเรียนทำให้ผู้ปกครองนักเรียนมีความรู้สึกพึงพอใจต่อการบริหารงานโรงเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1.1 การบริหารงานวิชาการ โดยภาพรวม พบว่า ผู้ปกครองนักเรียนมีความพึงพอใจการบริหารงานวิชาการอยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่ผู้ปกครองมีความพึงพอใจในด้านการบริหารงานวิชาการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ โรงเรียนนำผลการประเมินนักเรียนมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนของนักเรียนให้ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง ได้ให้ความสำคัญในด้านการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น เน้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยนำผลการประเมินนักเรียนมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น มีการนิเทศภายใน มีการวัดและประเมินผลการศึกษา มีการประกันคุณภาพการศึกษา

1.2 การบริหารงานงบประมาณ โดยภาพรวม พบว่า ผู้ปกครองมีความพึงพอใจด้านการบริหารงานงบประมาณ อยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่า รายการที่ผู้ปกครองมีความพึงพอใจในด้านการบริหารงานงบประมาณที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ โรงเรียนมีการระดมทรัพยากร และแหล่งกองทุนจากชุมชนและองค์กรภายนอก เพื่อพัฒนาการจัดการศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ปกครองต้องเพิ่มรายจ่ายของตนเองในการเรียนของนักเรียนมากขึ้น จึงทำให้ไม่พึงพอใจในด้านนี้เท่าที่ควร แต่ไม่มีผลกระทบต่อระบบการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง เพราะโรงเรียนได้มีการติดต่อประสานงาน แจ้งข้อมูลข่าวสารให้แก่ผู้ปกครองนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองนักเรียนมีส่วนร่วมสนับสนุนกิจกรรมของโรงเรียน เช่น การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษาโดยจะมีการแจ้งให้ทราบล่วงหน้า ให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพัฒนาของโรงเรียน

1.3 การบริหารงานบุคคล โดยภาพรวม พบว่า ผู้ปกครองมีความพึงพอใจด้านการบริหารงานบุคคลอยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่ผู้ปกครองมีความพึงพอใจในด้านการบริหารงานบุคคลที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ครูใจใส่นักเรียนอย่างใกล้ชิด ติดตามความประพฤติของนักเรียนทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลาเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโรงเรียนบ้านวงฆ้อง มีบุคลากรจำนวนครูที่เพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน และดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด ติดตามความประพฤติของนักเรียนทั้งในเวลาเรียน และนอกเวลาเรียน สามารถดูแลให้คำปรึกษาแก่นักเรียนที่เกิดปัญหาได้อย่างทั่วถึง และครูมีความรู้ความสามารถตรงตามวิชาที่ได้รับมอบหมายในการสอน อีกทั้งโรงเรียนได้มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมจริยธรรม ครูทุกคนในโรงเรียนได้ปฏิบัติตามจรรยาบรรณมาตรฐานวิชาชีพครู ครูจึงเป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียน ผู้ปกครองนักเรียนจึงมีความพึงพอใจ

1.4 การบริหารงานทั่วไป โดยภาพรวม พบว่า ผู้ปกครองมีความพึงพอใจด้านการบริหารงานทั่วไปอยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่ผู้ปกครองมีความพึงพอใจในด้านการบริหารงานทั่วไป ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ โรงเรียนเปิดโอกาสให้ชุมชนได้ใช้อาคารและสถานที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ปกครองเห็นว่าระบบการบริหารงานทั่วไปในด้านการพัฒนาการให้บริหารสาธารณะแก่ผู้ปกครองและชุมชนนั้น ทางโรงเรียนควรเปิดโอกาสให้ชุมชนได้ใช้อาคารและสถานที่ให้มากยิ่งขึ้น ให้การต้อนรับและอำนวยความสะดวกแก่ผู้มาติดต่อกับโรงเรียนด้วยดี สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ปกครองและชุมชน สร้างบรรยากาศที่ผู้ปกครองนักเรียนรู้สึกเป็นกันเอง

2. การเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน วุฒิการศึกษาและอาชีพ ดังนี้

2.1 จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการบริหารโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน โดยด้านการบริหารงานทั่วไป ไม่แตกต่างกัน ยกเว้น ด้านการบริหารงานวิชาการ ด้านการบริหารงานงบประมาณ และด้านการบริหารงานบุคคล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ปกครองของนักเรียนที่มีระดับชั้นการศึกษาต่างกันมีความคาดหวังกับโรงเรียนที่จะส่งบุตรหลาน และโรงเรียนได้มีการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ปกครองและชุมชน สร้างบรรยากาศที่ผู้ปกครองนักเรียนรู้สึกเป็นกันเอง ทำให้เกิดความประทับใจและยินดีที่จะให้ความร่วมมือสนับสนุนกับโรงเรียนและมีความพึงพอเพิ่มมากขึ้น

2.2 จำแนกตามวุฒิการศึกษาของผู้ปกครองนักเรียน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการบริหารโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้มีนโยบายให้โรงเรียนจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนต้องจัดการศึกษาที่หลากหลายตอบสนองความต้องการของผู้เรียนทำให้ผู้ปกครองทุกคนได้ติดตามข่าวคราวความเคลื่อนไหว ในการจัดการศึกษาของชาติจึงมีความคาดหวังต่อการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนว่าสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตอบสนองพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งทางโรงเรียนได้จัดกิจกรรมเกี่ยวกับนักเรียนและงานวิชาการอยู่เสมอ โดยมีการเชิญผู้ปกครองนักเรียนและประชาชนเข้าร่วมกิจกรรมด้วยจึงทำให้ครูและผู้ปกครองมีโอกาสได้พบกันอยู่เสมอ การที่โรงเรียนเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองทุกคนเข้าร่วม

กิจกรรม จึงทำให้ผู้ปกครองที่มีวุฒิทางการศึกษาต่างกันมีความพึงพอใจในการบริหารงานของโรงเรียน ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ผุสดี แสงหล่อ (2555, หน้า 64-65) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการบริหารงานของโรงเรียนสวนป่าอุปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2 พบว่าความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการบริหารงานของโรงเรียนสวนป่าอุปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2 จำแนกตามวุฒิการศึกษาและอาชีพของผู้ปกครองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและผู้ปกครองที่มีวุฒิการศึกษาแตกต่างกันระหว่าง วุฒิประถมศึกษากับสูงกว่าประถมศึกษา โดยรวมแตกต่างกัน

2.3 จำแนกตามอาชีพของผู้ปกครองนักเรียน พบว่า ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการบริหารโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน ไม่แตกต่างกัน จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ปกครองทุกอาชีพต่างก็คาดหวังให้บุตรหลานของตนมีพัฒนาการทางการเรียนที่ดีขึ้น โดยทางโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านวงฆ้อง ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีการจัดหาและพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้สะอาดและร่มรื่นสวยงาม พัฒนาและส่งเสริมให้มีแหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอกสถานศึกษา ตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่น วิทยากรภายนอก รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองชุมชน ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา จนทำให้นักเรียนมีพัฒนาการที่เหมาะ ทำให้ผู้ปกครองทุกคนมีความพึงพอใจในพัฒนาการของบุตรหลานของตน นอกจากนี้ยังมีการประชุมผู้ปกครองทุกปีการศึกษา มีการเชิญผู้ปกครองในอาชีพต่าง ๆ มาร่วมกิจกรรมในโรงเรียนในโอกาสที่จัดกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งการมาให้ความรู้แก่นักเรียนในบางโอกาส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญาน ดิษฐเวชชัย (2553, หน้า 9) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบุญสมอนุบาล สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจันทบุรี เขต 1 พบว่า ผู้ปกครองที่มีอาชีพแตกต่างกันและระดับการศึกษาต่างกันมีความพึงพอใจต่อการบริหารงานของโรงเรียนบุญสมอนุบาล สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจันทบุรี เขต 1 โดยรวมและรายด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง ตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ควรนำผลการศึกษาไปใช้และศึกษาค้นคว้าวิจัย ดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1. การบริหารงานวิชาการ โรงเรียนจัดเนื้อหาหลักสูตรมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ผู้ปกครอง ชุมชนและสังคม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

2. การบริหารงานงบประมาณ โรงเรียนควรมีการระดมทรัพยากร และแหล่งกองทุนจากชุมชนและองค์กรภายนอก เพื่อพัฒนาการจัดการศึกษา โดยอาศัยความร่วมมือของคณะกรรมสถานศึกษาขั้นพื้นฐานและสมาคมผู้ปกครอง

3. การบริหารงานบุคคล ครูควรได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ที่ทันสมัยและได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ที่ทันสมัยมีจรรยาบรรณในวิชาชีพครู และครูควรร่วมมือกับผู้ปกครองในการแก้ปัญหาของเด็ก โดยประสานความร่วมมือระหว่างชุมชนกับโรงเรียน

4. การบริหารงานทั่วไป โรงเรียนควรเปิดโอกาสให้ชุมชนได้ใช้อาคารและสถานที่เพื่อความสัมพันธ์อันดีระหว่าผู้ปกครองกับโรงเรียน และมีการจัดสวัสดิการเพื่อช่วยเหลือนักเรียนและผู้ปกครอง เช่น การจัดหาทุนการศึกษา

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความต้องการการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการบริหารงานด้านการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง

2. ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานด้านการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยง

3. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบ้านวงฆ้อง สังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะตาเลี้ยงกับชุมชน

เอกสารอ้างอิง

รัชนี ทีปกากร. (2556). การศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการบริหารงานของโรงเรียนเทศบาล 1 (สถาวร) สังกัดเทศบาลเมืองบ้านบึง จังหวัดชลบุรี. งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ผุสดี แสงหล่อ. (2555). ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการบริหารงานของโรงเรียนสวนป่าอุปถัมภ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2. งานนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา , คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชญาน ดิษฐเวชชัย (2553). ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานของโรงเรียนบุญสมอนุบาลสังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจันทบุรี เขต 1งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา,คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

แนวทางการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร กรณีศึกษา สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

วราวุฒิ มหามิตร[1*] อาจินต์ สงทับ[2] เบญจมาภรณ์ นาคามดี[3] และภารณี นิลกรณ์[4]

Guidelines for The Conservation and Inheritance of Local Wisdom to utilization in local herb : A case study of Buddha memorial park (Gerngkhiga Temple) Amphur Subyai, Chaiyaphum province.

Warawut Mahamit[1*], Arjin Songthap[2], Benchamaphorn Nakamadee[3] and Paranee Ninkorn[4]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ 36000
[2]สาขาวิชาอนามัยชุมชน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]สาขาวิชาการพยาบาลสูติศาสตร์ วิทยาลัยบรมราชชนนี พุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก 65000
[4]สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000
[1]Department of Environmental Science, Faculty of Art and Science, Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum Province, 36000
[2]Department of Community Health,Faculty of Public Health , Naresuan University, Pitsanulok Province, 65000[3]
[3]Department of nurse, Faculty of nurse Boromsajonani College of nursing, Pitsanulok Province, 65000
[4]Department of Community Health,Faculty of Public Health, Nakronpathom Rajabhat University, Nakronpathom, Province, 73000
*Corresponding author. E-mail: Warawut.m9@gmail.com

บทคัดย่อ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นอันทรงคุณค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านพืชสมุนไพร ซึ่งใช้เป็นทั้งอาหารและยาตามวิถีการดำเนินชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่อดีต ซึ่งไม่นิยมบันทึกเป็นตำราการเรียนรู้แบบหนังสือทำให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านพืชสมุนไพรเริ่มสูญหายไปตามกาลเวลา การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารวบรวมพันธุ์พืชสมุนไพร และองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรจากผู้นำตามธรรมชาติ รวมทั้งแนวทางในการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร ในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ โดยกลุ่มประชากรหลักในการวิจัยประกอบด้วย ผู้นำตามธรรมชาติ หรือผู้ทรงภูมิ ได้แก่ พระมหาสยาม โสภณสิโล ผู้ใหญ่บ้าน ปราชญ์ชาวบ้าน หมอดิน จำนวน 9 คน ประชาชน และเยาวชนที่เข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 50 คน การดำเนินการวิจัยได้ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ(Qualitative Research) มีขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษา สำรวจ และรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพของสมุนไพรชนิดต่าง ๆในบริเวณสวนป่าสมุนไพรวัดเกิ้งขี้กา โดยแบบสำรวจ ภาพถ่ายร่วมกับการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญในพื้นที่ (Key informant) 2) การศึกษาภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรรวมจากปราชญ์ชาวบ้าน และผู้ทรงภูมิในชุมชน โดยใช้การสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) 3)การศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรโดยใช้การสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา(Content Analysis) ผลการวิจัย พบว่า ในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ(วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ มีพืชสมุนไพรจำนวน 132 ชนิด 62 วงศ์ โดยจำแนกตามลักษณะวิสัย พบว่าเป็นไม้ยืนต้น 28 ชนิด ไม้พุ่ม 29 ชนิด ไม้ล้มลุก 51 ชนิด ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 23 ชนิด และไม้รอเลื้อย 1 ชนิด สำหรับภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพร โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมทางยาสมุนไพรตามตำรับยาพื้นบ้าน ซึ่งได้มีการนำเอาพืชสมุนไพรไปใช้ในการบำบัด รักษา บำรุงร่างกายในด้านต่าง ๆ และเป็นแหล่งอาหารตามฤดูกาลที่สำคัญ เช่น เห็ด ผักหวาน อื่ง เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันได้ประสบปัญหาจากคนต่างถิ่นเข้ามาหาประโยชน์ในพื้นที่ และพฤติกรรมในการเก็บผลิตผลทางธรรมชาติที่ผิดวิธี ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในพื้นที่ สำหรับแนวทางในการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่น ประกอบด้วย 1.มีกิจกรรมทางด้านสาธารณสุข โดยเน้นถ่ายทอดความรู้สู่เยาวชน โดยให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วม 2.พัฒนาพื้นที่วัดเป็นศูนย์เรียนรู้ โดยให้วัดและพระอาจารย์เป็นผู้จัดการศูนย์รวมความรู้ทางภูมิปัญญา 3.สร้างมาตรการทางสังคมในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ 4.นำองค์ความรู้เข้าเป็นส่วนหนึ่งบทเรียนท้องถิ่นในหลักสูตรของโรงเรียน จากการวิจัยในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าพื้นที่

ป่าในจังหวัดชัยภูมิ ยังมีความหลากหลายชนิดของพืชสมุนไพร ซึ่งชุมชนสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์และต่อยอดได้อย่างหลากหลาย โดยมีการใช้ประโยชน์ด้านอาหารพื้นถิ่นและพืชสมุนไพร สำหรับแนวทางในการอนุรักษ์ เน้นถ่ายทอดความรู้สู่เยาวชนโดยให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมและพัฒนาเป็นศูนย์เรียนรู้ ในการต่อยอดงานวิจัยควรมีการสำรวจพื้นที่ป่าอื่น ๆที่เหลือ เพื่อนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลออนไลน์ของจังหวัดชัยภูมิ เป็นแหล่งเรียนรู้แก่ผู้สนใจ และเยาวชน

คำสำคัญ : พืชสมุนไพร การอนุรักษ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย การใช้สมุนไพร

Abstract

Thailand Local knowledge, especially the local plant relocated prime of which is used as both food and medicine. Which is not commonly recognized as textbooks, learning to make traditional knowledge of plants, herbs from lost time to the statistics. This research is aimed to study the Biodiversity and Local knowledge of medicinal plants in wild herbs Buddha memorial park (Gerngkhiga Temple) Amphur Subyai Chaiyaphum province. the population comprised a natural leaders or wise man, including Monk, Community leader, Wise man, of 9 people and youth access participants were 50 people. This research using qualitative research methods with the following steps: 1) study and survey biodiversity by surveying photos together with in-depth interviews 2) The study of the utilization of medicinal plants by Focus Group Discussion 3) to study ways to conserve and preserve the wisdom to use plants, herbs, using a Focus Group Discussion. Data were analyzed using content analysis. The research found that in the garden Buddha Memorial Park (Temple Koeng Kigka) Sap Yai District, Chaiyaphum Province, with plants of 132 species, 62 species classified by the nature of plants, including trees, 28 species of shrubs, 29 species of herbaceous 5 1 kind of bittersweet or wood. vine 2 3 kind and not wait for winding one type for wisdom utilization of medicinal plants by the use of a mixture of herbs as medicine folk. Serial bringing medicinal plants such as mushrooms, vegetables Bullfrog, which currently has faced stranger came into exploitation in the area and behavior. Wrong collection of natural products Affect the ecology and inheritance guidelines Local knowledge consists of 1. Public health activities by focusing. on transferring knowledge to youth. 2. Develop the temple area as a learning center. By having temples and monks professors 3. Build social measures in restoration and conservation. 4. Bring knowledge as part of local lessons. The forest area in Chaiyaphum province, there are still many varieties of medicinal plants, which communities can apply and benefit with the use of local food and medicinal plants by allowing all sectors, In furthering the research Should explored other of Chaiyaphum province which is a learning source for interested people and youth

Keywords : Herb, Conservation, Thai local wisdom, Herbal uses

บทนำ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย เป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากความต้องการปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตมนุษย์และให้สามารถปรับตัวอยู่กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่อาศัยอยู่ได้ ปัจจัยดังกล่าวนั่นคือปัจจัยสี่ อันประกอบด้วยเครื่องนุ่งห่ม อาหาร ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ซึ่งภูมิปัญญาเหล่านั้นเป็นการได้รับการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น ไม่ว่าการประกอบอาชีพการดำรงอยู่ในท้องถิ่นซึ่งเป็นการประยุกต์เอาทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีภูมิปัญญา และวิถีชีวิตที่หลากหลาย(diversity) และซับซ้อน มีความยืดหยุ่นทางสังคม วัฒนธรรม และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงโดยพบว่ามีความหลากหลายของพืชและสัตว์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 7 ของสิ่งมีชีวิตในโลก (วิสุทธิ์, 2553) และจากการศึกษาสำรวจพรรณไม้ตามภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ พบว่าในผืนป่าของประเทศไทยมีพืชสุมนไพรทั้งหมดประมาณ 1,200 ชนิด(สุวิทย์,2556) แต่ปัจจุบันหลายพื้นที่ในประเทศไทยได้ขยายพื้นที่ทางการเกษตรโดยการบุกรุก แผ้วถางป่าไม้ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกและผลผลิตทางด้านการเกษตร เป็นการมุ่งพัฒนาด้านเศรษฐกิจ โดยการปลูกพืชเศรษฐกิจที่เป็นพืชเชิงเดี่ยว ที่ต้องใช้พื้นที่ และปัจจัยการผลิตเป็นจำนวนมาก จนในปัจจุบันได้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และระบบนิเวศต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อกิจกรรมทางด้านการเกษตร ซึ่งขาดความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนขาดจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้เกิด

ความเสื่อมสภาพของหน้าดิน การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และสภาพของภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ ขึ้นในแทบทุกภูมิภาคของประเทศ เป็นต้นว่า แผ่นดินไหว ภัยแล้ง น้ำท่วม ซึ่งนับวันทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น และยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศต่อไปในอนาคต(ประมุข,2557) ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและความความเป็นอยู่ของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม เกิดการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตดั้งเดิมและลืมเลือนภูมิปัญญาท้องถิ่น

ในปัจจุบันภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีคุณค่านั้นได้ถูกประยุกต์และปรับเปลี่ยนไปตามสภาพการณ์ รวมทั้งกระแสสังคมทำให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทรงคุณค่าในหลายด้านเริ่มสูญหายไปตามกาลเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยด้านสมุนไพรอันเป็นภูมิปัญญาที่อยู่ในเฉพาะตัวบุคคล ซึ่งนับวันภูมิปัญญาดังกล่าวเริ่มจะสูญหายไปเมื่อบุคคลเหล่านั้นได้จากไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพรไทย อันเป็นภูมิปัญญาที่อยู่ในตัวบุคคล นับวันภูมิปัญญาดังกล่าวเริ่มจะสูญหายไปเมื่อบุคคลเหล่านั้นได้จากไป โดยสมุนไพรนับว่าเป็นทั้งอาหารและยารักษาโรคที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งใช้ในการรักษา บำบัด มนุษย์มาตั้งแต่สมัยโบราณกาลและมีการถ่าย ทอดองค์ความรู้ทางการรักษานั้นจากรุ่นสู่รุ่น ด้วยวิธีการบอกเล่าแบบปากต่อปากยังไม่มีการบันทึกเป็นตำราการเรียนรู้แบบหนังสือ ยกเว้นการบันทึกไว้ในใบลานซึ่งก็นับว่าเป็นการยากสำหรับปัจจุบันในการศึกษาจากอักขระดังกล่าว แม้จะมีการศึกษาจากใบลานก็นับว่าน้อยสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาจริง ๆ และองค์ความรู้ดังกล่าวถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในทางการแพทย์ หากมีการนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาถ่ายทอดเป็นตำราที่เป็นปัจจุบัน นับว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสาธารณสุขเพื่อบำบัดรักษาด้วยสมุนไพรและแพทย์ทางเลือก นอกจากนี้การใช้พืชสมุนไพรยังลดความเสี่ยงต่อการได้รับสารเคมีในกระบวนการรักษาแผนปัจจุบัน

จังหวัดชัยภูมิเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีความอุดมสมบรูณ์และความหลากหลายทางชีวภาพสูงในประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นกำเนิดของแม่น้ำชี และลำน้ำสาขาอีกหลายสาย เช่น ลำน้ำพรม ลำน้ำเชิญ ลำน้ำประทาว เป็นต้น มีสถานที่ท่องเที่ยวมากมาย มีผืนป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีทุนทางธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ตลอดจนสมุนไพรมากมาย แต่มีแนวโน้มในการใช้พื้นที่สำหรับปลูกพืชเชิงเดี่ยวมากยิ่งขึ้น และใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ มีพื้นที่ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติไทรทอง เป็นพื้นที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์ทางอาหารพื้นถิ่นและพืชสมุนไพรโดยชาวบ้านทั้งในพื้นที่และพื้นที่อื่น ๆได้เข้ามาใช้ประโยชน์ในป่าผืนในการใช้เป็นแหล่งอาหาร(Food Bank) ของชุมชน แต่ขาดการจัดการองค์ความรู้ที่มีหรือการสร้างจิตสำนักรักษ์ในภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้มีการใช้ประโยชน์อย่างขาดจิตสำนึกอนุรักษ์ และจากการศึกษาบริบทในพื้นที่สามารถสกัดคำซึ่งสามารถใช้สื่อถึงปัญหาและบริทบทของพื้นที่ออกมาได้ 2 คำคือ "ดับแนว" และ "ตายแล้วยัง" ซึ่งสื่อความหมายถึงการใช้ประโยชน์อย่างขาดจิตสำนึก โดยที่มาของคำทั้งสอง เนื่องจากว่าพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) มีพืนที่ประมาณ 350 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ต่อเนื่องมาจากอุทยานแห่งชาติไทรทอง อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งยังมีความอุสมสมบูรณ์ของธรรมชาติอยู่มาก โดยมีชุมชนตำบลซับใหญ่อยู่โดยรอบพื้นที่ ซึ่งประชาชนจะเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ตามวิถีชาวบ้าน เช่น มาเก็บเห็ด ผักหวาน อึ่ง พืชสมุนไพร เป็นต้น ปัจจุบันจากการมุ่งหวังแต่ผลกำไร และภาวะขาดแคลนในพื้นที่ต่าง ๆ รวมทั้งทั้งประชาชนในพื้นที่เอง และบุคคลต่างถิ่นได้เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่โดยขาดจิตสำนึกอนุรักษ์ เช่น การใช้ภาชนะและวิธีในการเก็บที่ผิดวิธี ทำให้พืชและสัตว์ไม่สามารถขยายพันธุ์ต่อไปได้ จึงเป็นที่มาของคำว่า "ดับแนว" ในภาษาอีสานแปลว่า สิ่งนั้นหายสาบสูญไป, หมดไป, สูญพันธุ์, ตาย ส่วนคำว่า "ตายแล้วยัง"สืบเนื่องมาจากพฤติกรรมของผู้ทรงภูมิท้องถิ่นไทยมักจะนิยมถ่ายทอดองค์ความรู้จากรุ่นสู่รุ่น ด้วยวิธีการบอกเล่าแบบปากต่อปาก ยังไม่มีการบันทึกเป็นตำราการเรียนรู้แบบหนังสือ โดยเฉพาะความรู้ด้านพืชสมุนไพรอันเป็นภูมิปัญญาที่อยู่ในตัวบุคคล นับวันภูมิปัญญาดังกล่าวเริ่มจะสูญหายไปเมื่อบุคคลเหล่านั้นได้จากไป หากนำมารวบรวมจัดทำเป็นเอกสารหรือฐานข้อมูลสำหรับการเผยแพร่ ถึงแม้ตัวผู้ทรงภูมิได้จากไปแล้วองค์ความรู้ก็จะยังคงอยู่ต่อไป ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของระบบนิเวศซึ่งเป็นต้นทุนทางธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว และภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรของปราชญ์ชาวบ้าน

ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นเอกสารสำคัญที่จะบ่งบอกถึงความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นนี้ได้อย่างชัดเจน โดยการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษา สำรวจ และรวบรวมหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช

สมุนไพร ภูมิปัญญาท้องถิ่นการใช้พืชสมุนไพรจากปราชญ์ชาวบ้านและผู้นำตามธรรมชาติ รวมทั้งแนวทางในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง ในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชสมุนไพร องค์ความรู้ภูมิปัญญาการใช้พืชสมุนไพรในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

2.เพื่อศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ และการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นแก่เยาวชนในพื้นที่อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ในการสำรวจและศึกษารวบรวมองค์ความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านพืชสมุนไพร มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านการพัฒนาการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. ผู้วิจัย (Researcher) เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญที่สุดในการศึกษาเชิงคุณภาพ ซึ่งนักวิจัยต้องมีการเตรียมความพร้อมทั้งด้านความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย และทักษะกระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ

2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างภาคสนาม ได้แก่ กระดาษ ถุงพลาสติก กล้องถ่ายรูป เครื่องบันทึกเสียง เอกสารประกอบการวิเคราะห์ชนิดพืชสุมนไพร

3. การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร โดยการเก็บข้อมูลภาคสนามจากการเดินสำรวจสังเกตวิถีชีวิตชาวบ้าน ของทีมนักวิจัยร่วมกับชาวบ้าน และการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) โดยจำแนกตาม ชื่อท้องถิ่น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และลักษณะการใช้ประโยชน์

4. การสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) มีลักษณะเป็นแนวคำถามกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) เกี่ยวกับการศึกษาแนวทางในการฟื้นฟู อนุรักษ์ และการปลูกจิตสำนึกรักษ์ในภูมิปัญญาท้องถิ่นแก่เยาวชนในพื้นที่ประกอบด้วย พระ ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้นำชุมชน ครู นักวิชาการ รพ.สต ประชาชน เยาวชน จำนวน 50 คน

5. การสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) ในการสำรวจ และรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพของสมุนไพรชนิดต่าง ๆในบริเวณสวนป่าสมุนไพรวัดเกิ้งขี้กา โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลสำคัญในพื้นที่ (Key informant) ได้แก่ พระ ปราชญ์ชาวบ้าน

วิธีการสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือในครั้งนี้คือ แบบสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร การประชุมกลุ่มย่อยและการสัมภาษณ์เชิงลึก มีวิธีการดังนี้

1. สร้างแบบสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ ภาคสนาม และกำหนดประเด็นการสัมภาษณ์ และประเด็นการสนทนา

2. นำแบบสำรวจ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาในการครอบคลุมเนื้อหา และนำข้อมูลจากประเด็นการสัมภาษณ์และประเด็นการสนทนาไปตรวจสอบข้อมูลสามเส้า (Triangulation) ทั้งในด้านข้อมูล ด้านผู้วิจัยและเก็บข้อมูล และด้านวิธีการเก็บข้อมูล

3. จัดทำประเด็นการสัมภาษณ์ และประเด็นการสนทนา ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่

พื้นที่ศึกษาการวิจัยครั้งนี้คือ สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ พื้นที่ประมาณ 350 ไร่ โดยสำรวจข้อมูลในภาคสนาม (Field research) และสัมภาษณ์เชิงลึก (In - depth interview) จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) โดยกลุ่มประชากรหลักคือ ผู้ทรงภูมิหรือผู้นำตามธรรมชาติ ได้แก่ พระมหาสยามโสภณ สีโล ปราชญ์ชาวบ้าน หมอดิน จำนวน 9 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)ประกอบด้วยเป็นบุคคลที่อาศัยใน

พื้นที่อำเภอซับใหญ่ และเป็นที่ยอมรับของประชนในพื้นที่ว่าเป็นผู้ทรงภูมิด้านพืชสมุนไพร และมีความสมัครใจในการร่วมโครงการ จากนั้นทำการสำรวจพืชสมุนไพรที่พบสวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) บันทึกชื่อพื้นเมือง ลักษณะวิสัย การใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ บันทึกภาพประกอบ ตลอดจนวิธีการใช้ด้วยการสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group Discussion) ประกอบด้วย พระ ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้นำชุมชน ครู ประชาชน เยาวชน จำนวน 50 คน เพื่อศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ และการปลูกจิตสำนึกรักษ์ในภูมิปัญญาท้องถิ่นแก่เยาวชนในพื้นที่

การตรวจสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บภาพตัวอย่างพรรณไม้ที่รวบรวมได้จากในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ
3. นำตัวอย่างสมุนไพรมาตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อท้องถิ่น รวมถึงคุณสมบัติเฉพาะของสมุนไพรชนิดนั้น ๆ
4. ทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) โดยการตรวจสอบสามเส้า ด้านข้อมูลจากผู้ทรงภูมิหลาย ๆท่านที่ได้ให้ข้อมูลที่ตรงกัน ควบคู่กับการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและฐานข้อมูลต่าง ๆ
5. จัดทำบัญชีรายชื่อพันธุ์พืชสมุนไพรในสวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ ประกอบด้วยชื่อสามัญ ชื่อพฤกษศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะทางพฤษศาสตร์ พร้อมทั้งระบุการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรโดยอ้างอิงจากฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2553) และอุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553) เป็นต้น
6. ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสำรวจ สัมภาษณ์ การสังเกต ตามประเด็นมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา(Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้มาจำแนกและจัดหมวดหมู่แล้วสรุปเป็นประเด็นหลักและพรรณนาข้อความอย่างละเอียด เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงสรุปประเด็นหลัก โดยสรุปเนื้อหาเชิงบรรยาย (Descriptive)

ผลการศึกษา

การศึกษาวิจัยเรื่องแนวทางการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร กรณีศึกษาสวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ เพื่อศึกษาสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชสมุนไพร องค์ความรู้ภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์ และศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ และการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพรในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ ผู้วิจัยได้ผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพทางด้านชนิดพรรณของพืชสมุนไพรในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

จากการการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพทางด้านชนิดพรรณของพืชสมุนไพรในพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ พบ พืชสมุนไพร จำนวน 132 ชนิด 62 วงศ์ จำแนกตามวิสัยพืช ได้แก่ ไม้ยืนต้น 28 ชนิด ไม้พุ่ม 29 ชนิด ไม้ล้มลุก 51 ชนิด ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 23 ชนิด และไม้รอเลื้อย 1 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

การศึกษาการใช้ประโยชน์ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพรของสวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ(วัดเกิ้งขี้กา) โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) และบัญชีรายชื่อพันธุ์พืชสมุนไพร ประกอบด้วยชื่อสามัญ ชื่อพฤกษศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะทางพฤษศาสตร์ พร้อมทั้งระบุการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรโดยอ้างอิงจากฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2553) และอุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553) ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร(2558) ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (2558) และศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม (2558) พบว่า ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์เป็นแหล่งอาหารของชุมชนและแหล่งค้นคว้าด้านสมุนไพร ซึ่งได้มีการนำเอาพืชสมุนไพรไปใช้ในการบำบัด รักษา บำรุงร่างกายในด้านต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้ในกลุ่มโรคริดสีดวงทวาร โรคไต ขับปัสสาวะ แก้จุกเสียด แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้โรคกระเพาะอาหาร ห้ามเลือดแผลสด สมานแผล บำรุงหัวใจ ยาบำรุงโลหิต ยาบำรุง

ร่างกายแก้กระษัย ปวดเมื่อยตามร่างกาย ยาบำรุงกำหนัด แก้ตกขาว มะเร็งปากมดลูกระยะเริ่มต้น บำรุงน้ำนมผู้หญิงอยู่ไฟไม่ได้ แก้พิษ ผดผื่น แก้ผื่นคัน โดยเฉพาะใช้ถอนพิษหรือบำบัดผู้ติดยาเสพติด เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่พบบริเวณพื้นที่สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเก็งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

ลำดับที่	ชื่อสามัญ/ ชื่อท้องถิ่น	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	การใช้ประโยชน์
1	หัสคุณ	*Clausenaexcavata*Burm. f.	RUTACEAE	แก้โรคกระเพาะอาหาร แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย
2	หิ่งหาย	*Crotalaria quinquefolia* L.	FABACEAE (LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE)	ถอนพิษ
3	กล้วยเต่า	*Polyalthia debilis* (Pterre) Finet & Gagnep.	ANNONACEAE	ถอนพิษผู้ติดยาเสพติด ผู้หญิงอยู่ไฟไม่ได้ บำรุงน้ำนม
4	อุโลก	*Hymenodictyon excelsum* Wall.หรือ *Hymenodictyon excelsum* (Roxb.) Wall.	RUBIACEAE	บำรุงร่างกาย แก้โรคกระเพาะ
5	สมัดน้อย	*Micromelum minutum* (Forst.f.) Wright & Arn.	RUTACEAE	แก้โรคกระเพาะอาหาร แก้อาการไอเจ็บคอ
6	หญ้าไข่เหา	*Mollugo pentaphylla* Linn.	AIZOACEAE	นำมาปรุงอาหาร
7	อีรอก	*Amorphophallus* spp., *Arisaema* spp.	ARACEAE	ลำต้นเป็นอาหาร แก้รีดสีดวงทวาร
8	กระเจียวแดง	*Curcuma sessilis* Gage.	ZINGIBERACEAE	ผื่นคัน ตกขาว หรือใส่ลูกประคบ ทำให้เลือดลมไหลเวียนดี
9	กะเม็ง	*Ecliptaprostrata* L.	ASTERACEAE หรือ COMPOSITAE	เป็นยาขับลม แก้อาการท้องเฟ้อ
10	กระเจียวขาว (ป่า)	*Curcuma parviflora* Wall.	ZINGIBERACEAE	แก้โรคตับ บำรุงร่างกาย
11	สามสิบ	*Asparagus racemosus* Willd.	ASPARAGACEAE	ขับปัสสาวะ
12	อัญชันป่า	*Clitoriamacrophylla* Wall.	LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE	แก้โรคตับ
13	บันไดลิง	*Bauhinia scandens* L. var. *horsfieldii* (Miq.) K. et S.S. Larsen	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	ถอนพิษ แก้บิด
14	สลัดได	Euphorbia antiquorum L.	EUPHORBIACEAE	หอบหืด ท้องอืดท้องเฟ้อ
15	สามพันตา	*Gardenia saxatilis* Geddes	RUBIACEAE	แก้โรคริดสีดวง สัก ลงอักขระ ของขลัง

2.การศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ และการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นในพื้นที่อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ

2.1 แนวทางในการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าร่วมกันของประชาชนชุมชนซับใหญ่

2.1.1 ถวายเข้าเป็นหนึ่งในโครงการของพระเทพฯ โดยมีชื่อโครงการว่า โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ

"มันเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์จริง ๆ แต่ถ้าเราปล่อยทิ้งไว้อย่างนี้ เมื่อเวลาผ่านไปไม่สามารถรับประกันความยั่งยืนได้ แต่ถ้านำเข้าถวายเป็นโครงการของพระเทพฯจะเป็นหลักประกันความยั่งยืนได้แน่นอน" (พระมหาสยาม)

"เอาพื้นที่ป่าถวายท่าน เป็นส่วนรวมจริง ๆ ป่าผืนนี้ก็จะได้ยั่งยืนด้วย และที่ผ่านมาโครงการทำเพียงภายในโรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม เท่านั้น ดังนั้น เพื่อให้เกิดเป็นรูปธรรม ขั้นตอนต่อไปคือ ขอความร่วมมือจาก อบต. และหมู่บ้าน เข้ามาเป็นส่วนร่วมหรือเป็นแนวร่วมในการทำโครงการนี้ " (ผอ.โรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

2.1.2 จัดตั้งศูนย์เรียนรู้ ทำเป็นห้องเรียนมีชีวิต

"ให้วัดและพระอาจารย์เป็นแหล่งศูนย์รวมความรู้ทางภูมิปัญญา โดยสถานที่แห่งนี้จะเปิดกว้างให้เป็นสถานที่เรียนรู้ โดยจะเน้นให้เป็นห้องเรียนธรรมชาติ ซึ่งสื่อวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในนี้ไม่ต้องจัดหาเลย เพราะมันมีอยู่แล้วโดยธรรมชาติ" (ครูโรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

2.1.3 สร้างความตระหนักและสร้างจิตสำนึก

"หาวิธีการที่จะสร้างความตระหนักและสร้างจิตสำนึกให้กับทุกคน ทุกภาคส่วน ทุกหน่วยงานได้เข้ามามีส่วนร่วมในการธำรงคงไว้ รักษา ให้เข้าใจถึงการอนุรักษ์ป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสนับสนุนจากบุคลากรการแพทย์แผนไทยก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะได้มีโอกาสรักษาไว้ (เจ้าหน้าที่รพ.สต.ซับใหญ่)

2.1.4 ใช้โรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้

"สถานศึกษาก็เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ เพื่อจะสร้างความตระหนักให้กับเยาวชนเห็นความความสำคัญของภูมิปัญญาชาวบ้าน ซึ่งจะต้องรักษาไว้เพราะทุกวันนี้ ยา หรือสมุนไพร หรือว่าแม้แต่อาหารการกินต่าง ๆ มันก็จะโยงเข้ามาสู่วิถีชีวิตของคนเรา โดยเฉพาะหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของในหลวงที่จะทิ้งไม่ได้"(นักวิชาการ)

"สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการอนุรักษ์ป่าโดยนำเข้าหลักสูตรการศึกษาให้ได้ เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่นและการอนุรักษ์ตั้งแต่อนุบาลจนถึงทุกระดับชั้น ถึงคุณค่าของผืนป่า วิธีการใช้ประโยชน์จากผืนป่าอย่างยั่งยืน โดยให้ใช้ประโยชน์จากผืนป่าอย่างมีจิตสำนึก และสร้างจิตสำนึกให้ทุกภาคส่วน ให้เข้าใจถึงคุณประโยชน์ ของการรักษาป่าและใช้ประโยชน์จากป่า" (ผู้ใหญ่บ้านหมู่10)

2.1.5 สร้างความเป็นเจ้าของร่วมกัน

"สร้างความเป็นเจ้าของร่วมกัน ไม่ใช่ใครมาก็หยิบติดไม้ติดมือไป มันก็ไม่พอ พืชที่ใกล้จะสูญพันธุ์เราต้องขยายสมุนไพรบางต้น เช่น ต้นกระบุก ตอนเอาทั้งหัวไปปลูกที่บ้านมันไม่โตเหมือนอยู่ในป่า มันไม่ยั่งยืน จัดโซนการขยายพันธุ์เพาะปลูกว่าโซนไหนคืออะไร จะง่ายต่อการใช้ประโยชน์มากขึ้น" (พระมหาสยาม)

2.1.6 หน่วยงานทางสาธารณสุขใช้ยาแผนปัจจุบันควบคู่กับใช้ยาแผนโบราณ

"หน่วยงานทางสาธารณสุข กระทรวงจะบรรจุสูตรตำรับยาแผนโบราณเข้าไปในบัญชียาหลัก 22 รายการ จะมีนโยบายที่สถานบริการสาธารณสุข จะต้องใช้สูตรยาแผนโบราณกับผู้ป่วยที่มารับบริการ ผู้ป่วยนอก 20% ของผู้ป่วย ถึงจะเป็นตัวชี้วัดว่าสถานบริการนี้ประสบผลสำเร็จ พอกระทรวงให้นโยบายแบบนี้ ก็จะมาดำเนินงานโดยแต่ละหน่วยงานใช้ตำรับยาสมุนไพรลงไปที่ อสม.ในแต่ละหมู่บ้าน ซึ่ง อสม.จะแยกเป็น 10 สาขา และมีสาขาหนึ่ง คือ สาขาแพทย์สมุนไพรและภูมิปัญญาท้องถิ่น จากนั้นก็ให้ อสม.ใช้ยาแผนปัจจุบันควบคู่กับใช้ยาแผนโบราณด้วย โดยเขตซับใหญ่ก็จะประสานเชื่อมโยงมาที่วัดป่าแห่งนี้ โดยจะใช้เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลมีสมุนไพรหลายชนิดที่ทาง อสม. มาขอจากพระอาจารย์ไปขยายพันธุ์ ซึ่งมีสมุนไพรหลายชนิดที่หาจากที่อื่นไม่ได้ แต่สามารถหาได้จากที่นี่ ในส่วน อสม.ก็จะมีความตระหนักว่าวัดป่าแห่งนี้เป็นแหล่งความรู้ เป็นแหล่งเรียนรู้"(เจ้าหน้าที่รพ.สต.ซับใหญ่)

2.1.7 เผยแพร่ในช่องทางต่าง ๆ

เยาวชนสามารถเรียนรู้ได้จากสถานที่จริง และผู้รู้จริง ผู้ที่จะสามารถไปเผยแพร่ให้กับผู้อื่นได้ โดยสมุนไพรหายชนิดมีสรรพคุณด้านบำรุงร่างกาย รักษาโรค หรือแม้กระทั่งเสริมสร้างความงาม สมุนไพรอาจจะเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เพื่อน ๆ อาจจะสนใจที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ แล้วนำความรู้ของเรานำไปเผยแพร่สู่สาธารณะโดยอาจจะลง facebook หรือ Line เป็นต้น เพื่อให้เพื่อน ๆมีความรักในธรรมชาติ และอนุรักษ์ธรรมชาติต่อไป (เยาวชน)

2.2 แนวทางในการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญา

2.2.1 มีการดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญา

"กิจกรรมทางด้านสาธารณสุข โดยจะทำประชาคม เช่น โครงการลด ละ เลิกสูบบุหรี่ หรือ โครงการสร้างเสริมสุขภาพ โดยกำลังจะทำประชาคมหมู่ 10 ในเรื่องของการอนุรักษ์ป่า *(เจ้าหน้าที่รพ.สต.ซับใหญ่)*

"กิจกรรมจะเน้นไปที่เยาวชน โดยเป็นเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา ให้ความรู้เยาวชนในเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ถูกต้อง และกิจกรรมปลูกต้นไม้ โดยดำเนินกิจกรรมนี้กันทุกปี เช่น ผักหวานจะเก็บไปกี่รอบก็ตาม ต้องไม่หักกิ่งผักหวาน ไม่ควรถอนรากถอนเหง้าของผักหวานไปด้วย เพราะมันสามารถเจริญเติบโตในป่าดีอยู่แล้ว" (ผู้ใหญ่บ้านหมู่10)

2.2.2 สร้างมาตรการทางสังคม

"พอทำประชาคมเสร็จ ชาวบ้านทุกคนรับทราบว่าเรากำลังจะอนุรักษ์ป่าแห่งนี้ แล้วให้ชาวบ้านระดมสมองกันว่าจะทำอย่างไรให้เราร่วมเป็นเจ้าของป่าแห่งนี้ สร้างมาตรการของชาวบ้านขึ้นมากันเอง ให้ชาวบ้านเป็นคนคิด คนทำจะได้ผลเหมือนที่เราทำเรื่องสุขภาพ เรื่องโครงการชุมชนปลอดบุหรี่ เรากำหนดไม่ได้ ว่าชาวบ้านจะสร้างมาตรการกันอย่างไร ต้องนัดให้ชาวบ้านประชุมกันว่า จะอนุรักษ์ป่าตรงนี้ เช่น ถ้ามาเก็บของป่าไป จะลงโทษมาตรการทางสังคมอย่างไร มันเป็นเรื่องของชาวบ้านที่ต้องคิด เหมือนที่เราประสบผลสำเร็จมาแล้ว กับการทำโครงการชุมชนปลอดบุหรี่ของอำเภอซับใหญ่ ชาวบ้านก็จะสร้างมาตรการทางสังคมของเขามา เช่น ถ้าใครสูบบุหรี่ในวัด นอกจากผิดกฎหมายแล้วยังแต่ละหมู่บ้านจะสร้างมาตรการทางสังคมขึ้นมา (นักวิชาการ)

2.2.3 ทำเป็นศูนย์การเรียนรู้

"เมื่อมีสถานที่ที่จะใช้ประโยชน์ ก็จะเป็นเกราะอย่างหนึ่งที่ควรรับรู้รับทราบ หลังจากที่ได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะในหน่วยของสถานศึกษา เช่นโรงเรียน ซับใหญ่วิทยาคม โรงเรียนบ้านซับเจริญสุข เป็นหลักในงานสวนพืชศาสตร์ในโรงเรียน โครงงานที่ได้ถวายงานร่วมกับพระเทพฯก็มีส่วนหนึ่งแล้ว เป็นความยินดียิ่งที่สถานบันอุดมศึกษาโดยม. ราชภัฏชัยภูมิ มาให้ความสำคัญในเรื่องนี้ กิจกรรมที่เราจะทำร่วมกันก็คือ จะทำอย่างไรให้สถานที่แห่งนี้เป็นแหล่งเรียนรู้ เป็นสื่อเรียนรู้ของจริง ที่จะเป็นห้องเรียนธรรมชาติ โดยที่ว่าเราไม่จำเป็นต้องหาอะไรมามากมาย เพียงแต่ว่าถ้าเราทุกคนร่วมกันรักษาตรงนี้ไว้ กิจกรรมต่าง ๆ ก็จะตามมา ในขณะนี้ส่วนของ อบต. กศน. อาจจะมีโครงการแนวทางต่อไปที่จะทำอย่างไรจึงจะมารักษาป่าผืนนี้ ในส่วนของการศึกษาตามอัธยาศัยได้ ตอนนี้ก็มีทางด้านสาธารณสุข ทางสถานศึกษา โรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม โรงเรียนบ้านซับเจริญสุข มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ พระอาจารย์ที่เป็นปราชญ์ชาวบ้าน และมีชาวบ้าน ดังนั้นจึงเริ่มมีบทบาทที่จะร่วมกิจกรรมนี้ โดยให้พระอาจารย์เป็นหลักที่ดีมาก (ผู้ใหญ่บ้านหมู่10)

2.2.4 ดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์ป่าให้ยั่งยืนต่อเนื่อง

"มีกิจกรรมอนุรักษ์ป่าให้ยั่งยืนต่อเนื่องโดยเฉพาะกิจกรรมสร้างความตระหนัก ให้ทุกคนเห็นความสำคัญ ทั้งเยาวชน ชุมชน หน่วยงานทางราชการ โดยต้องหลอมใจเป็นหนึ่งเดียว เพื่อจะทำให้ป่าแห่งนี้เป็นมรดกตกทอดสู่ลูกหลานไปโดยตลอด และไม่ใช่จะมาใช้อย่างเดียว ช่วยกันสร้างด้วย ถ้าทุกสิ่งทุกอย่างทุกคนได้ร่วมคิดร่วมทำร่วมพัฒนา สิ่งเหล่านี้จะไปได้เรื่อย ๆ ทั้งนี้ทั้งนั้นกิจกรรมต้องมีการปลุกเสริมขึ้นมาทดแทนเรื่อย ๆ ซึ่งเดิมเองพื้นที่นี้ก็มีภูมิปัญญาอันมีค่า แต่ยังไม่ค่อยเป็นระบบเท่าไร คือให้มันเป็นระบบในการศึกษาเชิงธรรมชาติ เช่น การทำแผนผังต้นไม้ที่สำคัญที่หายาก ก็น่าจะเป็นแหล่งที่มีประโยชน์ ในป่ามีสิ่งต่าง ๆมากมาย ไม่สามารถเรียนได้หมด ดังนั้น ต้องเลือกจุดว่าจะเรียนอะไรยังไง และควรมีแกนนำที่ให้ความรู้ได้มาช่วยกัน"(ปราชญ์ชาวบ้าน)

ต้องมีการดูแลและรักษาป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าจะทำให้เกิดความยั่งยืนต่อไปในผืนป่านี้ ต่อไปก็ควรจะจัดให้ผืนป่านี้เป็นสถานที่ศึกษาดูงานให้ชัดเจน จัดให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ จัดเป็นที่พักพิงทางใจ มาปฏิบัติทางธรรม ผลที่ตามมาภายหลังคือรายได้ พอมีรายได้แล้วก็สามมรถนำเอามาใช้เป็นทุนในการดูแลรักษาอนุรักษ์รักษาป่าได้อย่างยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลที่ตามมา ชาวบ้านในหมู่บ้านใกล้เคียงก็จะมีรายได้ในการที่จะเข้ามาช่วยดูแล อนุรักษ์สิ่งต่าง ๆ ในป่านี้ ก็จะทำให้เกิดความยั่งยืนต่อไปได้" (ผอ.โรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

"ป่าผืนนี้ไม่ถอน รื้อ ถาง แต่จะปลุกเสริมขึ้นเรื่อย ๆ และหาพันธุ์พืชอื่นมาปลุกเพิ่มอีก " (ผู้ใหญ่บ้านหมู่ 10)

2.2.5 หารูปแบบหรือกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับเยาวชน

"การเผยแพร่หรือการจัดอบรมหรือมีการบรรยายต่าง ๆ บางทีก็ทำให้เยาวชนอย่างพวกเรารู้สึกน่าเบื่อ ไม่ให้ความสนใจ แต่ถ้ามีการปรับเปลี่ยนจากการบรรยายให้เป็นการลงปฏิบัติจริง ก็จะทำให้เรามีความสนใจกันมากขึ้น จะทำให้เรารู้ว่าพืชสมุนไพรนี้มีสรรพคุณอะไรบ้าง หรือบางครั้งราอาจจะเอาเรื่องราวเกี่ยวกับสมุนไพรต่าง ๆมาทำเป็นการ์ตูน หรือไม่ก็เป็นนิทาน หรือนำสมุนไพรต่าง ๆ มารวบรวมเป็นบทเพลงมาให้พวกเราได้ฝึกร้อง อาจจะทำให้เยาวชนสนใจและอนุรักษ์พืชสมุนไพรกันมากขึ้น ให้มีมัคคุเทศก์น้อยพาเที่ยวป่า" (ผอ.โรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

2.2.6 แหล่งเรียนรู้แหล่งศึกษาตามธรรมชาติหรือแปลงสาธิต

"จัดทำเป็นแหล่งเรียนรู้แหล่งศึกษาตามธรรมชาติ โดยส่วนหนึ่งอาจจะรวบรวมมาเป็นแปลงสาธิต เช่น จันผา ก็จะเกิดที่หน้าผา แต่ส่วนมากคนจะนำไปปลูกตามบ้านจัดสรรต่าง ๆ ดังนั้น ก็ควรจะทำทั้ง 2 รูปแบบคือ จัดทำเป็นแปลงสาธิตได้ในพวกพืชว่าน พืชต้นเล็ก ส่วนพืชต้นใหญ่ควรจะพาเดินป่าจริง ๆ มีเส้นทางธรรมชาติที่เราจะทำทางสำรวจเข้าไปในป่าได้ ควรจะมีเป็นความรู้พื้นฐานว่าควรจะเก็บอะไรช่วงฤดูไหน เช่น ในหน้าฝนจะเก็บใบ ดอก ผล หน้าแล้งเก็บที่ลำต้น รากเข้ามาแหล่งเรียนรู้จริงแล้ว เราอยากจะรู้ว่าสมุนไพรอะไรรักษาโรคอะไรได้บ้าง จะใช้อะไร ใช้ส่วนไหน" (ปราชญ์ชาวบ้าน)

2.2.7 ให้เยาวชนมีส่วนร่วม

"เยาวชน ควรปลูกฝังให้เกิดความรักความหวงแหน มีส่วนร่วมในการปลูกต้นไม้ โดยปลูกฝังตั้งแต่เด็ก ให้มีส่วนร่วมตั้งแต่เด็ก ๆ จะทำให้เยาวชนมีความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของผืนป่านี้ร่วมกัน ฝึกให้เด็กได้คิดเป็น ทำเป็น ร่วมพัฒนา ร่วมสร้าง เป็นกำลังที่สำคัญหลักต่อไปในอนาคต และควรจะมีการจัดตั้งกองทุน เวลาปลุกทุกคนมาปลุก แต่เวลาดูแลรักษากลายเป็นพระอาจารย์ทำ และต้องใช้เวลานานในการดูแล บางครั้งเราต้องจ้างคนเข้ามาดูแล เพื่อที่จะอนุรักษ์ตรงนี้ ถึงจะไม่ได้ใช้เงินจำนวนมาก แต่เราก็อยากได้ส่วนหนึ่งเพื่อช่วยให้ยั่งยืนขึ้น" (ครูโรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

"การทอดถ่ายความรู้รุ่นสู่รุ่น ให้กระทรวงศึกษาธิการนำประเด็นนี้ บรรจุเข้าหลักสูตรฯ โดยเน้นหนัก ตั้งแต่อนุบาลจนถึงชั้นสูงสุด ให้รู้ซึ้งถึงการอนุรักษ์ป่าการรักษาป่า ตั้งแต่เริ่มอยู่อนุบาล จนทุกระดับชั้นมาเรื่อย ๆ ให้มีความรู้ความเข้าใจถึงการอนุรักษ์ป่าแบบยั่งยืนได้ ต่อมาก็คือให้ทุกภาคส่วนต่าง ๆมีการสนับสนุนในการอนุรักษ์ป่าร่วมกัน เช่น เรื่องแหล่งน้ำโดยการขุดบ่อน้ำ ตั้งฝาย พอให้มีน้ำเก็บกักแล้ว ผืนป่านี้ยิ่งจะอุดมสมบูรณ์มากกว่านี้" (ผู้ใหญ่บ้านหมู่10)

การอนุรักษ์ต้องให้เรียนรู้ตั้งแต่เด็กโดยเน้นที่การใช้ประโยชน์ร่วมกัน และให้มีคณะกรรมการหลาย ๆฝ่ายดูแลช่วยกัน (ผอ.โรงเรียนซับใหญ่วิทยาคม)

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร กรณีศึกษา สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ เป็นการสำรวจความหลากหลายของชนิดพรรณของพืชสมุนไพร โดยพบพืชสมุนไพร 132 ชนิด 62 วงศ์ ได้แก่ ไม้ยืนต้น 28 ชนิด ไม้พุ่ม 29 ชนิด ไม้ล้มลุก 51 ชนิด ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 23 ชนิด และไม้รอเลื้อย 1 ชนิด ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของรศ.สุวิทย์ วรรณศรี(2556) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพทางด้านชนิดพรรณของพืชสมุนไพรในพื้นที่ภูแผงม้า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งพบพืชสมุนไพรทั้งหมด 51 ชนิด 33 วงศ์ ได้แก่ ไม้ยืนต้น 25 ชนิด ไม้ล้มลุก 22 ชนิด ไม้พุ่ม 4 ชนิด และเพ็ญนภา ทิพย์สุราษฎร์(2559) ซึ่งได้ทำการศึกษาพืชสมุนไพรท้องถิ่นและภูมิปัญญาด้านการใช้พืชสมุนไพร กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบพันธุ์ไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม ไม้พื้นล่าง และลูกไม้ ทั้งหมด 77 ชนิด สามารถจำแนกเป็นพืชสมุนไพร 32 ชนิด โดยงานวิจัยที่กล่าวมามีความสอดคล้องกันกับงานวิจัยนี้ในด้านชนิดพันธุ์พืชสมุนไพรที่พบในพื้นที่

สำหรับด้านภูมิปัญญาในการใช้ประโยชน์จากสุมนไพร มีการใช้ประโยชน์เป็นยาบำบัด รักษา บำรุงร่างกายในด้านต่าง ๆ ส่วนของพืชที่นำมาเป็นยาสมุนไพร ได้แก่ ราก หัว เปลือก แก่น ใบ ยอด หน่อ ดอก และผล โดยมีลักษณะการใช้หลายรูปแบบ ได้แก่ การรับประทานร่วมกับอาหาร การต้ม ฝน แช่ อาบ อบ ประคบ สูดดม ทา นวด ขึ้นอยู่ภูมิปัญญาความรู้ของคนในชุมชนหรือหมอยาจะเป็นผู้บอกและแนะนำการนำมาใช้ประโยชน์ และใช้เป็นอาหารพื้นบ้าน จุดเด่นของ

งานวิจัยนี้คือการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในการบำบัดผู้ติดยาเสพติด เช่น กล้วยเต่า มะระขี้นก บันไดลิง รางจืดดอกม่วง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพระมหาบุญนิธิ สุดาวรรณ์(2554) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านในการบำบัดผู้ติดยาแบบวิถีพุทธ จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ รากโลดทะนงแดง รากปลาไหลเผือก และต้นพญาไฟ นำมาผสมกับน้ำดื่มเป็นยาพร้อมกับมีพิธีกรรมทางศาสนา เช่น การสาบาน ทำให้เกิดเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ผสมผสานกันเพื่อให้ผู้ติดยาเสพติดเกิดความตระหนักเป็นการรักษาแบบองค์รวมคือรักษาทั้งกายและจิตใจ

ด้านการอนุรักษ์เน้นการถ่ายทอดความรู้สู่เยาวชน โดยให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วม และพัฒนาเป็นศูนย์เรียนรู้โดยใช้พื้นที่วัดป่าเกิ้งขี้กา และพระ เป็นศูนย์รวมการเรียนรู้และอนุรักษ์พันธุ์พืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อยอด

1) ควรต่อยอดในการสร้างความยั่งยืนด้วยการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางสุขภาพ โดยเพิ่มความสำคัญในการใช้สมุนไพรควบคู่กับระบบสุขภาพแผนปัจจุบัน

2) ศึกษาต่อยอดงานวิจัยผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับสมุนไพร งานวิจัยเกี่ยวกับสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในสมุนไพรจนสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้

3) การแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมีที่เป็นปุ๋ยและสารฆ่าแมลงในพืชสมุนไพร และการศึกษาเรื่องสรีรวิทยาของพืชสมุนไพร

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร กรณีศึกษา สวนพุทธอุทยานเฉลิมพระเกียรติ (วัดเกิ้งขี้กา) อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร พืชสมุนไพร 132 ชนิด 62 วงศ์ จำแนกตามวิสัยพืช ได้แก่ ไม้ยืนต้น 28 ชนิด ไม้พุ่ม 29 ชนิด ไม้ล้มลุก 51 ชนิด ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 23 ชนิด และไม้รอเลื้อย 1 ชนิด

ด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นและการใช้ประโยชน์ ได้นำไปใช้ในการบำบัด รักษา บำรุงร่างกายในด้านต่าง ๆ สำหรับการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ โดยการใช้เป็นแหล่งอาหารของชุมชน เช่น ผักหวาน เห็ด อึ่ง สมุนไพรต่าง ๆ เป็นต้น พื้นที่นี้ยังคงความอุดมสมบูรณ์ทั้งทางอาหารพื้นถิ่นและพืชสมุนไพร แต่ยังขาดการจัดการองค์ความรู้ที่มีหรือการสร้างจิตสำนึกรักษ์ในภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้มีการใช้ประโยชน์อย่างขาดจิตสำนึกอนุรักษ์

ด้านแนวทางในการอนุรักษ์ และการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นแก่เยาวชนในพื้นที่

สามารถสรุปประเด็นในการดำรงความยั่งยืนของผืนป่าแห่งนี้ โดยมีแนวทางที่จะพัฒนาให้เป็นศูนย์การเรียนรู้ การสร้างกิจกรรมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ดำเนินการอย่างต่อเนื่องมีแนวทางโดยให้ถ่ายทอดสู่เยาวชน โดยผสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งนี้ดำเนินงานอยู่ภายใต้ปัญหาที่พบเป็นประจำ คือ การใช้ประโยชน์และพฤติกรรมความเชื่อที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเผาป่าเพื่อเก็บผักหวานเพราะเชื่อว่าผักหวานจะเจริญงอกงาม ทำให้มีผลกระทบต่อพืช สัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในผืนป่าแห่งนี้

จึงสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพด้านชนิดพรรณของพืชสมุนไพรในพื้นที่อื่น ๆ และการรวบรวมภูมิปัญญาพื้นบ้านเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการยืนยันสรรพคุณทางเคมีของยาในการรักษาโรค เพื่อการใช้ประโยชน์ในระดับสากลได้ สิ่งสำคัญที่สุดคือการอนุรักษ์และสืบสานความสมบูรณ์ของพืชสมุนไพร รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในเยาวชนซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการสืบทอดและต่อยอดในพื้นที่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ค่านิยม และระบบคุณค่าต่าง ๆในสังคมไทย ที่เกิดจากกระแสวัตถุนิยมจากสากลมาผนวกรวมเข้ากับท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากพระมหาสยามโสภณ สีโล ผู้ใหญ่บ้าน ปราชญ์ชาวบ้าน หมอดิน และเยาวชน คุณครู คุณลุง คุณป้าและชาวบ้านอำเภอซับใหญ่ รวมทั้งผู้ช่วยนักวิจัยทุกคน และขอขอบพระคุณคณะกรรมการเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (ส.ก.อ.)ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และอุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ.(2559). สภาพทั่วไปของจังหวัดชัยภูมิ. จังหวัดชัยภูมิ. ศาลากลางจังหวัดชัยภูมิ.

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวสารานุกรมไทย. (2553).ภูมิปัญญาไทย เล่มที่ 23. กรุงเทพฯ . ด่านสุทธาการพิมพ์

โครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.(2555).ฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเขตอีสานใต้.คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.จังหวัดอุบลราชธานี

ประภาศิริ กลางพอน. ภูมิปัญญาไทยและสุขภาพ. (2558). ค้นเมื่อ วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2559. เข้าถึงจาก http://www.ipesp.ac.th/learning/thaistory/index.html

ประมุข ศรีชัยวงษ์ และสุรินทร์ ภูสิงห์. 2555. ความหลากหลายทางชีวภาพของผักพื้นบ้านในเขตต้นน้ำชีและลำน้ำสาขา จังหวัดชัยภูมิ. เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.).

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 21 เรื่องที่ 7 พฤกษศาตร์พื้นบ้าน. พืชสมุนไพรพื้นบ้าน. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 23 ม.ค. 2558. เข้าถึงจาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=21&chap=7&page=t21-7.infodetail04.html.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ เล่มที่ 14 เรื่องที่ 10 สมุนไพร. ประโยชน์ของสมุนไพร. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 23 ม.ค. 2558. เข้าถึงจาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=1infodetail04.html.

สำนักความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 23 ม.ค. 2558. เข้าถึงจาก http://chm-thai.onep.go.th/chm/cbd_definition.html

สิริวัฒน์ บุญชัยศรี และสุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. 2555. ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชผักพื้นบ้านในเขตชุมชนรอบกว๊านพะเยา. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 : 24-28.

อุบลวรรณ บุญฉ่ำ. 2558. ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity). [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 24 ธ.ค. 2557. เข้าถึงจาก http://www.sci.nu.ac.th/Biology/Biodiversity.

Ashley, Dominic Tarlton. 1995. Bureaucratic Barriers and Constraints to the Utilization of Indigenous Knowledge in Sustainable Agriculture in Sierra Leone. Dissertation Abstracts International. 55(7) : 1786-A ; January.

Breen, Riobart E. 2006. Determining the Level of Ecosystem Management within the Forest Plans of the United States Forest Service," Dissertation Abstracts International. 67(4) :unpaged ;October.

Connars. (1998). A Culture of Secrecy : The Government Versus The People's Right to Know. Lawrence : University Press of Kansas.

Cartledge, Danicl M. 1996. Taming the Mountain: Human Ecology, Indigenous Knowledge, and Sustainable Resource Management in the Doko Gamo Society of Ethiopia. Maters Abstracts International. 35(4) : 1064 ; August.

Delmonte, Antohony J. The Relationship between Social Interaction in Organizations andKnowledge Management System Success Ninth Americans Conferences on Information System. 2003. <http://aisel-isworld .org> 2004.

James Press. Hoskins N., (1990). The contribution of forestry to food security. Unasylva 17(2) : 175-186. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiversity. (10/9/12).

Yazzie, Victoria Lynn. 2007. A Cultural Ethic in Tribal Forest Management and Self- Determination: The Human Dimension of Silviculture. Dissertation Abstracts International. 67(9) :unpaged ; March

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน

ชัยวัฒน์ สืบบุญ* สุพรรณี บัวสุข และเกตุจันทร์ จำปาไชยศรี

Factors affecting on the movement of securities prices of the Energy Sector.

Chaiwat Suebboon*, Supannee Buasook and Katechan Jampachaisri

ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
Business Administration faculty of Business, Economics and Communication Naresuan University Phitsanulok Province 65000
*Corresponding author. E-mail: chaiwat.copter@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน โดยใช้แบบจำลอง Arbitrage Pricing Theory (APT) กับกรณีศึกษา 10 บริษัท ได้แก่ BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP, SUSCO และTOP ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยวิธีการเก็บข้อมูลย้อนหลังรายไตรมาส ตั้งแต่ไตรมาสที่หนึ่ง ปี พ.ศ. 2551 ถึงไตรมาสที่สี่ ปี พ.ศ. 2560 รวมข้อมูลทั้งสิ้น 40 ไตรมาส ในการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่กำหนดไว้เพื่อที่จะหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน สถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีด้วยกัน 3 แบบ คือ การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics), การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Panel Data Analysis ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) และราคาน้ำมันดิบ (OIL) ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนปัจจัยที่ไม่มีผลต่อ เคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET), อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก(INT), อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB/USD) (EXC) และวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (DUM)

คำสำคัญ: หมวดธุรกิจพลังงาน ราคาหลักทรัพย์ แบบจำลอง Arbitrage Pricing Theory (APT)

Abstract

This research studied the factors that affect the movement of stock prices. Energy Business by using the Arbitrage Pricing Theory (APT) model with 10 case studies, including BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP, SUSCO and TOP, the researchers used Secondary Data by collecting data. Quarterly history from the first quarter of year 2008 to the fourth quarter of year 2017, totaling 40 data quarters. In analyzing the relationship of the variables specified in order to find the factors that affect the movement of securities prices. Energy Business The statistics used in the analysis are 3 types which are the analysis of descriptive statistics, Correlation data analysis and data analysis using Panel Data Analysis. The results showed that Factors that affect the movement of stock prices energy business the statistical significance is the Stock Exchange of Thailand (SET) and the oil price index (OIL), which have the same direction with the return of securities. Energy business and according to the assumptions. Factors that did not affect price movement of securities energy business categories are Consumer Price Index (CPI), Gross Domestic Product (GDP), Stock Price Index, Stock Exchange of Thailand (SET), Weighted Average Major Customer Loan (INT), Foreign Exchange Rates Between (THB / USD) (EXC) and the economic crisis (DUM)

Keywords: Energy sector, Stock price, Arbitrage Pricing Theory Model.

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สธรรมชาติเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก และอาจจะมากที่สุดในยุคปัจจุบัน เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเดินทางคมนาคม การขนส่ง สินค้า การอุปโภคและการบริโภค ที่สำคัญน้ำมันเป็นองค์ประกอบสำหรับภาคการผลิต และการพัฒนาประเทศ ทำให้ทุกครั้งที่ราคาน้ำมันปรับขึ้นปรับลง จะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจไทยโดยรวมเป็นอย่างมาก ส่งผลให้น้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สธรรมชาติในตอนนี้กลายเป็นปัญหาใหญ่สำหรับประเทศไทยเลยทันที เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สธรรมชาติเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และยังต้องใช้การนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศเพิ่มอีกด้วย

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย

(หน่วย : ล้านลิตร)

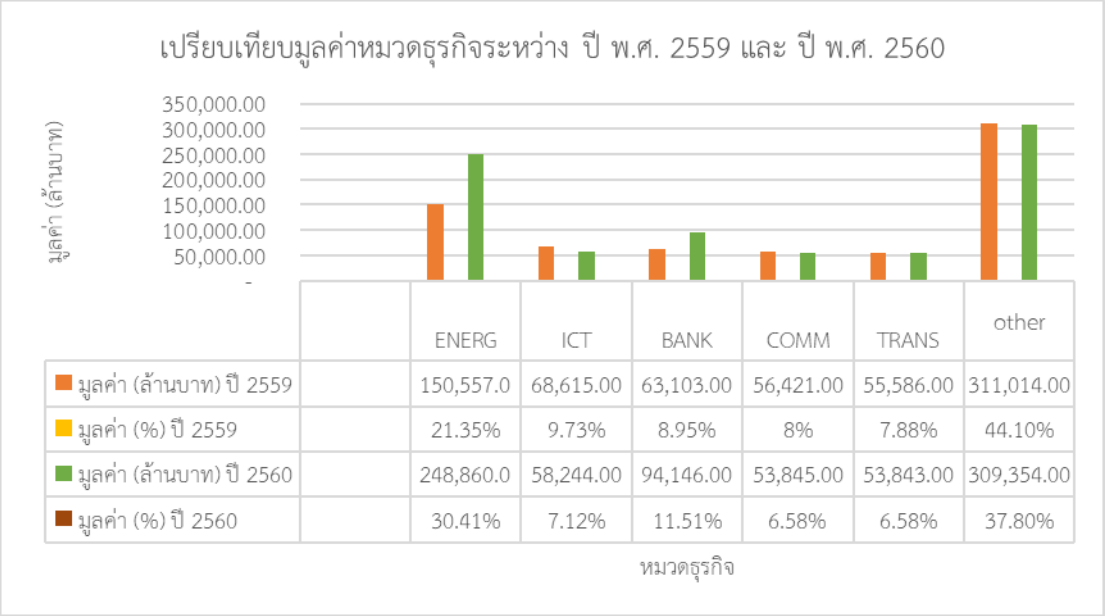
ลำดับ	ชนิดน้ำมัน	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	อัตราการเปลี่ยนแปลง(%)		
					2558	2559	2560
1	กลุ่มน้ำมันเบนซิน	9,713.473	10,679.275	11,029.513	13.4	9.9	3.3
2	น้ำมันก๊าด	10.604	10.994	7.730	(1.6)	3.7	(29.7)
3	น้ำมันอากาศยาน	6,033.440	6,467.874	6,742.880	9.4	7.2	4.3
4	กลุ่มน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	21,920.687	22,651.724	23,261.391	4.1	3.3	2.7
5	น้ำมันดีเซลหมุนช้า	10.743	4.282	4.030	87.6	(60.1)	(5.9)
6	น้ำมันเตา	2,043.017	2,257.007	2,102.926	(1.5)	10.5	(6.8)
รวมน้ำมันเชื้อเพลิง (ล้านลิตร)		39,731.964	42,071.156	43,148.470	6.7	5.9	2.6
7	แอลพีจี (ล้าน กก.)	5,682.972	5,051.674	5,310.533	(12.6)	(11.1)	5.1
8	โปรเพน (ล้าน กก.)	763.153	861.523	827.374	(6.9)	12.9	(4.0)
9	บิวเทน (ล้าน กก.)	96.297	83.813	88.000	1.0	(13.0)	5.0
รวมก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ล้าน กก.)		6,542.422	5,997.010	6,225.907	(11.8)	(8.3)	3.8

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บสีแดง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ที่ติดลบ

ที่มา : กระทรวงพลังงาน. ข้อมูลสถิติปริมาณการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง, ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2561,จาก http://www.doeb.go.th/2017/#/article/statistic

จากตารางที่ 1.1 ในปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นพลังงานหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศให้เจริญเติบโต ประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลเป็นจำนวนมาก ในปริมาณที่สูงขึ้นทุกปีโดยในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงสูงถึง 43,148 ล้านลิตร ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 เป็นจำนวน 1,077 ล้านลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.6 ของปริมาณการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2559

นอกจากนี้ธุรกิจพลังงานยังมีบทบาทสำคัญในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยมีบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยอยู่จำนวนมาก และมีบริษัทที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงในระดับต้น ๆ เช่น บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) PTT,บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) PTTEP และบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) TOP เป็นต้น อีกทั้งหลักทรัพย์ในกลุ่มพลังงานเป็นที่นิยมของนักลงทุนอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนมูลค่าหุ้นตามหมวดธุรกิจ ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ระหว่าง ปี พ.ศ. 2559 – ปี พ.ศ. 2560
ที่มา : ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2561). ราคาดัชนีหลักทรัพย์ตามกลุ่มอุตสาหกรรม.
สืบค้นจาก https://marketdata.set.or.th/mkt/sectorialindices.do?language=th&country=TH

จากรูปที่ 1.1 หมวดธุรกิจพลังงาน ปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าตลาดสัดส่วนร้อยละ 30.41 หรือ 248,860 ล้านบาท ซึ่งมีมูลค่ามากที่สุด จากหมวดธุรกิจทั้งหมด 28 หมวด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหมวดธุรกิจพลังงานเป็นหมวดธุรกิจที่เป็นที่สนใจของนักลงทุน ประกอบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้พลังงานมีสูงขึ้น จึงส่งผลให้ธุรกิจกลุ่มพลังงานมีขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันการลงทุนซื้อขายหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่มีคนสนใจลงทุนอย่างมาก เนื่องจากการลงทุนในหลักทรัพย์ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าการเลือกฝากเงินกับธนาคารพาณิชย์ แต่การลงทุนในหลักทรัพย์ถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบแทนที่สูง ย่อมมีความเสี่ยงสูงเช่นกัน ทั้งนี้ผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเศรษฐกิจ การเมือง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ที่เป็นไปได้ทั้งด้านบวกและด้านลบ นักลงทุนควรจะศึกษากลุ่มหลักทรัพย์ที่ควรลงทุนและสามารถยอมรับความเสี่ยงที่จะเปลี่ยนแปลงได้

ดันนั้นจะเห็นได้ว่าหมวดธุรกิจพลังงาน เป็นหมวดธุรกิจที่น่าสนใจทำการศึกษา เนื่องจากพลังงานมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ทุกสาขาอาชีพ และยังมีแนวโน้มที่จะมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี อีกทั้งหมวดธุรกิจพลังงานเป็นหมวดธุรกิจที่มีมูลค่าทางการตลาดมากกว่าหมวดธุรกิจอื่น จึงทำให้กลุ่มหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงานได้รับความนิยมจากนักลงทุนทั้งในและต่างประเทศ ผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน ซึ่งผู้วิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติเท่านั้น เนื่องจากกลุ่มธุรกิจไฟฟ้า, ถ่านหินและสาธารณูปโภค มีลักษณะโครงสร้างทางธุรกิจที่แตกต่างกัน จึงมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาที่แตกต่างกันตามไปด้วย ดังนั้นบริษัทที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 10 บริษัท กรณีศึกษา 10 บริษัท ได้แก่ BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP, SUSCO และ TOP โดยที่ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงจากการลงทุนได้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน กรณีศึกษา 10 บริษัท ได้แก่ BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP, SUSCO และ TOP สถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

มีด้วยกัน 3 แบบ คือ การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics), การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Panel Data Analysis.

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการกำหนดราคาหุ้น Arbitrage Pricing Theory (APT)

ทฤษฎีการกำหนดราคาหุ้น เป็นสูตรที่เสนอโดย Ross จาก Yale University เรียกว่าสูตรกำหนดราคาหุ้น (Arbitrage Pricing Theory-APT) โดยมองว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่กำหนดอัตราผลตอบแทนของหุ้นหลายปัจจัย นอกจากความผันผวนของตลาดหุ้นเองแล้ว ยังมีปัจจัยทางเศรษฐกิจอื่นประกอบอยู่ด้วย (Ross, 1976 อ้างใน สุวพิชญ์ บันลือฤทธิ์, 2554)

(Ross, 1976) สร้างกลุ่มหลักทรัพย์ลงทุนที่ปราศจากความเสี่ยงจากกลุ่มหลักทรัพย์ และไม่ใช่เงินลงทุน นั่นหมายความว่าในกลุ่มหลักทรัพย์ลงทุนของเขาอาจจะถือหุ้นบางตัวและขายหุ้นบางตัวออกไป เพื่อให้เครื่องหมายที่ตรงกันข้ามนี้หักล้างกันหมดไป ทำให้ไม่ต้องใช้เงินในการลงทุน

แบบจำลอง APT ระบุว่า อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ถูกกำหนดในเชิงสุ่มจากปัจจัยมหภาคกลุ่มหนึ่งจำนวน n ปัจจัย ดังนั้น อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ i จะเท่ากับ

$$Ri = E_i + \beta_{i1}\delta_1 + \beta_{i2}\delta_2 + ... + \beta_{ik}\delta_k + \varepsilon_i$$

โดยที่ Ri = อัตราผลตอบแทนจากหลักทรัพย์ i ในงวดใดงวดหนึ่ง

E_i = อัตราผลตอบแทนที่คาดไว้จากหลักทรัพย์ i เมื่อปัจจัยทั้ง k ปัจจัย ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

βik = อัตราการตอบสนองของอัตราผลตอบแทนจากหลักทรัพย์ i เมื่อปัจจัยร่วมตัวที่ k มีการ เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย

δk = ปัจจัยร่วมตัวที่ k มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตรา ผลตอบแทนจากหลักทรัพย์

ε_i = ผลกระทบเฉพาะตัวที่มีต่ออัตราผลตอบแทนจากหลักทรัพย์ i ผลกระทบนี้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับศูนย์ และขจัดไปได้โดยการกระจายการลงทุน

(ที่มา: ตลาดการเงินและหลักการลงทุนในหลักทรัพย์, 2559. (หน้า387-389)

ทบทวนวรรณกรรม

มนสิชา กลิ่นพะยอม (2559) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อราคาหลักทรัพย์กลุ่มธุรกิจพลังงาน กรณีศึกษา: บมจ. บางจากปิโตรเลียม บมจ.เอสโซ่ (ประเทศไทย) บมจ. ปตท และ บมจ. ไทยออยล์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อราคาหลักทรัพย์กลุ่มธุรกิจพลังงาน กรณีศึกษา บริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (BCP), บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (ESSO), บริษัท ปตท จำกัด (มหาชน) (PTT) และ บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) (TOP) ผลที่ได้พบว่าบริษัท บางจากปิโตรเลียม จากัด (มหาชน) BCP มีตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายราคาหลักทรัพย์ บริษัท บางจากปิโตรเลียม จากัด (มหาชน) ได้แก่ ดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET INDEX) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน, บริษัท เอสโซ่ ประเทศไทย จำกัด (มหาชน) (ESSO) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดเลยที่มีผลต่อราคาหลักทรัพย์ของ บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน), บริษัท ปตท จำกัด (มหาชน) PTT พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดเลยที่มีผลต่อราคาหลักทรัพย์ ของ บริษัท ปตท จำกัด (มหาชน), บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) TOP มีตัวแปรอิสระที่สามารถอธิบายราคาหลักทรัพย์ บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบโลกดูไบ (DOP) อัตราส่วนระหว่างราคาหุ้นและกำไรต่อหุ้น (PE) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลล่าร์สหรัฐ (USD) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม

ศุภวัฒน์ ธนศิริหิรัญสุข (2555) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงาน มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานในทิศทางเดียวกัน

และศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานในทิศทางตรงข้ามกัน ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ดัชนีหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐฯ และดัชนีราคาน้ำมันดิบ Nymex มีความสัมพันธ์กับดัชนีราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และดัชนีราคาผู้บริโภคมีความสัมพันธ์กับดัชนีราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงาน ในทิศทางตรงข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน มีความสัมพันธ์กับดัชนีราคาหลักทรัพย์กลุ่ม พลังงานในทิศทางตรงข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุภาพร ศรีสุขใส (2556) ปัจจัยที่มีผลต่อราคาหุ้น บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อราคาหุ้นบริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (PTTEP) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรที่สามารถอธิบายราคาหุ้น บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (PTTEP) ได้แก่ดัชนีราคากลุ่มพลังงาน (ENERG) ราคาน้ำมันดิบ (NYMEX) โดยมีความสัมพันธ์ใน ทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ3เดือน (INT) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยวิธีการเก็บข้อมูลย้อนหลังรายไตรมาส ซึ่งผู้วิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติเท่านั้น เนื่องจากกลุ่มธุรกิจไฟฟ้า, ถ่านหินและสาธารณูปโภค มีลักษณะโครงสร้างทางธุรกิจที่แตกต่างกัน จึงมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาที่แตกต่างกันตามไปด้วย ดังนั้นบริษัทที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 10 บริษัท ได้แก่ บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) BAFS,บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) BCP, บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ESSO, บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) IRPC, บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) PTT,บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) PTTEP, บริษัท อาร์พีซีจี จำกัด (มหาชน) RPC, บริษัท สยามแก๊ส แอนด์ ปิโตรเคมีคัลส์ จำกัด (มหาชน) SGP, บริษัท ซัสโก้ จำกัด (มหาชน)SUSCO และบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) TOP ตั้งแต่ไตรมาสที่หนึ่ง ปี พ.ศ. 2551 ถึงไตรมาสที่สี่ ปี พ.ศ. 2560 รวมข้อมูลทั้งสิ้น 40 ไตรมาส พร้อมกับทำการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่กำหนดไว้เพื่อที่จะหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย คือ ทฤษฎี Arbitrage Pricing theory (APT)

สมมติฐานของการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), การเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (INT), การเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB/USD) (EXC) และวิกฤตการทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นช่วงที่ทำการศึกษา (DUM) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม (-) กับดัชนีราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน

2. การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) และการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบ (OIL) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (+) กับดัชนีราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน

ตัวแบบจำลองความสัมพันธ์

$$\text{Return} = \beta_0 + \beta_{i1}\Delta CPI + \beta_{i2}\Delta GDP + \beta_{i3}\Delta SET + \beta_{i4}\Delta INT + \beta_{i5}\Delta EXC + \beta_{i6}\Delta OIL + \beta_{i7}DUM + \varepsilon_i$$

โดยที่

Return = ผลตอบแทนของหลักทรัพย์กลุ่มธุรกิจพลังงาน

β_0 = ค่าคงที่

$\beta_{i1} - \beta_{i7}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรอิสระ

ε_I = ค่าความคลาดเคลื่อน

ΔCPI = การเปลี่ยนแปลงดัชนีผู้บริโภค

ΔGDP = การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย

ΔSET = การเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

ΔINT = การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

ΔEXC = การเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ (USD/THB)

ΔOIL = การเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาน้ำมันดิบ

DUM = วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ(หน่วย : 0 = ไม่เกิดวิกฤตการณ์,1=เกิดวิกฤตการณ์)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Panel Data Analysis

แบบจำลองที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการและการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจากแบบจำลอง โดยใช้ วิธีการทางเศรษฐมิติสร้างสมการในรูปของสมการถดถอยหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression) และ ประมาณค่าโดยวิธี Panel Data Analysis โดยมีรูปสมการดังนี้

$$\text{Return} = \beta_0 + \beta_{i1}\Delta\text{CPI} + \beta_{i2}\Delta\text{GDP} + \beta_{i3}\Delta\text{SET} + \beta_{i4}\Delta\text{INT} + \beta_{i5}\Delta\text{EXC} + \beta_{i6}\Delta\text{OIL} + \beta_{i7}\text{DUM} + \varepsilon_i$$

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Panel Data Analysis

ตัวแปร	Pooled OLS		
	coefficient	t-test	p-value
(Intercept)	2.174	1.073	0.284
ΔCPI	1.012	-0.631	0.528
ΔGDP	0.274	-0.836	0.404
ΔSET	0.144	7.087***	0.001
ΔINT	0.306	-0.585	0.559
ΔEXC	0.472	1.610	0.108
ΔOIL	0.068	2.997**	0.002
DUM	2.519	-0.565	0.573

หมายเหตุ ** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01 *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.001

โดยมีค่า

F-Statistic = 24.046

R square = 0.303

Adjusted R square = 0.290

P - Value = 0.000

N = 396

จากตารางที่ 2 เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรที่สนใจศึกษานำเข้าไปในสมการพร้อมกันทุกตัว โดยมีนัยสำคัญ 2 ตัว คือ ΔSET มีระดับนัยสำคัญที่ 0.001 และ ΔOil มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Panel Data Analysis พบว่า R-squared มีค่าเท่ากับ 0.303 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรอิสระ ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET), อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (INT), อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC), ราคาน้ำมันดิบ (OIL) สามารถใช้อธิบายค่าความแปรปรวนของตัวแปรตาม ได้แก่ ผลตอบแทนรายไตรมาสของหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน กรณีศึกษา 10 บริษัท ได้แก่ BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP,SUSCO และTOP ได้ร้อยละ 30.30 ส่วนที่เหลือร้อยละ 69.70 ของความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน มาจากปัจจัยอื่น ส่วนค่า Adjust R-squared มีค่าเท่ากับ 0.290 อธิบายได้ว่าหลังจากมีการปรับค่าแล้ว อิทธิพลของตัวแปรอิสระยังคงมีอยู่ร้อยละ 29.00

การคัดเลือกตัวแบบ

ผู้วิจัยพิจารณาตัวแบบ 3 ตัวแบบ ดังนี้

- Pooled OLS model (Pooled OLS)
- Fixed effects model (FRM)
- Random effects model (REM)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธี FEM และ POOLED OLS

ตัวแปล	FEM			Pooled OLS		
	coefficient	t-test	p-value	coefficient	t-test	p-value
ΔCPI	1.005	-0.512	0.609	1.012	-0.631	0.528
ΔGDP	0.246	-0.408	0.684	0.274	-0.836	0.404
ΔSET	0.143	7.269***	0.001	0.144	7.087***	0.001
ΔINT	0.306	-0.557	0.578	0.306	-0.585	0.559
ΔEXC	0.464	1.443	0.150	0.472	1.610	0.108
ΔOIL	0.067	2.847**	0.004	0.068	2.997**	0.002
DUM	1.285	0.701	0.484	2.519	-0.565	0.573

หมายเหตุ ** **หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01** *** **หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.001**

จากตารางที่ 4.5 เป็นการทดสอบทางสถิติเพื่อเลือกรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Panel data Analysis ผลการเปรียบเทียบระหว่างวิธี Fixed effects model (FEM) และ Pooled OLS model (Pooled OLS) ตามรูปแบบสมการ พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001 รวมทั้งทิศทางความสัมพันธ์เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ด้านค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (coefficient) ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 วิธี Fixed effects model (FEM) และ Pooled OLS model พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้ค่าทางสถิติคือ Hausman specific test ได้ค่า p-value = 0.569 เพื่อยืนยันรูปแบบการประมาณการผลที่ได้คือ ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือยอมรับ Pooled OLS model (Pooled OLS) ลำดับถัดไปเป็นการเลือกตัวแบบระหว่าง Pooled OLS model (Pooled OLS) และ Random effects model (REM)

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธี POOLED OLS และ REM

ตัวแปล	Pooled OLS			REM		
	coefficient	t-test	p-value	coefficient	t-test	p-value
ΔCPI	1.012	-0.631	0.528	1.012	-0.631	0.528
ΔGDP	0.274	-0.836	0.404	0.274	-0.836	0.403
ΔSET	0.144	7.087***	0.001	0.144	7.087***	0.001
ΔINT	0.306	-0.585	0.559	0.306	-0.585	0.559
ΔEXC	0.472	1.610	0.108	0.472	1.610	0.107
ΔOIL	0.068	2.997**	0.002	0.068	2.997**	0.003
DUM	2.519	-0.565	0.573	2.519	-0.565	0.572

หมายเหตุ ** **หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01** *** **หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.001**

จากตารางที่ 4.6 เป็นการทดสอบทางสถิติเพื่อเลือกรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Panel data Analysis ผลการเปรียบเทียบระหว่างวิธี Pooled OLS model (Pooled OLS) และ Random effects model (REM) ตามรูปแบบสมการ พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รวมทั้งทิศทางความสัมพันธ์เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ด้านค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (coefficient) ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 วิธี Pooled OLS model และ Random effects model (REM) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้ค่าทางสถิติคือ Lagrange Multiplier Test ได้ค่า p-value = 0.634 เพื่อยืนยันรูปแบบการประมาณการผลที่ได้คือ ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือยอมรับ Pooled OLS model (Pooled OLS) สรุปตัวแบบที่ได้คือ Pooled OLS model (Pooled OLS)

จากการวิเคราะห์พบว่า ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI) มีค่า p-value = 0.528 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP) มีค่า p-value = 0.404 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

ดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.144 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) มีผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เนื่องจากมีค่า p-value = 0.001 กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลให้ความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เพิ่มขึ้น 0.144 หน่วย เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (INT) มีค่า p-value = 0.559 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (INT) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC) มีค่า p-value = 0.068 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

ราคาน้ำมันดิบ (OIL) มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.201 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบ (OIL) มีผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เนื่องจากมีค่า p-value = 0.002 กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ของราคาน้ำมันดิบ (OIL) เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลให้ความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เพิ่มขึ้น 0.068 หน่วย เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (DUM) มีค่า p-value = 0.573 แสดงว่า วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (DUM) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเคลื่อนไหวราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน เมื่อให้ตัวแปรอิสระนั้นคงที่และอยู่ในสมการ

สรุปผลการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษา เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วย ตัวแปรอิสระ จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET), การเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก(INT), การเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC), การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบ (OIL) และวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (DUM) โดยมีตัวแปรตาม คือ ผลตอบแทนรายไตรมาสของหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน (Return)

2. การเลือกรูปแบบในการวิจัย

ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลของหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงานและสาธารณูปโภค ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศไทย มีทั้งหมด 49 บริษัท แต่ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติ จำนวน 10 บริษัทเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาสตั้งแต่ ปี พ.ศ.2551-2560 จำนวน 10 ปีหรือ 40 ไตรมาส ซึ่งลักษณะข้อมูลข้างต้นเป็นรูปแบบ Panel data เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นแบบภาพตัดขวาง (Cross sectional) และข้อมูลที่ใช้เป็นอนุกรมเวลา (Time series)

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ

โดยสร้างตัวแบบ Pooled OLS model, Fixed effects model, Random effects model

ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบตัวแบบ Pooled OLS model กับ Fixed effects model โดยใช้ Hausman specific test

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบตัวแบบตัวแบบ Pooled OLS model กับ Random effects model โดยใช้ Lagrange Multiplier Test

3. ผลการวิจัยทางด้านสถิติพื้นฐาน

กลุ่มตัวแปรอิสระได้ทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET), อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (INT), อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC), ราคาน้ำมันดิบ (OIL) พบว่าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ระดับ -0.620 ถึง 0.571 ซึ่งไม่เกิน 0.75 แสดงว่าสามารถนำตัวแปรอิสระทั้งหมดไปวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณได้

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการถดถอยโดยใช้แบบจำลอง Panel Data Analysis

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Panel Data Analysis พบว่า R-squared มีค่าเท่ากับ 0.303 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรอิสระได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET), อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก(INT), อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC), ราคาน้ำมันดิบ (OIL) สามารถใช้อธิบายค่าความแปรปรวนของตัวแปรตาม คือ ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน บริษัทที่ศึกษามีทั้งหมด 10 บริษัท ได้แก่ BAFS, BCP, ESSO, IRPC, PTT, PTTEP, RPC, SGP,SUSCO และTOP ได้ร้อยละ 30.30 ส่วนที่เหลือร้อยละ 69.70 ของความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน มาจากปัจจัยอื่น ส่วนค่า Adjust R-squared มีค่าเท่ากับ

0.290 อธิบายได้ว่าหลังจากมีการปรับค่าแล้วอิทธิพลของตัวแปรอิสระยังคงมีอยู่ร้อยละ 29.00 และทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน มีผลดังนี้

ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) มีความสัมพันธ์กับความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน พบว่า การเปลี่ยนแปลงดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์ (SET) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน อย่างมีนัยทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการค้นคว้าของ อัญรัตน์ เศวตประสาธน์ (2555) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อดัชนีราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงาน ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เนื่องจากธุรกิจน้ำมันเป็นกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีมูลค่าทางตลาดที่ค่อนข้างสูงมากทำให้การเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้งของกลุ่มหลักทรัพย์พลังงานส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาหุ้นแห่งประเทศไทยในทิศทางเดียวกัน

ราคาน้ำมันดิบ (OIL) มีความสัมพันธ์กับความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบ (OIL) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน อย่างมีนัยทางสถิติ ซึ่งตรงตามแนวคิดการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานในส่วนของการวิเคราะห์เศรษฐกิจ และสอดคล้องกับผลการค้นคว้าของ อัญรัตน์ เศวตประสาธน์ (2555) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อดัชนีราคาหลักทรัพย์กลุ่มพลังงาน ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และสุภาพร ศรีสุกใส (2556). ปัจจัยที่มีผลต่อราคาหุ้น บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน). เนื่องจากราคาน้ำมันดิบเป็นสินค้าหลักของบริษัท เมื่อขายสินค้าได้มาก ย่อมส่งผลให้ผลประกอบการดำเนินงานของบริษัทดีขึ้น มีกำไรมากขึ้น ทำให้นักลงทุนหันมาลงทุนในหุ้นของบริษัทเพิ่มขึ้น

ส่วนตัวแปรที่เหลือ ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI), ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย (GDP), อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก(INT) และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศระหว่าง (THB / USD) (EXC) และวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (DUM) ไม่มีความสัมพันธ์กับความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน อย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย พบว่า ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) และราคาน้ำมันดิบ (OIL) ทั้ง 2 ปัจจัยนี้จะมีอิทธิพลทางบวกต่อความเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ หมวดธุรกิจพลังงาน ผู้ที่สนใจลงทุนในหลักทรัพย์หมวดธุรกิจพลังงาน จึงควรพิจารณานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากหลักทรัพย์ในหมวดธุรกิจพลังงานและสาธารณูปโภค มีหลายกลุ่มธุรกิจที่น่าสนใจ เช่น กลุ่มธุรกิจพลังงานทดแทน ที่กำลังเป็นที่สนใจในหมู่นักลงทุน จึงน่าจะเป็นธุรกิจที่น่าสนใจทำการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ กลุ่มธุรกิจพลังงานทดแทน ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณี บัวสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี อาจารย์กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยช่วยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และกรุณาตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องในเนื้อหา พร้อมกับให้ความช่วยเหลือในทุก ๆสิ่งทุก ๆอย่างจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กระผมขอกราบขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัมมะทินนา ศรีสุพรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ ราชประดิษฐ์ ผู้ซึ่งเป็นประธานและกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ และการสื่อสาร ทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอบใจเพื่อน ๆ MBA 23 ที่ให้คำปรึกษาและเรียนร่วมกันมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. ข้อมูลสถิติปริมาณการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง, ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2561,จาก http://www.doeb.go.th/2017/#/article/statistic

ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2561). ราคาดัชนีหลักทรัพย์ตามกลุ่มอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2561, จาก https://marketdata.set.or.th/mkt/sectorialindices.do?language=th&country=TH

ธนาคารแห่งประเทศไทย. ดัชนีราคาผู้บริโภค. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2561, จาก http://www2.bot.or.th/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=696&language=TH

ธนาคารแห่งประเทศไทย. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2561, จาก http://www2.bot.or.th/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=223&language=TH

ธนาคารแห่งประเทศไทย. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 เดือนพฤศจิกายน 2561, จาก https://www.bot.or.th/thai/financialmarkets/monetaryoperations/_layouts/application/exchangerate/exchangerateago.aspx

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 เดือนพฤศจิกายน 2561, จากhttps://www.nesdb.go.th/main.php?filename=qgdp_page

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561) การใช้น้ำมันสำเร็จรูปในประเทศไทยสืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2561, จากhttp://www.eppo.go.th/index.php/th/informationservices/ct- menu-item-56?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1

investing.com. ราคาน้ำมันดิบ. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 เดือน พฤศจิกายน 2561, จาก https://th.investing.com/commodities/crude-oil

ผลของ Adenine sulfate และ Benzylaminopurine ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์[1] สมเกียรติ สีสนอง[2*] และอัจฉรี เรืองเดช[1]

Effect of Adenine sulfate and Benzylaminopurine in micropropagation of Aquarium plant, *Anubias* sp. 'Petite'

Nongnuch Laohavisuti [1] Somkiat Seesanong [2*] and Uscharee Ruangdej[1]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[1]Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

[2]Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author. E-mail: ksesomki@yahoo.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อเพิ่มจำนวนต้นอ่อนด้วยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงตายอดพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้ ในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ Adenine sulfate (Ads) ความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0, 25, 50, 75 และ 100 mg/L และ Benzylaminopurine (BAP) ความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารทั้งสองชนิดมีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อน ใบ ราก และแคลลัสของต้นอนูเบียสเพตตี้ โดยที่ความเข้มข้นของ Ads 75 mg/L และ BAP 1.0 - 1.5 mg/L ทำให้เกิดการชักนำให้เกิดต้นอ่อนและแคลลัสมากที่สุดเท่ากับ 4.93 - 5.07 ต้นต่อชิ้นเนื้อเยื่อ และ 100 % ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.0-1.5 mg/L ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนูเบียสเพตตี้

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อนูเบียสเพตตี้ อะดินีนซัลเฟต เบนซิลอะมิโนพิวรีน

Abstract

The objective of this research was to study plant growth regulators in micropropagation of *Anubias* sp. 'Petite'. In vitro apical buds of *Anubias* sp. 'Petite' were cultured on Murashige & Skoog (1962) medium supplemented with Adenine sulfate (Ads) at 0, 25, 50, 75 and 100 mg/L and Benzylaminopurine (BAP) at 0, 0.5, 1.0 and 1.5 mg/L for 8 weeks. It was found that Ads and BAP had a combination effect on plantlet, leaves, roots and callus formation. The addition of Ads 75 mg/L and BAP 1.0 - 1.5 mg/L in MS media could significantly improved the number of plantlets and percentage of callus induction ($P<0.05$) The average number of plantlets and percentage of callus were 4.93 - 5.07 shoots/explant and 100 %, respectively. It was also found that the optimal dosage of Ads and BAP for enhancing plantlaets and callus induction in *Anubias* sp. 'Petite' was 75 mg/L and 1.0 - 1.5 mg/L.

Keywords: Micropropagtion, *Anubias* sp. 'Petite', Adenine sulfate (Ads) and Benzylaminopurine (BAP)

บทนำ

พรรณไม้น้ำสวยงามหลายชนิดถูกนำมาเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์เพื่อนำไปใช้ประดับตกแต่งตู้คู่กับปลาสวยงามมากขึ้น พรรณไม้น้ำสวยงามในสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.) เป็นพรรณไม้น้ำที่จัดอยู่ในวงศ์ Araceae ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและมีจำนวนการส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ พรรณไม้น้ำสกุลนี้มีมากมายหลายชนิด โดยเฉพาะอนูเบียสเพตตี้ (*Anubias* sp. 'Petite') ที่มีลักษณะเด่น คือ ขนาดต้นเตี้ยความสูงไม่เกิน 5 เซนติเมตร และนิยมใช้จัดเป็นไม้ด้านหน้าของการจัดตบแต่งตู้ (รูปที่ 1) แต่พรรณไม้น้ำสกุลนี้มีข้อจำกัดคือ ขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างช้าในสภาพธรรมชาติ จึงเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตและการส่งออกพรรณไม้น้ำ ปัจจุบันมีเทคโนโลยีชีวภาพที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือ เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โดยนำชิ้นส่วนของพรรณไม้น้ำมาเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยธาตุอาหารพืช วิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโต ในสภาพที่ปลอดเชื้อ ทำให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากในเวลาอันสั้น ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ การเลือกชิ้นเนื้อเยื่อเริ่มต้น การฟอกฆ่าเชื้อ และอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีการคิดค้นสูตรอาหารให้เหมาะสมสำหรับชนิดของพรรณไม้น้ำ การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะทำให้สามารถผลิตพรรณไม้น้ำที่มีคุณภาพ ปลอดโรค และมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ส่งผลต่อการพัฒนาธุรกิจการส่งออกพรรณไม้น้ำที่ขยายตัวมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นการศึกษาระดับความเข้มข้นของ Adenine Sulfate (Ads) และ Benzylaminopurine (BAP) ต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อตายอดของพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้ (*Anubias* sp. 'Petite') เพื่อพัฒนาสูตรอาหารในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอ และสามารถควบคุมคุณภาพที่ได้มาตรฐานเพื่อการส่งออกได้

รูปที่ 1 อนูเบียสเพตตี้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial experiment in CRD โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ สาร Ads ความเข้มข้น 0, 25, 50 และ 75 mg/L และ BAP ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L ที่ใช้ร่วมกันในอาหารสูตร MS ทั้งหมด 16 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 1) ชุดการทดลองละ 20 ซ้ำ (นงนุช และคณะ, 2555)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ Ads และ BA ที่ใช้ร่วมกันในสูตรอาหาร MS

Ads (mg/L)	BAP (mg/L)			
	0.0	0.5	1.0	1.5
0	(0,0.0)	(0,0.5)	(0,1.0)	(0,1.5)
25	(25,0.0)	(25,0.5)	(25,1.0)	(25,1.5)
50	(50,0.0)	(50,0.5)	(50,1.0)	(50,1.5)
75	(75,0.0)	(75,0.5)	(75,1.0)	(75,1.5)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมอาหารกึ่งแข็งสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียสเพตตี้สูตร MS ที่เติมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ Ads และ BAP ในลักษณะใช้ร่วมกันทั้งหมด 16 ชุดการทดลอง

2. การเตรียมต้นพันธุ์ปลอดเชื้อ นำพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้ที่เพาะเลี้ยงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มาทำการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนตายอด โดยการใช้เมอคิวริกคลอไรด์ 0.1 % และ คลอรอกซ์ 10 % แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นเวลา 2 เดือน จนได้จำนวนของต้นพันธุ์ที่เพียงพอ

3. หลังจากทำการเพิ่มปริมาณของต้นพันธุ์แล้ว นำต้นพันธุ์ที่ได้มาแยกเอาเฉพาะเนื้อเยื่อส่วนตายอด เพื่อเลี้ยงลงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ได้เตรียมไว้ แล้วนำขวดเนื้อเยื่อไปวางในห้องที่อุณหภูมิ 25$\pm$2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ช่วงการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นอนูเบียสเพตตี้ได้แก่ จำนวนต้นอ่อน จำนวนใบ จำนวนราก ความสูงต้นและการเกิดแคลลัสของชิ้นเนื้อเยื่อ รวมทั้งถ่ายภาพการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้ ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple's rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการศึกษา

ผลของ Ads และ BAP ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อน

จากการทดลองนำเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนูเบียสเพตตี้ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยการเติม Ads ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 mg/L ร่วมกับ BAP ที่ระดับ 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต Ads และ BAP มีอิทธิพลร่วมกัน (Interaction) ต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2) โดยต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.5 mg/L สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.07$\pm$0.25 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับอาหารที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.0 mg/L โดยมีจำนวนต้นอ่อนเฉลี่ยเท่ากับ 4.93$\pm$0.16 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ (รูปที่ 2)

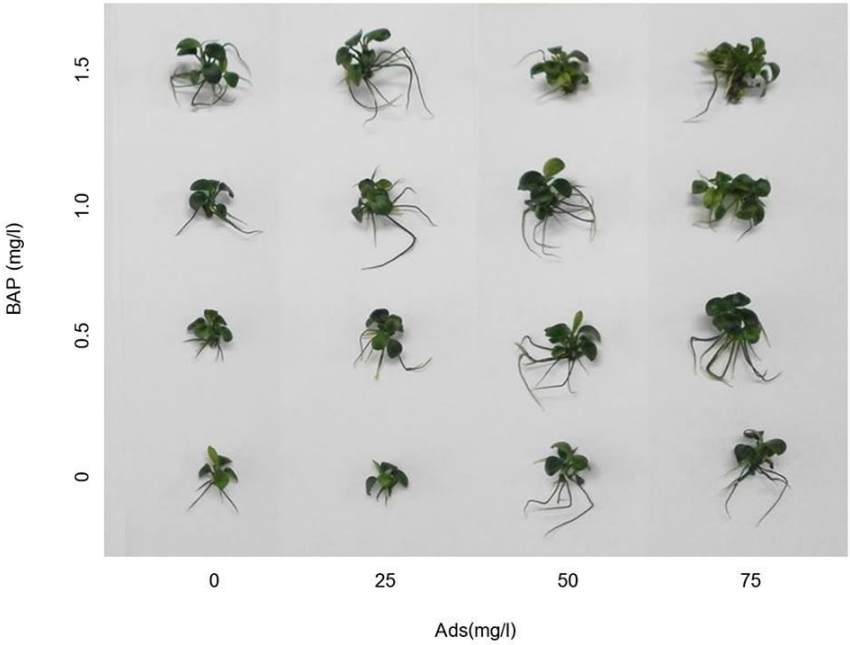
ผลของ Ads และ BAP ต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่

การเกิดใบใหม่ของอนูเบียสเพตตี้ พบว่าผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต Ads และ BAP มีอิทธิพลร่วมกัน ต่อการชักนำให้เกิดใบใหม่ได้มากกว่าการเติม Ads และ BAP เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3) โดยต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.0

mg/L สามารถชักนำให้เกิดใบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 17.29±1.10 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.5 mg/L โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 16.29±0.55 ใบ

ผลของ Ads และ BAP ต่อการชักนำให้เกิดราก

จากการทดลองนำเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนูเบียสเพตตี้ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยการเติม Ads ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 mg/L ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต Ads และ BAP มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดราก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 25 mg/L ร่วมกับ BAP 1.5 mg/L เป็นระดับที่สามารถชักนำให้เกิดรากกับอนูเบียสเพตตี้ได้สูงถึง 11.36±1.17 รากต่อชิ้นเนื้อเยื่อ (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2)



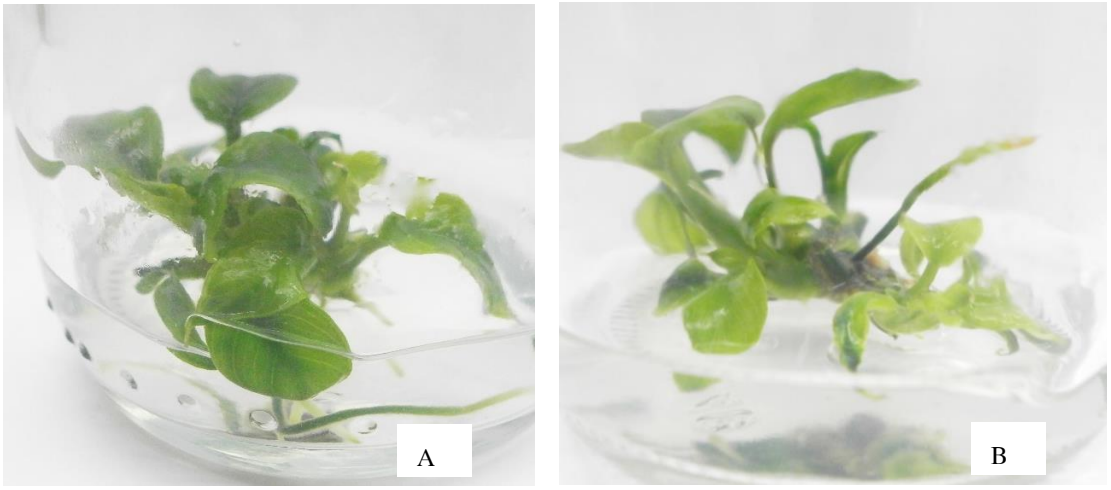
รูปที่ 2 ผลของ Ads และ BAP ต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อตายอดและรากของต้นอนูเบียสเพตตี้

ตารางที่ 2 ผลของ Ads และ BAP ต่อการเกิดต้นอ่อน ใบ และรากของอนูเบียสเพตตี้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ปัจจัย	ชุดการทดลอง	จำนวนต้นอ่อน (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนใบ (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนราก (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)
Ads (A)	0	1.50±0.11^{c}	8.18±0.34^{c}	6.16±0.39^{b}
	25	2.37±0.16^{b}	9.57±0.43^{b}	8.61±0.58^{a}
	50	2.52±8.83^{b}	9.79±0.44^{b}	8.23±1.43^{a}
	75	3.41±0.25^{a}	12.98±0.67^{a}	5.48±0.50^{b}
F-test		*	*	*
BAP (B)	0	1.09±0.09^{d}	6.29±0.23^{c}	5.18±0.28^{c}
	0.5	2.04±0.11^{c}	9.54±0.37^{b}	8.30±0.45^{a}
	1.0	3.02±0.18^{b}	12.07±0.56^{a}	8.34±0.48^{a}
	1.5	3.63±0.22^{a}	12.52±0.48^{a}	6.66±0.65^{b}
F-test		*	*	*
A×B	0×0.0	0.64±0.20^{h}	5.21±0.33^{i}	5.36±0.61^{efg}
	0×0.5	1.86±0.18^{def}	9.00±0.49^{efg}	7.79±0.72^{bcde}
	0×1.0	1.79±0.11^{defg}	9.21±0.59^{defg}	7.93±0.62^{abc}

ปัจจัย	ชุดการทดลอง	จำนวนต้นอ่อน (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนใบ (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนราก (จำนวน/ชิ้นเนื้อเยื่อ)
	0×1.5	1.71 ± 0.19^{defg}	9.29 ± 0.72^{cdefg}	3.57 ± 0.57^{gh}
	25×0.0	1.21 ± 0.21^{fgh}	6.21 ± 0.40^{hi}	4.14 ± 0.50^{fgh}
	25×0.5	2.00 ± 0.21^{cde}	9.57 ± 0.71^{cdefg}	9.14 ± 0.92^{ab}
	25×1.0	3.07 ± 0.25^{b}	11.14 ± 0.62^{cd}	9.79 ± 1.03^{ab}
	25×1.5	3.07 ± 0.30^{b}	11.36 ± 0.86^{cd}	11.36 ± 1.17^{a}
	50×0.0	1.36 ± 0.13^{ef}	6.64 ± 0.46^{hi}	$4.71\pm.0.50^{fg}$
	50×0.5	1.79 ± 0.11^{defg}	8.71 ± 0.68^{fg}	8.64 ± 0.72^{bc}
	50×1.0	2.29 ± 0.19^{cd}	10.64 ± 0.65^{cdef}	9.93 ± 0.82^{ab}
	50×1.5	4.64 ± 0.23^{b}	13.14 ± 0.67^{b}	9.64 ± 0.65^{ab}
	75×0.0	1.14 ± 0.10^{gh}	7.50 ± 0.43^{gh}	6.50 ± 0.50^{cdef}
	75×0.5	2.50 ± 0.29^{bc}	10.86 ± 0.96^{cde}	7.64 ± 1.19^{bcde}
	75×1.0	4.93 ± 0.16^{a}	17.29 ± 1.10^{a}	5.71 ± 0.92^{defg}
	75×1.5	5.07 ± 0.25^{a}	16.29 ± 0.55^{a}	2.07 ± 0.59^{h}
A×B		*	*	*

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



รูปที่ 3 การเกิดต้นอ่อนและใบใหม่ของเนื้อเยื่อของต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม (A) Ads 75 mg/L ร่วมกับ BA 1.0 mg/L และ (B) Ads 75 mg/L ร่วมกับ BA 1.5 mg/L เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ผลของ Ads และ BAP ต่อความสูงต้น

จากการทดลองนำเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนูเบียสเพตตี้ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยการเติม Ads ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 mg/L ร่วมกับ BAP ที่ระดับ 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต Ads และ BAP มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสูงต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัดส่วนการเติมในระดับต่าง ๆ แต่ต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติมเฉพาะ BAP 0.5 mg/L เป็นระดับที่ทำให้เกิดความสูงของต้นอนูเบียสเพตตี้สูงที่สุด 17.16 ± 1.0 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3)

ผลของ Ads และ BAP ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส

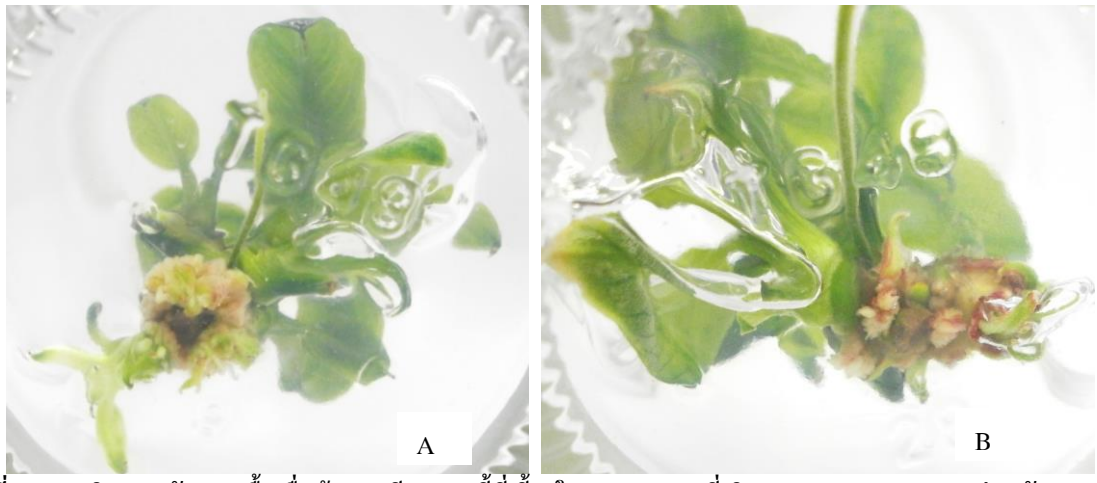
จากการทดลองนำเนื้อเยื่อตายอดของต้นอนูเบียสเพตตี้ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยการเติม Ads ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 mg/L ร่วมกับ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต Ads และ BAP มีอิทธิพลร่วมกันต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) โดยต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ

BAP 1.0 mg/L และ Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.5 mg/L เป็นระดับที่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้สูงสุดถึง 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลของ Ads และ BAP ต่อความสูงต้น และการเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อต้นอนูเบียสเพตตี้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ปัจจัย	ชุดการทดลอง	ความสูง (mm)	การเกิดแคลลัส (%)
Ads (A)	0	14.33±0.33^{b}	17.86±5.16^{b}
	25	14.98±0.35^{ab}	7.14±3.47^{c}
	50	15.50±0.32^{a}	5.36±3.04^{c}
	75	15.17±0.30^{a}	62.50±6.53^{a}
F-test		*	*
BAP (B)	0	14.52±0.43	0.00±0.00^{d}
	25	15.50±0.33	12.5±4. 46^{c}
	50	14.82±0.30	32.14±6.30^{b}
	75	15.14±0.30	48.21±6.74^{a}
F-test		ns	*
A×B	0×0.0	13.71±0.43^{def}	0.00±0.00^{e}
	0×0.5	17.16±1.0^{a}	0.00±0.01^{e}
	0×1.0	14.23±0.40^{cde}	0.00±0.02^{e}
	0×1.5	12.24±0.49^{f}	71.43±12.53^{b}
	25×0.0	14.53±0.7^{bcde}	0.00±0.00^{e}
	25×0.5	15.91±0.53^{abc}	0.00±0.00^{e}
	25×1.0	13.26±0.66^{ef}	28.57±12.53^{d}
	25×1.5	16.23±0.53^{ab}	0.00±0.00^{e}
	50×0.0	14.48+0.76^{bcde}	0.00±0.00^{e}
	50×0.5	14.77±0.67^{bcde}	0.00±0.00^{e}
	50×1.0	16.97±0.40^{a}	0.00±0.00^{e}
	50×1.5	15.77±0.47^{abc}	21.43±11.38^{d}
	75×0.0	15.35±0.42^{abcd}	0.00±0.00^{e}
	75×0.5	14.17±0.70^{cde}	50.00±13.87^{c}
	75×1.0	14.84±0.43^{bcde}	100.00±0.00^{a}
	75×1.5	16.31±0.66^{ab}	100.00±0.00^{a}
A×B		*	*

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



รูปที่ 4 การเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อต้นอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม (A) Ads 75 mg/L ร่วมกับ BA 1.0 mg/L และ (B) Ads 75 mg/L ร่วมกับ BA 1.5 mg/L เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

อภิปรายผลการศึกษา

การชักนำให้เกิดต้นอ่อนของอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads ร่วมกับ BAP 1.0 -1.5 mg/L ทำให้เกิดต้นอ่อนเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 - 5.07 ต้น/ชิ้น ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Jana and Shekhawat (2006) ที่ใช้ Ads ร่วมกับ BAP เช่นกัน ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นผักชีลาว (*Anethum graveolens*) พบว่าการเติม Ads ความเข้มข้น 1.0-5.0 mg/L และBAP ความเข้มข้น 0.5-2.0 mg/L มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นอ่อนมากที่สุดเท่ากับ 6.0±0.29 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อ ซึ่งปริมาณการใช้ Ads ในรายงานการทดลองนั้นมีปริมาณที่น้อย แต่สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้จำนวนมาก อาจเนื่องมาจากต้นผักชีลาวเป็นพืชประเภทไม้กิ่ง จึงทำให้การเติม Ads เพียงเล็กน้อยในอาหารสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้จำนวนมาก เมื่อใช้ร่วมกับ BAP แต่เนื่องจากอนูเบียสเพตตี้เป็นพรรณไม้น้ำประเภทไม้กอที่เจริญเติบโตในธรรมชาติค่อนข้างช้า จึงต้องใช้ระดับความเข้มข้นของ Ads ที่มากกว่าต้นผักชีลาว และยังไม่สอดคล้องกับนงนุช และคณะ (2560) ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำบูเซฟ (*Bucephandra* sp.) ที่ความเข้มข้น Ads 0 - 75 mg/L ร่วมกับ BAP ที่ความเข้มข้น 0 - 1.5 mg/L ต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อตายอดของต้นบูเซปเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BAP 0.5 mg/L เพียงอย่างเดียว สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนจำนวน 2.45 ± 0.15 ต้น/ชิ้นเนื้อเยื่อและจำนวนใบใหม่ 15.25 ± 0.92 ใบ มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$) ซึ่งต้นบูเซปเป็นพรรณไม้น้ำที่อยู่ในครอบครัวเดียวกันกับต้นอนูเบียสเพตตี้ อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าการเติม Ads ร่วมกับ BAP ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนต้นอ่อนของต้นอนูเบียสเพตตี้ ทำให้ชิ้นเนื้อเยื่อพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนได้มากกว่าการเติม Ads และ BAP เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน คือ BAP ร่วมกับสาร Ads ที่มีคุณสมบัติเหมือนสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน (Wróblewska, 2012) ช่วยกระตุ้นการเกิดยอดในพืช ซึ่งสาร Ads เป็นอนุพันธ์เพียวรีน (Purine) หรือ 6-อะมิโนเพียวรีน (6-aminopurine) เป็นกรดอะมิโนตัวหนึ่งที่เป็นแหล่งให้ไนโตรเจน ที่พืชสามารถรับได้เร็วกว่าสารอนินทรีย์ชนิดอื่นในอาหาร ทำให้มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อเป็นอวัยวะได้ดีขึ้น ซึ่งจากการทดลองพบว่าเนื้อเยื่อตายอดของอนูเบียสเพตตี้ที่เลี้ยงในอาหารที่เติม Ads ร่วมกับ BAP สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อน จำนวนใบ และแคลลัสได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และการชักนำให้เกิดแคลลัสก็ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Jana and Shekhawat (2006) เช่นเดียว ที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นผักชีลาว *Anethum graveolens* Linn โดยการเติม Ads 5.0 mg/L ร่วมกับ BA 0.5 mg/L ในอาหารสูตร MS พบว่ามีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสมากที่สุดเพียง 34.67 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดแคลลัสถึง 6 เซนติเมตร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสน้อยกว่าต้นอนูเบียสเพตตี้ เนื่องมาจากปริมาณการใช้ Ads และ BA ที่น้อยกว่ามาก

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองศึกษาผลของระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของ Ads ร่วมกับ BAP ต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อตายอดของพรรณไม้น้ำอนูเบียสเพตตี้ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.5 mg/L สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อน ใบใหม่ และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุด ซึ่งให้ผลการทดลองโดยเน้นจากจำนวนต้นอ่อน จำนวนใบ และการเกิดแคลลัสที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กับอาหารที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.0 mg/L ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดของอนูเบียสเพตตี้ ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม Ads 75 mg/L ร่วมกับ BAP 1.0-1.5 mg/L เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่มากพอต่อความต้องการของตลาดพรรณไม้น้ำได้ รวมทั้งสามารถควบคุมคุณภาพการส่งออกให้ได้มาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ อิทธิสุนทร นันทกิจ สมเกียรติ สีสนอง มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรางคณา กาซัม. 2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.) เพื่อการส่งออก. ภาควิชาเทคโนโลยีผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร. กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ อัจฉรี เรืองเดช สมเกียรติ สีสนอง และสมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2560. "ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อและสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำบูเซป *Bucephandra* sp." วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (2): หน้า 95-103.

นภดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). *ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช*. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. (2540). *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ: หลักการและเทคนิค*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2538). *สรีรวิทยาของพืช*. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์รั้วเขียว.กรุงเทพมหานคร.

Herath, H., S. Krishnarajah & D. Wijesundara. (2008) . Micropropagation of two endemic threatened *Cryptocoryne* species of Sri Lanka. *Tropical Agricultural Rescarch & Extension, 11*, 1-7.

Jana, S. & G.S. Singh Shekhawat. (2011). Plant growth regulators, adenine sulfate and carbohydrates regulate organogenesis and in vitro flowering of *Anethum graveolens*. *Acta Physiologiae Plantarum, 33*, 305-311.

Kanchapoom, K., P. Chuni & K. Kanchanpoom. (2012). Micropropagation of *Anubias barteri* var. *Nana* form shoot tip culure and the analysis of ploidy stability. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40(2)*, 148-151.

Linsmann E. M. & F. Skoog. (1965) . Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum, 18*, 100-127.

Micheli, M., A. De Gasperis, F. Prosperi & A. Standardi. (2006). Micropropagation of three species of aquatic plants. *Agricoltura Mediterranea, 136(1)*, 1-6.

Murashige, T. & F. Skoog. (1962). A resived medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum, 15*, 473-497.

Nandagopal, S., & B.D. Ranjitha Kumara. (2006). Adenine sulphate induced high frequency shoot organogenesis in callus and in vitro flowering of *Cichorium intybus* L.cv. focus – a potent medicinal plant. *Acta Agriculturae Slovenica, 87*, 415-425.

Rout, G. R., S. K. Palai, S. Samantaray & P. Das. (2001). Effect of growth regulator and culture conditions on shoot multiplication and rhizome formation in ginger (*Zingiber officinale* rosc) *in vitro*. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 37*, 814-819.

Wróblewska, K. (2012). The influene of adenine and benzyladenine on rooting and development of *Fuchsia hybrid* cuttings. *Acta Agrobotanica, 65(4)*, 101-108.

ผลของการใช้อาหารเสริมกวาวเครือขาว ดอกดาวเรือง และเปลือกแก้วมังกร ต่อสีปลา และการเจริญเติบโตในปลาบอลลูน

อัจฉรี เรืองเดช* นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

Effect of kwao khrua khao, marigold and dragon fruit peel as dietary supplement on color and growth in sailfin molly

Uscharee Ruangdej*, Nongnuch Laohavisuti, and Somchai Wangwibulkit

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

Program of Fisheries Science, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

*Corresponding author. E-mail: uscharee.ru@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้อาหารเสริมกวาวเครือขาวที่มีไฟโตเอสโตรเจนร่วมกับรงควัตถุธรรมชาติเพื่อเพิ่มสี และการเจริญเติบโตในปลาบอลลูน โดยจัดชุดการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ 1. อาหารปลาทางการค้า (กลุ่มควบคุม) 2. อาหารปลาผสมผงกวาวเครือขาว 3. อาหารปลาผสมผงกวาวเครือขาวและดอกดาวเรือง และ 4. อาหารปลาผสมผงกวาวเครือขาวและเปลือกแก้วมังกร เพื่อทดสอบการเสริมไฟโตเอสโตรเจนจากกวาวเครือขาว 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สารสีแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง 180 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสารสีเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกร 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ปลากินอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลที่ได้คือรงควัตถุธรรมชาติสามารถทำให้ผิวปลามีค่าความเข้มของสีแดงและเหลืองเพิ่มขึ้น ปริมาณสารสีเบตาเลนที่ผิวหนังปลาสูงสุดพบในชุดการทดลองที่ 4 เท่ากับ 1297.40±1.02 ไมโครกรัม/กรัม ขณะที่แคโรทีนอยด์สูงสุดพบในชุดการทดลองที่ 3 คือ 363.18±40.69 ไมโครกรัม/กรัม แต่ผลต่อการเติบโตพบว่าปลาบอลลูนที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มที่มีการเสริมกวาวเครือขาวมีการเติบโตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อาจมาจากสารไฟโตเอสโตรเจนจากกวาวเครือขาวเร่งพัฒนาระบบสืบพันธุ์มากกว่าการเพิ่มน้ำหนักตัว สรุปได้ว่าไม่ควรใช้อาหารเสริมกวาวเครือขาวเพื่อเพิ่มน้ำหนักของปลาบอลลูน แต่สามารถใช้อาหารเสริมดอกดาวเรือง และเปลือกแก้วมังกรในการเพิ่มสีเหลืองและสีแดงของปลาบอลลูนได้

คำสำคัญ: สารสี แคโรทีนอยด์ เบตาเลน ปลาสวยงาม ไฟโตเอสโตรเจน

Abstract

The supplementation of Kwao Krua Kao (*Pueraria mirifica*) source of phytoestrogen in combination with natural pigments in feed to increase color and growth in sailfin molly (*Poecilia latipinna*) were studied. The experiment was set in completely randomized design (CRD). Four treatments were formulated: treatment 1; commercial fish feed (control group), treatment 2; commercial fish feed mixed with *Pueraria mirifica* powder, treatment 3; commercial fish feed mixed with *Pueraria mirifica* powder and marigold flower, treatment 4; commercial fish feed mixed with *Pueraria mirifica* powder and dragon fruit peel. To test the supplementation of hormone from *Pueraria mirifica* 700 mg/kg, carotenoids from marigold flower 180 mg/kg and betalain from dragon fruit peel 100 mg/kg. Feed were given to sailfin molly for 8 weeks. The result showed that natural pigments could enhance red and yellow skin color. The highest skin color from betalain found in treatment 4 (1297.40±1.02 μg/g) while the carotenoid in the skin of the fish showed the highest carotenoid content at the third treatment was 363.18 ± 40.69 μg / g. For the growth, it was found that all the fish those received feed supplemented with *Pueraria mirifica* had a lower growth performance than the control group. The reason may come from phytoestrogen from *Pueraria mirifica* induced reproductive cell greater than somatic cell. In conclusion, the *Pueraria mirifica* powder supplement should not be used for increasing the weight of balloon fish. But marigold and dragon fruit supplements can be used to enhance the yellow and red color of the balloon fish.

Keywords: pigment, carotenoid, betalain, aquarium fish, phytoestrogen

บทนำ

ปลาบอลลูน (*Poecilia latipinna)* หรือปลามอลลี่ (sailfin molly) เป็นปลาสวยงามทางเศรษฐกิจเพื่อการส่งออก ปลาบอลลูนมีลักษณะเด่นตรงกระโดงบริเวณครีบหลังที่สูง มีลำตัวกลมเหมือนบอลลูน ยิ่งกลมมากทำให้มีความสวยงามมาก ลำตัวสั้นและอ้วน ซึ่งปลาบอลลูนเพศเมียจะมีลักษณะตัวอ้วน ป้อม เป็นลักษณะตามความต้องการของตลาด (ทวีศักดิ์, 2553) ราคาปลาสวยงามจะแปรผันตามสีสันที่ชัดเจนและรูปร่างลักษณะที่ลูกค้าต้องการ การเพาะเลี้ยงจึงมีการใช้สารสังเคราะห์เพื่อนำมาเร่งสีปลา และเพิ่มอัตราการเติบโตในธุรกิจการเลี้ยงปลา ในปัจจุบันการใช้สารจากธรรมชาติเป็นทางเลือกที่ได้รับความสนใจ เช่นพืชที่มีสีหรือมีสารที่ช่วยเพิ่มลักษณะตามความต้องการ

กวาวเครือขาวเป็นไม้เถา มีหัวใต้ดินคล้ายมันแกวขนาดใหญ่ มีสารสำคัญในหัว เรียกว่าไฟโตเอสโตรเจน ได้แก่ miroestrol, puerarin และ mirifican เป็นสารที่มีโครงสร้างทางเคมีและออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศหญิง ปุณมณี และคณะ (2549) ได้ศึกษาผลของกวาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโตในปลาดุกลูกผสม พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกวาวเครือขาวที่ระดับ 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง เป็นเม็ดสีชนิดละลายในไขมัน พบได้ทั่วไปในพืชชนิดต่าง ๆ บริเวณกลีบดอกของดอกดาวเรืองเป็นแหล่งสารสีของแคโรทีนอยด์ Swian *et al*. (2014) พบว่าการเสริมดอกดาวเรืองที่ (180 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของอาหารปลา) เป็นแหล่งแคโรทีนอยด์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เบตาเลน (betalain) เป็นรงควัตถุธรรมชาติที่พบเฉพาะในพืช order Caryophyllales รงควัตถุชนิดนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 กลุ่มคือ เบตาไซยานิน (betacyanin) ที่ให้สีในช่วงสีแดงถึงสีม่วง และเบตาแซนทิน (betaxanthin) ที่ให้สีเหลืองส้ม มีงานวิจัยจำนวนมากรายงานเรื่องการเสริมเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกรช่วยเพิ่มความเข้มสีของปลาได้ (โสมลดา และคณะ, 2553 ก,ข; Ruangdej and Laohavisuti, 2014; Phumjan and Laohavisuti, 2007) วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือการนำผลผลิตที่ได้จากธรรมชาติมาผสมในอาหารเพื่อทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ เช่นการใช้สมุนไพร เป็นสารออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน อย่างกวาวเครือขาว ร่วมกับสารสีจากธรรมชาติโดยใช้ดอกดาวเรืองเป็นแหล่งสารสีแคโรทีนอยด์ เปลือกแก้วมังกรเป็นแหล่งสารสีเบตาเลน เพื่อให้ปลาบอลลูนมีการเจริญเติบโตที่ดี ลักษณะสีและรูปร่างอ้วนป้อมตรงความต้องการของตลาด หากสามารถใช้สารที่มาจากธรรมชาติ ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อให้ผู้เพาะเลี้ยงเลือกใช้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1.การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารปลาชนิดผงทางการค้า โปรตีน 42% ไขมัน 5% (ดี-ไลท์) ผงกวาวเครือขาวสำเร็จรูปชนิดแคปซูล (Herbal one) ปริมาณ phytoestrogen 100 มก./แคปซูล ดอกดาวเรืองที่อบด้วยเครื่องอบที่อุณหภูมิ 60 ºC จนแห้งแล้ว นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารแคโรทีนอยด์จากผงดอกดาวเรืองตาม Britton (1995) ได้ 2.5 ไมโครกรัม/กรัม เปลือกผลแก้วมังกรที่ขูดเนื้อสีขาวออกจากเปลือกหมด อบแห้งที่ 60 ºC นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารเบตาเลนรวมตาม Ravichandran et al. (2013) ได้ 7.1 ไมโครกรัม/กรัม ผสมอาหารควบคุมกับสารสีตามชุดการทดลองที่กำหนด ระดับที่ใช้อ้างอิงจากงานวิจัยข้างต้น และเนื่องจากปลาบอลลูนมีขนาดเล็กจึงปรับลดปริมาณกวาวเครือขาวลง ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสัตว์น้ำทางการค้า (กลุ่มควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสัตว์น้ำทางการค้าผสมผงกวาวเครือขาวปริมาณ 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสัตว์น้ำทางการค้าผสมผงกวาวเครือขาวปริมาณ 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ผงดอกดาวเรืองให้มีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 180 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และชุดการทดลองที่ 4 อาหารสัตว์น้ำทางการค้าผสมผงกวาวเครือขาวปริมาณ 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ผงเปลือกแก้วมังกรให้มีเบตาเลนเท่ากับ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทำการผสมให้เข้ากันโดยร่อนผ่านกระชอนตาถี่ เติมน้ำสะอาด 300 มิลลิลิตร/อาหาร 1 กิโลกรัม คลุกให้เข้ากันแล้วนำไปเข้าเครื่องอัดเส้นอาหารแล้วนำมาตัดให้มีขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของวัตถุดิบในอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร

สูตรอาหาร	อาหารปลาแบบผง (กก.)	สารเสริม (ก.)	น้ำเปล่า (มล.)
อาหารควบคุม	1	0	300
ผงกวาวเครือขาว	1	0.7	300
ผงกวาวเครือขาว+ผงดอกดาวเรือง	1	0.7+72	300
ผงกวาวเครือขาว+ผงเปลือกแก้วมังกร	1	0.7+14	300

2. การทดลองเลี้ยงปลาบอลลูน

ในการทดลองใช้ปลาบอลลูนอายุประมาณ 2 เดือน จำนวน 320 ตัว ปรับสภาพ โดยฝึกให้กินอาหารกลุ่มควบคุม วันละ 2 มื้อ เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลา 28 วัน เมื่อครบกำหนดนำปลามาชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ยต่อตัวเพื่อไม่ให้ปลาบอบช้ำก่อนการทดลอง ทำการเลี้ยงในถังพลาสติกที่มีระบบกรองน้ำ ปริมาตรน้ำ 30 ลิตร โดยสุ่มแบ่งใส่ถังทดลองที่เตรียมไว้ถังละ 20 ตัว (ตัว/1.5 ลิตร) จำนวน 16 ถัง ให้อาหารวันละ 3% ของน้ำหนักตัวตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ วันละ 2 มื้อ เวลา 09.00 น. และ 16.00 น.จนครบระยะเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 4 ซ้ำ

3. การเก็บข้อมูลและบันทึกผล

3.1 บันทึกผลค่าการเปลี่ยนแปลงของสีทุกๆ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลอง โดยสุ่มปลาครั้งละ 3 ตัว โดยใช้เครื่องวัดสี (Colormeter) วัดสีทั้งสองด้านของลำตัวปลาในบริเวณใต้ครีบหลัง เพื่อหาค่าของสีที่เปลี่ยนแปลง หรือถ่ายรูปในกรณีที่ปลาตัวเล็กมาก

3.2 การเก็บค่าเบตาเลนในผิวหนังปลาบอลลูน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วนำปลาบอลลูนแต่ละชุดการทดลอง จำนวน 3 ตัว มาแช่แข็งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นแล่หนังปลาบอลลูนมาบดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักและ เติม Ethanol 50% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำไปปั่นผสม (vortexing) ประมาณ 30 วินาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ภายใต้อุณหภูมิ 4°c เพื่อแยกส่วนใสใส่หลอดสีชาอันใหม่ ทำซ้ำอีก 2-3 รอบ จนกว่าจะสกัดสารเบตาเลนหมด จากนั้นเทส่วนใสใส่กระบอกตวง เพื่อบันทึกปริมาตรส่วนใสที่ได้ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 538 นาโนเมตร (Ravichandran *et al*., 2013)

3.3 การเก็บค่าแคโรทีนอยด์ในผิวหนังปลาบอลลูน

นำปลาบอลลูนที่แช่แข็งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มาแล่หนังออก นำมาบด ชั่งน้ำหนักแล้วเติม 10 มิลลิลิตรของสารผสม (Butylhydroxytoluene (BHT) 0.1 กรัม ละลายใน Acetone 75 มิลลิลิตร เติมใน Petroleum Ether 50 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) นำไปปั่นผสมประมาณ 30 วินาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ภายใต้อุณหภูมิ 4°c เพื่อแยกส่วนใสใส่หลอดสีชาอันใหม่ ทำซ้ำอีก 2-3 รอบ จนกว่าจะสกัดแคโรทีนอยด์หมด เทส่วนใสใส่กระบอกตวงเพื่อบันทึกปริมาตรส่วนใสที่ได้ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร (ดัดแปลงบางส่วนจาก Britton, 1995)

3.4 การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต

ชั่งน้ำหนักปลารวมในแต่ละซ้ำ และบันทึกผลทุก 2 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ในกรณีที่มีลูกปลาที่เกิดใหม่จะถูกแยกออกทันทีเพียงนับจำนวนที่เกิดขึ้นแต่ไม่นำมาชั่งน้ำหนัก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นับจำนวนปลาที่เหลือ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ก.) = น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR)= น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (ก.) / น้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (\%/วัน)} = 100 \times \left(\frac{\ln \text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}}\right)$$

อัตราการรอด (%) = (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) x 100

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี Duncan's multiple range test จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS:16.0 for windows

ผลการศึกษา

1. ค่าสีผิวของปลาบอลลูน

การเสริมสารสีแคโรทีนอยด์ที่ได้จากดอกดาวเรืองหรือเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกร พบว่าสารสีนี้สามารถนำมาเพิ่มค่าเม็ดสีให้กับปลาบอลลูนได้ ค่าสีแดง (a – value) ของปลาบอลลูนสูงสุดอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 4 และ 3 เท่ากับ 16.85±1.05 และ15.54±0.7 ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับ ชุดการทดลองอื่น ค่าสีเหลือง (b – value) ของปลาบอลลูนสูงสุดอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 3 และ4 เท่ากับ 49.51±1.37 และ48.08±0.98 ตามลำดับ และค่า L – value ค่าความสว่างของปลาบอลลูนสูงสุดอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เท่ากับ 67.49±0.96 และ 66.67±0.97 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าสีบริเวณลำตัวของปลาบอลลูนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร

ชุดการทดลอง	a* (ค่าสีแดง)	b* (ค่าสีเหลือง)	L*(ค่าความสว่าง)
1 อาหารปลาทางการค้า (กลุ่มควบคุม)	7.53±0.62 ^{b}	32.86±1.98^{b}	67.49±0.96^{a}
2 อาหารปลา + กวาวเครือขาว	6.92±0.75 ^{b}	28.55±2.41^{b}	66.67±0.97^{a}
3 อาหารปลา + กวาวเครือขาว + ดอกดาวเรือง	15.54±0.7 ^{a}	49.51±1.37^{a}	56.55±0.72^{b}
4 อาหารปลา + กวาวเครือขาว +เปลือกแก้วมังกร	16.85±1.05^{a}	48.08±0.98^{a}	57.38±0.99^{b}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวสดมภ์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2. ค่าเบตาเลนและแคโรทีนอยด์ในผิวหนังปลาบอลลูน

ผลของสารสีเบตาเลนในผิวหนังปลาบอลลูนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร พบว่ามีเบตาเลนสูงสุดอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 3 และ4 ที่มีการเพิ่มรงควัคถุธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 1175.70±102.93 และ 1297.4±1.02 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับ ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ไม่ได้เพิ่มรงควัตถุธรรมชาติ

ผลของสารสีแคโรทีนอยด์ในผิวหนังปลาบอลลูนสูงสุดพบใน ชุดการทดลองที่ 3 อาหารควบคุมผสมผงกวาวเครือขาวและดอกดาวเรือง มีค่าเท่ากับ 363.18±40.69 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดการทดลองอื่น ๆ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารสีเบตาเลนและสารสีแคโรทีนอยด์ในผิวหนังของปลาบอลลูนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร

ชุดการทดลอง	เบตาเลน (มคก./ก.)	แคโรทีนอยด์ (มคก./ก.)
1 อาหารปลาทางการค้า (กลุ่มควบคุม)	609.87±41.73^{b}	74.30±3.95^{c}
2 อาหารปลา + กวาวเครือขาว	483.92±32.15^{b}	54.93±5.84^{c}
3 อาหารปลา + กวาวเครือขาว + ดอกดาวเรือง	1175.70±102.93^{a}	363.18±40.69^{a}
4 อาหารปลา + กวาวเครือขาว +เปลือกแก้วมังกร	1297.40±1.02^{a}	214.84±21.82^{b}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวสดมภ์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. ผลของการเสริมกวาวเครือขาว สารสีแคโรทีนอยด์และสารสีเบตาเลนต่อการเติบโตในปลาบอลลูน

ปลาบอลลูน เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลามีน้ำเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 1.83±0.11, 1.73±0.07, 1.58±0.07 และ 1.61±0.01 กรัม ในชุดการทดลองที่ 1-4 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยชุดการทดลองที่ 1 ที่เป็นชุดควบคุมมีน้ำหนักสุดท้ายดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.84-5.56 พบว่าในชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 2.84 เป็นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด อัตราการเติบโตจำเพาะอยู่ในช่วง 0.47-0.76 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ดีที่สุดในชุดควบคุมซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองอื่น ๆ ($p<0.05$) เปอร์เซ็นต์อัตรารอดอยู่ในช่วง 71.67-80.00 เปอร์เซ็นต์ ในชุดการทดลองที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์อัตรารอดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองอื่น ๆ ซึ่งอยู่ที่ 80.00 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตลูกปลาที่เกิดในระหว่างการทดลองพบว่าในชุดการทดลองที่ 4 ได้ลูกปลาเพิ่มมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือมีจำนวนเท่ากับ 0, 8, 4 และ 24 ตัวในชุดการทดลองที่ 1-4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 การเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก อัตราการเติบโตจำเพาะ และอัตรารอดของปลาบอลลูน เมื่อได้รับอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2	ชุดการทดลองที่ 3	ชุดการทดลองที่ 4
IW (g/fish)	1.28±0.05 [a]	1.35±0.06 [a]	1.24±0.02 [a]	1.25±0.04 [a]
FW (g/fish)	1.83±0.11 [a]	1.73±0.07 [a]	1.58±0.07 [b]	1.61±0.01 [b]
WG (g/fish)	0.54±0.07 [a]	0.38±0.09 [b]	0.35±0.05 [b]	0.36±0.04 [b]
FCR	2.84±0.17 [a]	4.62±0.92 [b]	4.37±0.59 [b]	5.56±0.66 [c]
SGR (%/day)	0.76±0.02 [a]	0.55±0.09 [b]	0.56±0.03 [b]	0.47±0.06 [c]
SR (%)	71.67±4.4 [b]	76.67±7.26 [b]	80.00±2.98 [a]	76.67±8.82 [b]

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ IW คือ initial body weight; FW คือ final body weight; WG คือ weight gain; FCR คือ feed conversion ratio; SGR คือ specific growth rate; SR คือ survival rate

อภิปรายผลการศึกษา

สารสีจากดอกดาวเรืองและเปลือกแก้วมังกรสามารถใช้เพื่อการเพิ่มสีของปลาบอลลูนได้ ซึ่งคล้ายกับผลการทดลองของพัชรี และคณะ (2556) ที่ได้สกัดสารสีจากเปลือกแก้วมังกรเช่นกัน โดยทดลองเป็นเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่าสีแดง ค่าความสว่างและค่าสีเหลือง สูงสุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของเบตาเลน 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงที่สุดของการทดลอง และจากการทดลองของ Laohavisuti *et al.* (2011) ที่ได้นำเปลือกผลแก้วมังกรมาสกัดสารสีเบตาเลนเพื่อนำมาเร่งสีปลาคาร์ปเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่าอาหารผสม เบตาเลนที่ 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม แสดงค่าสีแดงสูงสุด การทดลองนี้ได้เพิ่มความเข้มข้นของระดับเบตาเลนจากเปลือกแก้วมังกรเป็น 100 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ดังนั้นการสร้างสีแดงของปลาจึงพบว่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารสีจากดอกดาวเรือง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่อยู่ในผิวหนังปลาแสดงให้เห็นว่าเบตาเลนช่วยเพิ่มความเป็นสีแดงให้กับปลา สอดคล้องกับ Blanchard *et al.* (1991) ที่กล่าวว่าในกลุ่มปลาทองมีการพัฒนาเรื่องรงควัตถุในการสร้างสีผิวจากแคโรทีนอยด์ในรูปแซนโทฟิลล์มากกว่าจึงเห็นสีผิวเป็นสีเหลือง ดังนั้นค่าสีเหลืองในกลุ่มที่กินดอกดาวเรืองจึงสูง และเป็นที่น่าสนใจว่าปริมาณเบตาเลนจากผิวหนังปลากลุ่มที่กินอาหารผสมดอกดาวเรืองก็มีค่าสูงขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มที่กินอาหารผสมเปลือกแก้วมังกรเช่นกันแต่ข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการสร้างสารเบตาเลนในปลาไม่พบการรายงานไว้จึงควรมีการศึกษาต่อในอนาคต

ผลของการเพิ่มสารสีต่อการเจริญเติบโตสอดคล้องกับการทดลองของ Ruangdej and Laohavisuti (2014) ที่เสริมเบตาเลนในปลาทรงเครื่อง (*Epalzeorhynchos bicolor*) พบว่าน้ำหนักของปลาในกลุ่มที่ได้รับสารสีมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับ Yanar *et al.* (2007) ที่ศึกษาการใช้สารแคโรที

นอยด์จากธรรมชาติในปลาเรนโบว์เทราต์ เนื่องจากสารสีที่ได้รับถูกดูดซึมไปเก็บในชั้นผิวหนัง ผลจากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าสารสีทั้งแคโรทีนอยด์และเบตาเลนไม่มีผลต่อการเติบโตในปลาบอลลูน แต่การที่น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มควบคุมน่าจะมีสาเหตุจากกวาวเครือขาว เนื่องจากปลาบอลลูนที่ได้รับอาหารเสริมกวาวเครือขาว สารอาหารอาจถูกนำไปใช้พัฒนาระบบอื่น ๆ ในร่างกายที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเติบโต เนื่องจากไอโซฟลาโวนส์ที่พบในกวาวเครือขาว ได้แก่ เจนิสเทอินและ ไมโรเอสทรอล มีผลต่อการเพิ่มฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ในเพศเมียแต่ยับยั้งการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในเพศผู้ (Malaivijitnond, 2004) ซึ่งจากการทดลองนี้จะพบว่าชุดการทดลองที่เสริมกวาวเครือขาวมีจำนวนลูกปลาที่เกิดขึ้นมากกว่าชุดควบคุม (ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลประกอบจากการสังเกต) จึงมีผลให้ปลาบอลลูนที่ได้รับกวาวเครือขาวมีน้ำหนักที่ต่ำกว่าชุดควบคุม แม้ว่าผลไม่สอดคล้องกับการทดลองของ ทัศนีย์ และคณะ (2543) ที่ได้การทำศึกษาผลของกวาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโตในปลาสลิด โดยเสริมกวาวเครือขาวเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาที่ได้อาหารเสริมมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($p<0.05$) แต่ผลการทดลองครั้งนี้ไปในทางเดียวกับรุ่งกานต์ และคณะ (2546) ที่เสริมกวาวเครือขาวในอาหารปลานิลเลี้ยงเป็นเวลา 90 วัน แล้วทำให้การเจริญเติบโตลดลงในปลานิลเพศผู้ แสดงให้เห็นว่าผลของการใช้กวาวเครือขาวจะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลา

สรุปผลการศึกษา

การเสริมสารสีแคโรทีนอยด์ที่ได้จากดอกดาวเรือง และสารสีเบตาเลนที่ได้จากเปลือกแก้วมังกร ร่วมกับกวาวเครือขาวในเรื่องของการปรับปรุงเม็ดสีของปลาบอลลูนนั้น พบว่าสีผิวของปลาบอลลูนมีค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่าผงเปลือกแก้วมังกร 14 กรัม/กก. ที่มีเบตาเลน 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และผงดอกดาวเรือง 72 กรัม/กก. ที่มีแคโรทีนอยด์ 180 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นระดับความเข้มข้นที่ทำให้สีผิวปลามีความเข้มของสีแดงและเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตในปลาบอลลูน อาหารเสริมกวาวเครือขาว กลุ่มที่เสริมกวาวเครือขาวร่วมกับดอกดาวเรือง และกลุ่มที่เสริมกวาวเครือขาวร่วมกับเปลือกแก้วมังกรมีแนวโน้มการเติบโตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม การเสริมกวาวเครือขาว 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในอาหาร มีผลให้ชะลอการเติบโตในปลาบอลลูน แต่จากการสังเกตพบว่าผลผลิตลูกปลาบอลลูนที่ได้รับอาหารผสมผงกวาวเครือขาวในทุกชุดการทดลองมีจำนวนลูกปลาที่เกิดขึ้นสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมกวาวเครือขาว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้สถานที่ในการศึกษาวิจัย ทีมผู้ร่วมวิจัยและนักศึกษาจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง ซึ่งความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากทุกท่านจึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. (2553). ปลาบอลลูน มอลลี่ ตัวสั้นอ้วนกลม สีสันหลากหลาย. เข้าถึงได้จาก https://pet.kapook.com/view10309.html. โพสท์เมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2553.

ทัศนีย์ สุวรรณยอด, พัฒนพงศ์ ชูแสง, ศรีน้อย ชุ่มคำ, อุทัยวรรณ คันโธ, อรพินท์ จินตสถาพร และอรวรรณ สัตยาลัย. (2543). ผลของกวาวเครือขาวต่อการเติบโต และระดับฮอร์โมนบางชนิดในปลาสลิด. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 186-193.

ปุญมณี กาญจนวรกุล, ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ, ส่งศรี มหาสวัสดิ์ และอรพินท์ จินตสถาพร. (2549). ผลของกวาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารในปลาดุกลูกผสม. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาประมง).

วันที่ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 535-544.

พัชรี มงคลวัย, สุกัญญา คาหล้า และ อนุวัต พจนา. (2556). การปรับปรุงสีปลาสอดแดงด้วยสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกร. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. 48-54.

รุ่งกานต์ กล้าหาญ, อรพินท์ จินตสถาพร, ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ, ส่งศรี มหาสวัสดิ์ และศรีน้อย ชุ่มคำ. (2546). ผลของใบกวาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโต และระบบสืบพันธุ์ในปลานิล. ใน เรื่องเต็มการประชุมทาง วิชาการ ครั้งที่ 41 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 103-110.

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. (2553 ก.). การเสริมสารสกัดจากเปลือกผลแก้วมังกร *Hylocereus undatus* (Haw) Britt and Rose ในอาหารต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสีผิว ค่าโลหิตวิทยา และการต้านเชื้อของปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). *วารสารการประมง* 63 (5), 393-403.

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. (2553 ข.). การเพิ่มสีปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frentus* Brevoort, 1856) ด้วยอาหารเสริมสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกร. *วารสารการประมง* 63(6), 526-531.

Blanchard, P. D., Angus, R. A., Morrison, R. L., Frost-Mason, S. K., & Sheetz, J. H. (1991). Pigments and ultrastructures of pigment cells in xanthic sailfin mollies (*Poecilia latipinna*). *Pigment cell research*, *4*(5-6), 240-246.

Britton, G. (1995). Structure and properties of carotenoids in relation to function. *The FASEB Journal*, *9*(15), 1551-1558.

Laohavisuti, N., Phumjan, L. & Ruangdej, U. (2011). Betalain from dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw Britt. & Rose) peel act as an antioxidant in fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.). *International Journal of Arts and Sciences*, 4(2), 121-128.

Malaivijitnond, S., Kiatthaipipat, P., Cherdshewasart, W. & Watanabe, G. (2004). Different effects of *Pueraria mirifica*, a herb containing phytoestrogens, on LH and FSH secretion in gonadectomized female and male rats. *Journal of Pharmacological Sciences*, 96, 428-435.

Phumjan, L. & Laohavisuti, N. (2007). Betalain extraction from peeled dragon fruit for enhancing color in red platy (*Xiphophorus maculatus*). *International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development*. Bangkok Thailand, 490-493.

Ravichandran, K., Saw, N. M. M. T., Mohdaly, A. A., Gabr, A. M., Kastell, A., Riedel, H. & Smetanska, I. (2013). Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food Research International*, *50*(2), 670-675.

Ruangdej, U., & Laohavisuti, N. (2014). LSBE-1387 Effect of betalain feeding on growth, histopathology and skin pigmentation of red-tailed blacks shark. In *Proceedings of International Conference on Life Science & Biological Engineering. Hokkaido, Japan*.

Swain, S. H., Senapati, S. R., Meshram, S. J., Mishra, R. & Murthy, H. S. (2014). Effect of dietary supplementation of marigold oleoresin on growth, survival and total muscle carotenoid of Koi carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Applied and Natural Science*, 6(2), 430-435.

Yanar, Y., Büyükçapar, H., Yanar, M. & Göcer, M. (2007). Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties and fatty acid composition of rainbow trout. *Food Chemistry*, 100, 326-330.

ผลของความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 ต่อการเจริญเติบโต และสารต้านอนุมูลอิสระของต้นแว่นแก้วในระบบปลูกแบบไร้ดิน

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์[1*] มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ[2] และอัจฉรี เรืองเดช[1]

The effect of phosphorus concentration in KMITL2 nutrient on growth performance and antioxidant of *Hydrocotyle umbellata* L. in hydroponics

Nongnuch Laohavisuti[1*] Maneerat Wangwibulkit[2] and Uscharee Ruangdej[1]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[2]ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง กรุงเทพมหานคร 10900

[1] Department of Animal Production Technology and Fisheries Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

[2] Central Administration Office, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok, 10900

*Corresponding author. E-mail : nongnuch.la@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P) ในสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 ต่อการเจริญเติบโต สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารซาโปนินทั้งหมดของต้นผักแว่นในระบบปลูกแบบไร้ดิน ประกอบด้วย 3 ระดับ คือ 19 ppm (½P), 38 (1P , ชุดควบคุม) และ 76 ppm (2P) ในสูตร KMITL2 เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1P และ 2P มีการเจริญเติบโต (ความยาวก้านใบเฉลี่ย เส้นผ่านศูนย์กลางใบ และน้ำหนักสดสุดท้าย) สูงกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มี ½P อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1P มีจำนวนใบ และน้ำหนักแห้งสุดท้ายมากกว่าชุดการทดลองที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารที่มี ½ P และ 2P อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การสร้างสารต้านอนุมูลอิสระพบว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½P มีค่า TPC มากกว่า 1P และ 2P อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P และ 2P มีค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่า ½ P อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 2P มีค่าฟลาโวนอยด์รวม และปริมาณสารซาโปนินมากกว่า ½P และ 1P อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งเกษตรกรสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบปลูกที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร

คำสำคัญ: ฟอสฟอรัส ต้นแว่นแก้ว ระบบปลูกพืชแบบไร้ดิน

Abstract

This reseach studies on the effect of phosphorus concentrations in KMITL 2 nutrient on growth performance, antioxidant and total saponin of water pennywort (*Hydrocotyle umbellata* L.) in hydroponics. Three formulae of phosphorus concentration in nutrient solutions with 19 ppm (½P), 38 ppm (1P, control) and 76 ppm (2P) of KMITL 2 were used for 8 weeks to investigate growth, antioxidant and total saponin of water pennywort. The final harvested of water pennywort cultured with 1P and 2P gave significant better growth performance (plant height, diameter of leaves and final fresh weight) than that cultured with ½P of KMITL 2 (P<0.05). However, water pennywort cultured with 1P of KMITL 2 resulted in the number of plantlets and final dry weight higher than those cultured with ½P and 2P of KMITL 2 (P<0.05). For antioxidant, water pennywort cultured with ½P of KMITL 2 gave significant higher total phenolic content (TPC) than other treatments (P<0.05). However, water pennywort cultured with 1P and 2P KMITL 2 gave significant better DPPH radical scavenging activity than that cultured with ½P KMITL 2 (P<0.05). Water pennywort cultured with 2P of KMITL 2 gave significant better total flavonoid content (TFC) and total saponin than other treatments (P<0.05). Therefore, agriculturist can use as a guideline for the development of suitable cultivation which could be used for pharmaceutical products.

Keywords: Phosphorus, Water pennywort, *Hydrocotyle umbellata* L., Hydroponics

บทนำ

แว่นแก้ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hydrocotyle umbellata* L. ชื่อสามัญ Water pennywort จัดอยู่ในวงศ์ Apiaceae หรือวงศ์ Umbelliferae มีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า บัวแก้ว ผักหนอก ผักหนอกใหญ่ ผักหนอกเทศ เป็นพรรณไม้น้ำประเภทไม้ชายน้ำ ถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ ต่อมาได้แพร่กระจายไปทั่วในประเทศเขตร้อน เช่น ประเทศไทย พบได้มากทางภาคเหนือ ภาคกลาง และ ภาคตะวันออก ลำต้นมีลักษณะเป็นไหล กลม ยาว เรียว ทอดเลื้อยไปตามพื้นดินที่แฉะ ๆ แตกรากและใบตามข้อ ชอบดินชื้นแฉะที่ระดับน้ำ 10-15 เซนติเมตร ใบเดี่ยว รูปกลมหรือเกือบกลมขนาด 3-5 เซนติเมตร ขอบใบหยักเว้าตื้น ๆ ก้านใบยาวเรียวติดกับตัวใบที่บริเวณกลางใบ ผิวใบด้านบนเรียบเป็นมันสีเขียวสด ดอกสีขาว มีก้านช่อดอกยาว ดอกย่อยแตกจากก้านช่อดอกเป็นกระจุก ๆ ช่อละ 2-3 กระจุก เจริญเติบโตได้เร็วและชอบแสงแดด ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดและการแยกต้นอ่อน (กรมประมง, 2538; อรุณี และคณะ, 2552) สรรพคุณทางยาแก้ท้องอืด ช้ำใน ท้องเสีย และขับปัสสาวะ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2562) ยารักษาโรควิตกกังวล (Rocha et al., 2011) และมีฤทธิ์เป็นยาฆ่าหอยฝาเดียว (Laohavisuti et al., 2014)

ในปัจจุบันมีการนำพืชสมุนไพรมาสกัดสารสำคัญเพื่อใช้ทดแทนยาที่ได้มาจากการสังเคราะห์จากสารเคมี ดังนั้นการให้ปุ๋ย การดูดซึม และการสะสมสารอาหารในพืชเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตและสารประกอบที่สำคัญ ธาตุอาหารที่พืชต้องการมากมี 6 ธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปแตสเซียม (P) แคลซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) โดยมี 3 ธาตุที่เป็นธาตุอาหารหลัก คือ N, P และ K ที่พืชจะแสดงอาการขาดมากกว่า Ca, Mg และ S (ยงยุทธ, 2546) ฟอสฟอรัสมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชที่เกี่ยวข้องกับการเก็บและถ่ายทอดพลังงาน ก็คือ Adenosine diphosphate (ADP) และ Adenosine triphosphate (ATP) ซึ่งมีสารประกอบฟอสเฟตที่มีพลังงานสูงในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน กรดนิวคลิอิก และการเคลื่อนย้ายพลังงานในเซลพืช (Boroomand and Grouh, 2012) นอกจากการให้ปุ๋ยแล้วระบบการปลูกพืชแบบไร้ดินก็มีผลต่อความปลอดภัยของผลผลิตและสารประกอบที่สำคัญ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ฟอสฟอรัสต่อเพิ่มผลผลิตและสารประกอบที่สำคัญของพืชสมุนไพรในระบบปลูกแบบไร้ดิน ได้แก่ Yu et al. (2016) ศึกษาการให้ฟอสฟอรัสที่ 0, 0.20, 1.0 และ 10.0 mM ต่อผลผลิตและสารประกอบทางชีวภาพใน *Prunella vularis* L. พบว่าที่ความเข้มข้น 0.20 mM ให้ผลผลิตและสาร uroslic acid และ oleanolic acid และ Chrysargyris et al. (2016) ทดลองให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัส 30-70 ppm ในต้น lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.) สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัส 70 ppm ให้ผลผลิตมากที่สุด และน้ำมันซึ่งเป็นสารสำคัญควรปลูกที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ 50 ppm ต่อมา Chrysargyris et al. (2019) ทดลองให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัส 30-70 ppm ในต้น spearmint (*Mentha spicata* L.) ส่งผลการให้ผลผลิตและ Total phenolic content (TPC) เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น

ดังนั้นการวิจัยนี้ต้องการทราบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระของต้นแว่นแก้วในระบบปลูกแบบไร้ดิน เพื่อควบคุมการผลิตให้มีความสม่ำเสมอต่อการนำไปใช้เป็นพืชสมุนไพร

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completly randomized design (CRD) ที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 19, 38 และ 76 ppm เท่ากับ ½ P เท่า 1P เท่า (ชุดควบคุม) และ 2P เท่า ของสูตร KMITL2 แต่ละชุดการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ ๆ ละ 15 ต้น

การเตรียมระบบปลูกแบบไร้ดินแบบทรายหยาบ (Coarse sand culture)

ใช้ทรายหยาบคัดขนาด 2-3 มม. เป็นวัสดุปลูก มีความหนาของทรายหยาบประมาณ 15 ซม จำนวน 15 กระบะ ขนาดกระบะ 30x50 ซม. แต่ละกระบะปลูกต้นแว่นแก้ว 15 ต้น และระยะห่างระหว่าง 5.5 ซม.

การเตรียมต้นพันธุ์ การดูแลระหว่างทดลองของต้นแว่นแก้ว

นำต้นพันธุ์แว่นแก้วอายุ 6 สัปดาห์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายปลูกลงระบบปลูกแบบไร้ดินที่มีทรายหยาบเป็นวัสดุปลูกภายในโรงเรือนพรรณไม้น้ำที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 เดือน หลังจากนั้นนำลำต้นใต้ดินของต้นแว่นแก้วมาตัดแยกเป็นข้อเดี่ยว ๆ โดยมีความยาวข้อละ 2 ซม. และตัดก้านใบให้เหลือความยาว 1 ซม. ต่อจากนั้นคัดขนาดของข้อให้ได้ขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 500 ข้อ ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.48 กรัม/ข้อ และสุ่มข้อของต้นแว่นแก้วลงปลูกลงในกระบะที่เตรียม จำนวนกระบะละ 15 ข้อ หลังจากนั้นเติมสารละลายธาตุอาหารในแต่ละชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างกันของสูตร KMITL2 (ตารางที่ 1) ปรับค่า electricicity comductivity(EC) ของสารละลายธาตุอาหารทุก ๆ สัปดาห์ ให้มีค่า EC 1.5 mS/cm ตลอดการทดลอง และควบคุมค่า pH 6.5-7.0 โดยใช้กรดไนตริก 10 เปอร์เซ็นต์ หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ และมีการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารทุก 4 สัปดาห์

ตารางที่ 1 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในแต่ละชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ต่างกันในสารละลายธาตุอาหาร สูตร KMITL2 (ปริมาณที่ใช้ต่อ 5 ลิตร ความเข้มข้น 200 เท่า)

สารเคมี	½P เท่าสูตร KMITL2	1P เท่าสูตร KMITL2	2P เท่า สูตร KMITL2
สารละลาย A			
1. $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ (kg)	0.900	0.942	0.960
2. Fe-EDDHA (kg)	0.051	0.051	0.051
สารละลาย B			
1. KNO_3(kg)	0.485	0.449	0.338
2. KH_2PO_4 (kg)	0.082	0.163	0.326
3. $MgSO_4.7H_2O$ (kg)	0.248	259	0.148
3. $Mg(NO_3)_2.6H_2O$ (kg)	-	-	118
4. $ZnSO_4.7H_2O$ (g)	0.654	0.654	0.654
5. $CuSO_4.5H_2O$ (g)	0.159	0.159	0.159
6. $MnSO_4.H_2O$ (g)	4.583	4.583	4.583
7. H_3BO_3 (g)	3.436	3.436	3.436
8. $(NH_4)_2MoO_4$ (g)	0.098	0.098	0.098

การบันทึกข้อมูล

1.การเจริญเติบโตของต้นแว่นแก้วทุก 2 สัปดาห์ โดยการสุ่มตัวอย่างต้นแว่นแก้วจากแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น (ทำเครื่องหมายต้นที่ข้อมูลไว้) ได้แก่ ความยาวก้านใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางใบ (วัดจากใบแรกที่เกิดขึ้นหลังจากการย้ายปลูกจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง) และนับจำนวนใบ บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเริ่มต้น และเมื่อครบ 8 สัปดาห์ นำต้นแว่นแก้วชั่งน้ำหนักสดแต่ละซ้ำ และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

2.การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยนำต้นแว่นแก้วที่อบแห้งจากข้อ 1 มาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นสแตนเลส จากนั้นต้นแว่นแก้วที่ปั่นละเอียดมาสกัดด้วยน้ำและเอทานอลตามวิธีของ Shirazi *et al.* (2014) และวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Compounds; TPC) ด้วยวิธี Folin ciocalteu reagent (ดัดแปลงจาก Shirazi *et al.*, 2014) โดยใช้กรดแกลลิค (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoids compounds; TFC) ด้วยวิธี Aluminium chloride complex forming assay (ดัดแปลงจาก Shirazi *et al.*, 2014) โดยใช้เควอซิทิน (quercetin) เป็นสารมาตรฐาน ปริมาณสารซาโปนินทั้งหมด (Total saponin) ด้วยวิธี Anisaldehyde reagent โดยใช้ saponin equivalent เป็นสารมาตรฐาน (ดัดแปลงจาก Vador *et al.*, 2012)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple's rang test (DMRT) ของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 16.0

ผลของระดับ P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อการเจริญเติบโตของต้นแว่นแก้ว

1. ผลของระดับ P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้ว

จากการศึกษาผลของความเข้มข้น P 3 ระดับ ได้แก่ ½ P, 1P และ 2P เท่าของสารละลายธาตุอาหาร KMITL2 ต่อความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในระบบปลูกแบบไร้ดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกใน 1P (5.69) และ 2P (6.18) มีความยาวก้านใบมากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มี ½ P (4.63) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2) แต่ต้นแว่นแก้วที่ปลูกใน 1P และ 2P มีความยาวก้านใบเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 2 ความยาวก้านใบเฉลี่ย (ซม.) ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ

ความเข้มข้นของ P ใน KMITL2	ระยะเวลา(สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
½P เท่า	1.00 ± 0.00	3.34 ± 0.14^{b}	4.17 ± 0.14^{b}	4.38 ± 0.15^{b}	4.63 ± 0.20^{b}
1P เท่า	1.00 ± 0.00	4.43 ± 0.14^{a}	5.04 ± 0.14^{a}	5.30 ± 0.15^{a}	5.69 ± 0.20^{a}
2P เท่า	1.00 ± 0.00	4.44 ± 0.37^{a}	5.46 ± 0.28^{a}	5.76 ± 0.26^{a}	6.18 ± 0.37^{a}
F-test	ns	*	*	*	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

2. ผลของระดับ P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้ว

เส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้วในตารางที่ 3 พบว่า ในสัปดาห์ที่สองต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของ ½ P (21.08) 1P (23.41) และ 2P (22.69) ไม่มีความแตกต่างกัน (P<0.05) แต่หลังจากสัปดาห์ที่สี่ เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P (28.47) และ 2P (29.36) มีขนาดใหญ่กว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½ P (25.39) ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ (P<0.05)

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ย (มม.) ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ

ความเข้มข้นของ P ใน KMITL2	เวลา(สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
½P เท่า	0.00 ± 0.00	21.08 ± 0.30	23.84 ± 0.23^{b}	24.72 ± 0.34^{b}	25.39 ± 0.45^{b}
1P เท่า	0.00 ± 0.00	23.41 ± 1.35	26.30 ± 1.10^{a}	27.38 ± 1.07^{a}	28.47 ± 1.20^{a}
2P เท่า	0.00 ± 0.00	22.69 ± 0.47	26.61 ± 0.58^{a}	28.21 ± 0.43^{a}	29.36 ± 0.60^{a}
F-test	ns	ns	*	*	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อจำนวนใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้ว

จำนวนใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึง 6 (ตารางที่ 4) ต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของ P ทั้ง 3 ความเข้มข้น ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า จำนวนใบเฉลี่ยของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P (15.06) เพิ่มขึ้นมากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½ P (10.96) และ 2P (11.94) (P<0.05)

ตารางที่ 4 จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ/ต้น) ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ

ความเข้มข้นของ P ใน KMITL2	เวลา(สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
½P เท่า	0.00 ± 0.00	1.80 ± 0.19	4.04 ± 0.27	6.50 ± 0.50	10.96 ± 0.72[b]
1P เท่า	0.00 ± 0.00	2.18 ± 0.21	4.82 ± 0.49	8.70 ± 1.12	15.06 ± 1.57[a]
2P เท่า	0.00 ± 0.00	1.78 ± 0.16	4.12 ± 0.22	7.38 ± 0.55	11.94 ± 1.00[b]
F-test	ns	ns	ns	ns	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4. ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อน้ำหนักของต้นแว่นแก้ว

เมื่อครบ 8 สัปดาห์ พบว่า ต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น 1P (160.99) และ 2P (110.64) มีน้ำหนักสดสุดท้ายเฉลี่ยมากกว่าต้นที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½ P (52.41) (P<0.05) ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น P ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P (12.42) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด รองลงมาคือสารละลายธาตุอาหาร 2P (8.95) และ ½ P (4.31) ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ

ความเข้มข้นของ P ใน KMITL2	น้ำหนักสดเริ่มต้น (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดสุดท้าย (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้งสุดท้าย (กรัม/ต้น)
½ P	0.48 ± 0.00	52.41 ± 3.54[b]	4.31 ± 0.32[c]
1P	0.48 ± 0.00	160.99 ± 23.92[a]	12.42 ±1.35[a]
2P	0.48 ± 0.00	110.64 ± 18.92[a]	8.95 ± 1.46[b]
F-test	ns	*	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สรุปผลของความเข้มข้นของ P ต่างกันในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของต้นแว่นแก้วเมื่อครบ 8 สัปดาห์ (ตารางที่ 6) พบว่า ต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P และ 2P มีความยาวก้านใบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบและน้ำหนักสดสุดท้าย มีค่าสูงกว่าต้นที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½P (P<0.05) ส่วนจำนวนใบของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 1P (15.06) มากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ½P (10.96) และ 2P (11.94) (P<0.05) และต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลาย 1P สูตร KMITL2 (12.42) มีน้ำหนักแห้งสุดท้ายมากที่สุด (P<0.05)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ ในสัปดาห์ที่ 8

	ชุดการทดลอง			
	½ P เท่า สูตร KMITL2	1P เท่า สูตร KMITL2	2P เท่า สูตร KMITL2	F-test
ความยาวก้านใบเฉลี่ย (ซม.)	4.63 ± 0.20[b]	5.69 ± 0.20[a]	6.18 ± 0.37[a]	*
เส้นผ่านศูนย์กลางใบเฉลี่ย (มม.)	25.39 ± 0.45[b]	28.47 ± 1.20[a]	29.36 ± 0.60[a]	*
จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ/ต้น)	10.96 ± 0.72[b]	15.06 ± 1.57[a]	11.94 ± 1.00[b]	*
น้ำหนักสดเริ่มต้น (กรัม/ต้น)	0.48 ± 0.00	0.48 ± 0.00	0.48 ± 0.00	ns
น้ำหนักสดสุดท้าย (กรัม/ต้น)	52.41 ± 3.54[b]	160.99 ± 23.92[a]	110.64 ± 18.92[a]	*
น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)	4.31 ± 0.32[c]	12.42 ±1.35[a]	8.95 ± 1.46[b]	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P<0.05**)

ผลของความเข้มข้น P ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระของต้นแว่นแก้ว

1.ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อปริมาณสารฟีนอลิกรวม (TPC) ของต้นแว่นแก้ว

จากการหา TPC ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำ และ เอทานอล ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัส 3 ระดับ พบว่า TPC ที่สกัดด้วยน้ำ (27.03 - 73.03) มีค่าสูงกว่าสกัดด้วยเอทานอล (4.37 - 7.00) (ตารางที่ 7) จากการสกัด TPC ด้วยน้ำ ต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร ½ P สูตร KMITL2 (73.03) มีค่ามากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร 1P และ 2P สูตร KMITL2 (P<0.05) ส่วน TPC ที่สกัดด้วยเอทานอล ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ตารางที่ 7 TPC ที่สกัดตัวทำละลาย 2 ชนิด ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น P ต่างกัน 3 ระดับ

ชุดการทดลอง	น้ำ (mgGAE/g)	เอทานอล (mgGAE/g)
½ P สูตร KMITL2	73.03 ± 11.82[a]	4.37 ± 0.65
1 P สูตร KMITL2	27.83 ± 2.32[b]	6.53 ± 0.94
2 P สูตร KMITL2	27.03 ± 1.02[b]	7.00 ± 0.66
F-test	*	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

2.ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (TFC) ของต้นแว่นแก้ว

จากการหา TFC ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำ และ เอทานอล ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลาย พบว่า TFC ที่สกัดด้วยเอทานอล (2.33 - 3.12) มีค่ามากกว่าการสกัดด้วยน้ำ (1.34 - 1.77) (ตารางที่ 8) จากสารสกัดจากต้นแว่นแก้วที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร 2P สูตร KMITL2 (3.12) มี TFC มากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร 1 P และ ½ P สูตร KMITL2 (P<0.05) ส่วนสารสกัดจากต้นแว่นแก้วใช้ตัวทำละลายเป็นน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ตารางที่ 8 TFC ที่สกัดตัวทำละลาย 2 ชนิด ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น P ต่างกัน 3 ระดับ

ชุดการทดลอง	น้ำ (mgQE/g)	เอทานอล (mgQE/g)
½ P เท่าสูตร KMITL2	1.77 ± 0.12	2.33 ± 0.12[b]
1 P เท่าสูตร KMITL2	1.46 ± 0.12	2.64 ± 0.21[b]
2 P เท่าสูตร KMITL2	1.34 ± 0.13	3.12 ± 0.08[a]
F-test	ns	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ของต้นแว่นแก้ว

จากการสกัดการทดลองสกัดสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ DPPH ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายที่มีความเข้มข้นฟอสฟอรัส 3 ระดับ โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำและเอทานอล พบว่า เปอร์เซ็นต์ DPPH ที่สกัดด้วยน้ำ (20.53 - 27.23) มีค่ามากกว่าการสกัดด้วยเอทานอล (4.25 - 6.12) (ตารางที่ 9) จากสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร 1P และ 2P สูตร KMITL2 มีเปอร์เซ็นต์ TFC มากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหาร ½ P และ 2P สูตร KMITL2 (P<0.05) ส่วนสารสกัดใช้ตัวทำละลายเป็นน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P>0.05)

ตารางที่ 9 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ที่สกัดตัวทำละลาย 2 ชนิด ของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น P ต่างกัน 3 ระดับ

ชุดการทดลอง	น้ำ (%)	เอทานอล (%)
½ P เท่า สูตร KMITL2	27.23 ± 1.18	4.25 ± 0.43[b]
1 P เท่า สูตร KMITL2	24.13 ± 2.71	6.12 ± 0.47[a]
2 P เท่า สูตร KMITL2	20.53 ± 1.02	4.93 ± 0.40[b]
F-test	ns	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4. ผลของความเข้มข้น P ที่ต่างกันในสูตร KMITL2 ต่อปริมาณสารซาโปนินทั้งหมด (Total saponin) ของต้นแว่นแก้ว

จากการศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 ที่มี P ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ½ P, 1P และ 2P ได้นำมาหา Total saponin พบว่า สารที่สกัดด้วยเอทานอลมีค่าสูงกว่าสกัดด้วยน้ำ จากสารสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารสูตร 2P สูตร KMITL2 (3344.33±50.24 ppm) มีค่า Total saponin มากกว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารสูตร ½ P และ1P สูตร KMITL2 (P<0.05) ส่วนสารสกัดใช้ตัวทำละลาย 70% เอทานอล ให้ผลเช่นเดียวกันกับสารสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 Total saponin ด้วยตัวทำละลายน้ำและเอทานอลของต้นแว่นแก้วที่ปลูกในความเข้มข้น P ที่ต่างกัน 3 ระดับ

ความเข้มข้น P ในสูตร KMITL2	น้ำ (mg saponin/g)	เอทานอล (mg saponin/g)
½ P สูตร KMITL2	2,810.34±54.90[b]	2,042.53±384.65[b]
1 P สูตร KMITL2	2,769.48±49.19[b]	3,318.08±506.43[ab]
2 P สูตร KMITL2	3,344.33±50.24[a]	4,056.71±612.84[a]
F-test	*	*

* = **มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)**
อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

อภิปรายผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ต่างกันในสารละลายธาตุอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแว่นแก้ว ซึ่งความต้องการธาตุฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ได้แก่ Lu et al. (1999) ได้ทดลองปลูกข้าว 3 ชนิด ในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของ P 3 ระดับ ได้แก่ 0.5, 5 และ 10 ppm เป็นระยะเวลา 76 วัน พบว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของ P 10 ppm มีค่าน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุด Chrysargyris et al. (2016) พบว่าความเข้มข้นของ P 70 ppm ในสารละลายธาตุอาหารในระบบปลูกแบบไร้ดินของต้น lavender plant ให้ผลผลิตมากที่สุด ความเข้มข้นของ P ที่ต่างกันในสารละลายธาตุอาหารยังส่งต่อการสร้างสารสำคัญของพืช จากงานวิจัยของ Yu et al. (2016) พบว่า P ที่ความเข้มข้น 0.20 mM ในสารละลายธาตุอาหาร ทำให้ต้น *P. vularis* L. ผลิตสาร uroslic acid และ oleanolic acid สูงสุด และ Chrysargyris et al. (2016) ปลูกต้น lavender plant เพื่อเพิ่ม essential oil ซึ่งเป็นสารสำคัญ ควรปลูกต้น lavender plant ที่ความเข้มข้น P 50 ppm ต่อมา Chrysargyris et al. (2019) ทดลองปลูกต้น spearmint ความเข้มข้น P ที่ 50 และ 70 ppm ส่งผลให้ TPC และ rosmarimic acid มากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ จากงานทดลองครั้งนี้ยังสอดคล้องกับ Feller (1995) ที่กล่าวไว้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของ P ทำให้เพิ่มการสร้างเมตาบอไลท์ทุติยภูมิใน dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*) ดังนั้นควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้มข้น P ส่งผลต่อสารสำคัญที่มีคุณสมบัติเป็นยาแก้ท้องอืด ช้ำใน ท้องเสีย และขับปัสสาวะ ยารักษาโรควิตกกังวล และยาฆ่าหอยฝาเดียว

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL 2 ที่มีฟอสฟอรัสต่างกัน ต่อการเจริญเติบโต สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณซาโปนินทั้งหมดของต้นแว่นแก้วในระบบการปลูกแบบไร้ดิน พบว่าต้นแว่นแก้วที่ปลูกด้วยฟอสฟอรัส ตามสูตรของ KMITL2 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งมากที่สุด สำหรับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้น้ำเป็นสารสกัดมีค่าสูงกว่าเอทานอล แต่ถ้าต้องการปริมาณซาโปนินควรปลูกต้นแว่นแก้วด้วยฟอสฟอรัสเป็น 2 เท่าของสูตร KMITL2

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน คณะเทคโนโลยีการเกษตรประจำปีงบประมาณ 2559 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562, สืบค้นจาก http://medplant.mahidol.ac.th/user/reply.asp?id=6611.

ยงยุทธ ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. ภาคปฐพีวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 424 หน้า.

อรุณี รอดลอย สุจินต์ หนูขวัญ ศิวิมล ติรณะรัต และ มาลี เอี่ยมทรัพย์ 2552. ชนิดและการจายพันธุ์ของพรรณไม้น้ำในภาคตะวันออกของประเทศไทย. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Boroomand, N. & Grouh, M.S.H. (2012). Macroelements nutrition (NPK) of medical plants: a review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(12), 2249 – 2255.

Chrysargyris, A., Panayiotou, C. & Tzortzakis, N. (2016). Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 83, 577-586.

Chrysargyris, A., Petropoulos, S.A., Fernandes, Â., Barros, L., Tzortzakis, N. & Ferreira, Isabel C.F.R. (2019). Effect of phosphorus application rate on *Mentha spicata* L. grown in deep flow technique (DFT). *Food Chemistry*, 276, 84-82.

Feller, I. C. (1995). Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). *Ecological monographs*, *65*(4), 477-505.

Hagimori, M., Matsumoto, T. & Obi, Y. (1982). Studies on the Production of *Digitalis* Cardenolides by Plant Tissue Culture III. Effects of Nutrients on Digitoxin Formation by Shoot-Forming Cultures of *Digitalis purpurea* L. Grown in Liquid Media, *Plant and Cell Physiology*, 23 (7), 1205-1211.

Laohavisuti, N., Ruangdej, U. & Wangwibulkit, M. (2014). Potentially of some aquatic plants as molluscicides against gastropod, *Radix rubiginosa* International Conference of Life Science and Biological Engineering 22-24 July 2014, Sapporo, Japan. 2125-2131.

Lim, Y. Y., & Murtijaya, J. (2007). Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *LWT-Food Science and Technology*, *40*(9), 1664-1669.

Lu, Y., Wassmann, R., Neue, H.U. & Huang, C. (1999). Impact of phosphorus supply on root exudation, aerenchyma formation and methane emission of rice plants. *Biogeochemistry*, 47, 203-218.

Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. & Matoba, T. (2004). A comparative study on the various in vitro assays of active oxygen scavenging activity in foods. *Food Science and Technology Research*, 67, 539-541.

Rocha, F. F., Almeida, C. S., Santos, R. T. D., Santana, S. A., Costa, E. A., Paula, J. R. D., & Vanderlinde, F. A. (2011). Anxiolytic-like and sedative effects of Hydrocotyle umbellata L., Araliaceae, extract in mice. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, *21*(1), 115-120.

Shirazi, O. U., Khattak, M. A. K., Shukri, N. A. M., & Nasyriq, M. N. (2014). Determination of total phenolic, flavonoid content and free radical scavenging activities of common herbs and spices. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *3*(3), 104-108.

Vador, N., Vador, B., & Hole, R. (2012). Simple spectrophotometric methods for standardizing ayurvedic formulation. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, *74* (2), 161-163.

Yu, M., Chen, Y., Zhu, Z., Liu, L., Zhang, L. & Guo, Q. (2016) Effect of phosphorus supply on plant productivity, photosynthetic efficiency and bioactive-component production in *Prunella vulgaris* L. under hydroponic condition. *Journal of Plant Nutrition*, 39 (12), 1672-1680.

ผลของสารสกัดหยาบจากผกากรอง *Lantana camera* L. ที่มีต่อด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* (L)

อภิสิทธิ์ หัดไทยทระ[1] ยุวดี สีนวนขำ[1]กาญจนา เกตุอ่อน[1] กีรติ ตันเรือน[2] กู้เกียรติ ก้อนแก้ว[2]
ภรภัทร สำอาง[3] วิษณุ ธงไชย[3] และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[1*]

The effect of Crude Extract of *Lantana camera* L. on *Sitophilus oryzae* (L)

Apisit Hatthaitara[1], Yuwadee Srinuankham[1], Kanchana Ket-on[1], Keerati Tanruean[2], Kukiet Konkaew[2], Pornpat Samang[3], WisanuThongchai[3]andPisit Poolprasert[1*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Biology Program, Faculty of Science and Technology, PibulsongkramRajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand
[2]Biotechnology Program, Faculty of Science and Technology, PibulsongkramRajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand
[3]Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, PibulsongkramRajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand
*Corresponding author. E-mail: poolprasert_p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วงงวงข้าวเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บหลักของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่พบได้ในเขตอบอุ่นและเขตร้อนรวมทั้งประเทศไทย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากผกากรองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลต่อด้วงงวงข้าวที่ความเข้มข้น 0 625 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร และอัตราการตายที่ 24 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดจากผกากรองที่สกัดด้วยเฮกเซน มีค่า LC_{50} ต่อด้วงงวงข้าว ที่ 24, 48 และ72 ชั่วโมง ภายหลังการทดสอบ เท่ากับ 105.920 57,298.30 และ 1,962.87 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่สารสกัดด้วยเอทานอลมีค่า LC_{50}เท่ากับ 30,360,515.27, 9.16×10^{33} และ 1,657.30 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ไม่พบการตายในชุดควบคุม ทั้งนี้ พบว่า อัตราการตายของด้วงงวงข้าวจากสารสกัดเฮกเซนในแต่ละความเข้มข้นโดยรวมมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารสกัดจากเอทานอล แต่จะเห็นได้ว่า สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้งสองชนิดให้ผลการตายของด้วงงวงข้าวที่ไม่แตกต่างกันในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดสอบ ($p \geq 0.05$)

คำสำคัญ: สารสกัด ผกากรอง อัตราการตาย ด้วงงวงข้าว

Abstract

The rice weevil, *Sitophilu soryzae* (L). is considered as a primary pest of stored grains of temperate and tropical zones including Thailand. In this current research, the insecticidal of hexane and ethanol crude extract from *Lantana camera* L. was evaluated on *S. oryzae*. The contact toxicity was tested with different concentrations of extracts (0, 625, 1,250, 2,500, 5,000 and 10,000 ml/L) and the insect mortality was observed at 24, 48 and 72 hr after exposure. It revealed that *L. Camera* hexane extract exhibited median lethal concentrations to kill 50% (LC_{50}) of the treated larvae in 24, 48 and 72 hr of 105,920.31, 57,298.30 and 1,962.87 mg/L. Meanwhile, *L. Camera* ethanol extract displayed LC_{50} of the treated adults in 24, 48 and 72 h of 30,360,0515.27, 9.16×10^{33} and 1,657.30mg/L, respectively. No mortality of the insects was observed in any of the controls. It was found that no significant difference in the mean total mortality of *S. Oryzae*between from the hexane and ethanolic extracts in all times of exposure was explored ($p \geq 0.05$).

Keywords: *Lantana camera* extract, Mortality, *Sitophilus oryzae*

บทนำ

ด้วงงวงข้าว หรือ มอดข้าวสาร *Sitophilusoryzae* L. เป็นแมลงปีกแข็งในวงศ์ Curculionidae อันดับ Coleoptera ที่พบและทำลายทั้งข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวมีสีน้ำตาลดำ ยาวประมาณ 2.0 – 3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่นา ตัวเมียวางไข่บนเมล็ดขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน ตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด ระยะตัวอ่อน 20-30 วัน จึงเขาดักแด้ นาน 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัย จะเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดเป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30-40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือน หรือมากกว่า (Bhuiy ah, et al., 1990; Souza. et al., 2012; Nwaubani, et al., 2014)

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในทวีปเอเชีย ก่อนการจำหน่าย บริโภคหรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆเมล็ดข้าวผ่านการเก็บเกี่ยว ขัดสีและขัดขาวถูกเก็บไว้ในโรงเก็บ ซึ่งพบว่ามีแมลงหลายชนิดเข้ามาทำลายเมล็ดข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วงงวงข้าว ซึ่งทำลายทั้งข้าวเปลือกและข้าวสารโดยที่ตัวเมียใช้ปากเจาะเข้าในเมล็ดข้าวเพื่อทำการวางไข่ หลังจากนั้นตัวอ่อนกัดกินและเจริญเติบโตภายในเมล็ดข้าวเมื่อโตเต็มที่สามารถเจาะเมล็ดข้าวออกมาเป็นตัวแก่ จึงส่งผลให้เมล็ดข้าวเป็นรูและข้างในเป็นโพรงใช้ประโยชน์ไม่ได้ (ศรนรินทร์ ทูนไธสง และประสันต์ ชุ่มใจหาญ ,2556) ในปัจจุบันการจัดการด้วงงวงข้าวในประเทศไทยสามารถทำได้หลายวิธีทั้งการใช้สารเคมี และการไม่ใช้สารเคมี การใช้สารเคมีหรือสารรมสามารถกำจัดแมลงได้ดีก็จริง แต่ในปัจจุบันสารรมที่ใช้ได้ผลและยอมรับให้ใช้ได้เหลืออยู่เพียงชนิดเดียวคือ ฟอสฟิน การพัฒนาเพื่อให้ได้สารชนิดใหม่มาทดแทนสารที่ต้องเลิกใช้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งการใช้สารเคมียังมีผลเสียต่อสุขภาพของผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมคนส่วนใหญ่จึงหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในการใช้สำหรับการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูทางการเกษตร พืชสมุนไพรในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิดปัจจุบันพืชสมุนไพรถูกนำมาใช้ทางด้านยารักษา ด้านสาธารณสุขแต่อีกส่วนหนึ่งก็เอาไว้สำหรับกำจัดแมลงศัตรูทั้งการเกษตรและสาธารณสุข เช่น สารสกัดจากสภาพแห้งของเมล็ดสะเดา(*Azadirachta* sp.) เมล็ดน้อยหน่า (*Annona* sp.) รากหนอนตายอยาก (*Stemona* sp.) และรากหางไหล (*Derris* sp.) สามารถกำจัดหนอนแมลงวันบ้าน และ ลูกน้ำยุง (คณิต ขอพลอยกลาง และ จารูยา ขอพลอยกลาง,2557) สารสกัดจากใบยูคาลิปตัสกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (ธีรศักดิ์ ชนิดนอก และคณะ,2557) และน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองควบคุมมอดข้าวเปลือก (ณัฐพงศ์ เมธินธรังสรรค,2561)

เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีที่มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของการใช้พืชในการป้องกัน หรือ กำจัดแมลงที่เป็นปัญหาทางการเกษตรให้มีมากยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำผกากรองซึ่งเป็นวัชพืชที่สารสำคัญได้แก่ Triterpenes ชื่อ Lantadene A และ B และนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในปัจจุบันทั้งกลุ่มของแมลงที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข (Dua, et al, 2010) และแมลงศัตรูทางการเกษตร (Rajashekar, et al., 2014) ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงนำมาเป็นสารทางเลือกหนึ่งในการควบคุมด้วงงวงข้าวที่เป็นปัญหาทางการเกษตรเพื่อที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไปได้ในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแมลง

ตัวอย่างแมลงที่ใช้ในครั้งนี้เป็นด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ที่ขอความอนุเคราะห์ตัวอย่างจากโรงสีข้าวในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก แล้วนำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ โดยใช้โหลพลาสติกพร้อมข้าวท่อนปริมาณ 1 กิโลกรัมเป็นอาหาร ใส่ด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัยประมาณ 300 ตัว และเลี้ยงภายใต้ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-2 เดือน เมื่อมีการขยายพันธุ์ของด้วงงวงข้าวมากพอ นำระยะตัวเต็มวัยสำหรับในการทดสอบต่อไป

การเก็บตัวอย่างพืชและการสกัด

พืชที่ใช้ศึกษา คือ ผกากรอง (*Lantana camera*) ซึ่งเก็บจากในพื้นที่ตำบลบ้านเนินประเสริฐ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยส่วนที่ใช้คือ ใบ และ ดอก ผสมกัน นำส่วนของพืชดังกล่าวมาทำความสะอาดและผึ่งให้แห้งจากนั้น

นำส่วนของผกากรองมาตัดหรือฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทำการห่อด้วยผ้าขาวบางแล้วใส่ในขวดโหล จากนั้นนำมาสกัด โดยใช้ตัวอย่างพืชต่อเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร; w/v) และแช่ไว้ 1 วัน ทำการเทสารที่ได้ออกมา หลังจากนั้นระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) จนได้สารสกัดหยาบเฮกเซนของผกากรอง และนำสารสกัดที่ได้ใส่ขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบต่อไป ทั้งนี้ทำการสกัดพืชตัวอย่างโดยการเติมเอทานอลในอัตราส่วน 1 : 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร; w/v) และแช่ไว้ 3 วัน หลังจากนั้นเทสารที่ได้นำไปประเหยด้วยเครื่องสุญญากาศแบบหมุนและนำสารสกัดหยาบเอทานอลจากผกากรองที่ได้ใส่ขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอการทดสอบต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดโดยวิธีการสัมผัสสาร

นำการดาษกรอง (Whatman® no.1) มาตัดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร วางลงในจานเพาะเชื้อ จากนั้นใช้พู่กันเขี่ยด้วงงวงข้าวตัวเต็มวัย ลงไป 10 ตัว ทำการเตรียมหยดสารสกัดที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลที่ความเข้มข้นที่ 625 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปิดฝาจานเพาะเชื้อและหยดสารเป็นตัวทำละลายแต่ละชนิดที่มีการเจือจาง 1-2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นชุดควบคุม (control) ทำการทดสอบความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ ๆละ 10 ตัว จากนั้นจดบันทึกจำนวนด้วงงวงข้าวที่ตายหลังจากสัมผัสที่ 24 48 และ 72 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการตาย LC_{50} (lethal Concentration fifty)

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ด้วย F-test และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการตายด้วย t-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังวิธี Duncan's Multiple Rung Test นอกจากนี้ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการตายจากวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันโดยวิธี t-test independent โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23.0 (IBM Crop., Armonk, Ny, US)

ผลการศึกษา

ผลการการศึกษาทางสัมผัสของสารสกัดผกากรองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวโดยวิธีการสัมผัสสารที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า ที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม / ลิตร ทั้งการทดสอบด้วยสารละลายเอกเซนและเอทานอล มีอัตรากาตายสูงที่สุดในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดสอบโดยพบว่า อัตราการตายที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม / ลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยตั้งแต่ 10.00-66.00 เปอร์เซ็นต์ในสารสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ในขณะที่ มีอัตราการตายเฉลี่ยตั้งแต่ 2.00-72.00 เปอร์เซ็นต์สำหรับสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ทั้งนี้ พบว่า อัตราการของด้วงงวงข้าวโพดหลังได้รับสารสกกัดจากผกากรองที่สกัดด้วยเฮกเซน ที่ความเข้มข้น 0 -1,250 มิลลิกรัม / ลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง ขณะที่ ความเข้มข้น 0 -10,000 มิลลิกรัม / ลิตร ในช่วงระยะเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง ก็ไม่พบความแตกต่างของอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดหลังได้รับสารสกกัดจากผกากรองที่สกัดเอทานอล (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการตายของด้วงงวงข้าว หลังจากได้รับสารสกัดจากผกากรองที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และเอทานอล ที่เวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's

สารสกัด	ความเข้มข้น (mg/L)	อัตราการตาย ($\bar{x}$ ± S.D)		
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
เฮกเซน	10,000	10.00 ± 10.00b	14.00 ±13.41ab	66.00 ± 11.40d
	5,000	6.00 ± 8.94ab	22.00 ± 17.88b	56.00 ± 5.47cd
	2,500	6.00 ± 5.47b	10.00 ±10.00ab	50.00 ± 7.07bc
	1,250	0.00 ±0.00a	0.00 ± 0.00a	46.00 ± 11.40bc
	625	0.00 ± 0.00a	2.00 ± 4.47a	42.00 ±14.83b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a
	LC_{50} (mg/L)	**105,920.31**	**57,298.30**	**1,962.87**
เอทานอล	10,000	2.00 ± 4.47a	8.00 ± 13.03a	72.00 ± 8.36c
	5,000	2.00 ± 4.47a	8.00 ± 13.03a	54.00 ± 5.47b
	2,500	0.00 ± 0.00a	4..00 ± 5.47a	52.00 ± 17.88b
	1,250	2.00 ± 4.47a	18.00 ± 24.89a	54.00 ± 11.40b
	625	0.00 ± 0.00a	2.00 ± 4.47a	38.00 ± 14.83b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a
	LC_{50} (mg/L)	**30,360,515.27**	**9.16 x 10^{33}**	**1,657.30**

Multiple Range Test (DMRT) : control คือ ชุดควบคุมที่เจือจางด้วยเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวด้วย t-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความเข้มข้นที่แตกต่างกันเป็นผลทำให้อัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในระยะเวลาภายหลังการทดลอง 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ($p < 0.5$) และมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 105,920.31 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 57,298.30 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 1,962.87 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากเอทานอล มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากทดสอบ 48 ชั่วโมง มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 18 เปอร์เซนต์ ภายหลังจากทดสอบ 72 ชั่วโมง มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 72 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวด้วย t-test พร้อมด้วย DMRT พบว่า ความเข้มข้นที่แตกต่างกันเป็นผลทำให้อัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในระยะเวลาภายหลังการทดลอง 24 48 และ 72 ชั่วโมง ($p < 0.05$) และค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 30,360,515.27 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 9.16 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 1,657.30 มิลลิกรัม/ลิตร (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี t-test independent ระหว่างอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่ได้จากวิธีการสกัดสารจากตัวทำละลายที่แตกต่างกันยังพบว่าสารสกัดท่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้งเฮกเซนและเอทานอล ให้ผลอัตราการตายของด้วงงวงข้าวที่ไม่แตกต่างกันในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดสอบ ($p \geq 0.05$) โดยการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง พบว่า มีค่าเฉลี่ยอัตราการตายโดยรวมของสารสกัดจากสารละลายเฮกเซนและสารละลายเอทานอลเป็น 3.67% และ 1.00% ตามลำดับ ที่ 48 ชั่วโมง พบว่า มีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของสารสกัดจากสารละลายเฮกเซนและเอทานอล เป็น 8.00% และ 6.33% ตามลำดับ และที่ 72 ชั่วโมง พบว่า มีค่าเฉลี่ยอัตราการตายโดยรวมของสารสกัดจากสารละลายเฮกเซนและเอทานอล เป็น 43.33% และ 45% ตามลำดับ โดยเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาที่ด้วงงวงข้าวสัมผัสสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายทั้งสองชนิดนานขึ้นอัตราการตายก็เพิ่มขึ้ตามไปด้วย (ตารางที่ 2)

Time (hours)	Solvent extraction	N	Mortality ($\bar{x}$ ± S.D.)	t	df	*p*-value

24	**Hexane**	30	3.67±6.69	1.987	40.575	0.054
	Ethanol	30	1.00±3.05			
48	**Hexane**	30	8.00±12.43	0.502	58	0.617
	Ethanol	30	6.33±12.26			
72	**Hexane**	30	43.33±22.94	-0.269	58	0.789
	Ethanol	30	45.00±25.02			

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการตายของด้วงงวงข้าวจากการทดสอบการสัมผัสสารสกัดที่สกัดด้วยเฮกเซนและเอทานอล ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ

อภิปรายผลการศึกษา

จะเห็นได้ว่าการใช้สารสกัดหยาบมาทดสอบการสัมผัสด้วงงวงข้าวมีแนวโน้มการตายที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป โดยในส่วนของสารสกัดหยาบจากเอทานอลจะให้ผลอัตราการตายที่สูงกว่าเฮกเซนเล็กน้อย เป็นไปได้ว่า สารสกัดหยาบเอทานอลได้สารสำคัญที่หลากหลายและมีความเป็นพิษกับมอดได้มากกว่าสารที่สกัดหยาบเฮกเซน ซึ่งเป็นไปตามหลักของความมีขั้วของตัวทำละลาย (solvent polarity) (Maliszewska, &Tegowska, 2018) ตั้งแต่ความไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อยไปจนถึงมีขั้วสูง เช่น เฮกเซนปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นสารไม่มีขั้ว มักสกัดได้กลุ่มของน้ำมัน (essential oil) ในคลอโรฟอร์ม เอทิลอะซีเตต จะมีขั้วปานกลาง ซึ่งสกัดได้สารในกลุ่มเสตียรอยด์และอัลคาลอยด์ น้ำเป็นตัวสกัดจะได้สารที่มีความเป็นขั้วสูง จึงมักได้ตะกอนโปรตีน และไกลแคน เป็นต้น (Gutmann, 1976) ทั้งนี้มีการรายงานถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยจากผกากรองในการควบคุมแมลงอยู่อย่างแพร่หลาย เช่น Dua, et al.(2010) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากผกากรองเพื่อฆ่า (knock down) ยุงลาย (*Aedesaegypti*) ยุงรำคาญ (*Culexquinquefasciatus*) และยุงก้นปล่อง (*An. Culicifacies, An. Fluviatilis, An. stephensi*) ตัวเต็มวัย โดยเปรียบเทียบผลกับสารเคมีสังเคราะห์ชนิด Deltametrin พบว่า มีประสิทธิภาพที่สูงเทียบเท่าสารเคมีสังเคราะห์ดังกล่าว มีค่า LC_{50}การสกัดด้วยเอทธิล ฟอร์เมท (Ethyl formate) เอทธิล อะซีเตท (Ethyl acetate) และ เมทานอล(Methanol) เท่ากับ 63.8 25.04 และ 128.08 ไมโครกลัม/ลิตร และเมื่อเลือกใช้เมทานอลสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วยการสัมผัส พบว่า มีค่า LC_{50} เท่ากับ 128 ไมโครกรัม/ลิตร (Rajashekar, et al., 2014)ทั้งนี้มีรายงานถึงองค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) ของผกากอง เช่น α-humelene, ciscaryophyllene, germacrene-D, bicyclogermacrene, aromadendrene, and β-curcumine. Other important component includes humulene oxide, sabinene, α-terpineol, caryophyllene oxide, zingeberene, α-pinene, geranyl acetateและβ-elemene(Zandi-Sohani, et al., 2012) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารสำคัญเหล่านี้มีผลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวได้ แม้กระนั้นก็ตาม จากการศึกษาในครั้งนี้ให้เพียงผลที่มีแนวโน้มการตายของด้วงงวงข้าวได้ทั้งสองสารสกัด อย่างไรก็ตาม มีข้อแนะนำว่าต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นเพื่อผลการออกฤทธิ์ของสารสกัดหยาบนี้สูงขึ้นตามไปด้วย หรือเปลี่ยนวิธีการสกัดและเพิ่มตัวทำละลายที่ใช้สกัดที่หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งหาสารสำคัญหลัก ๆ ที่มีอยู่ในผกากรองมาใช้แยกทดสอบเพื่อจะค้นหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมของการใช้สารต่อไปในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากผกากรองต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวด้วยตัวทำละลายทั้งสองชนิด คือ เฮกเซนและเอทานอล พบว่า มีฤทธิ์ในการนำมาใช้กำจัดด้วงงวงข้าวได้ในเบื้องต้น อย่างไรก็ตามสารสกัดดังกล่าวมีแนวโน้มที่สามารถใช้ควบคุมและป้องกันด้วงงวงข้าวรวมถึงแมลงศัตรูทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ได้หากมีการเพิ่มระดับความเข้มข้นในการทดสอบที่เหมาะสม อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับการควบคุมป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก สำหรับการเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณิต ขอพลอยกลาง และจารุยา ขอพลอยกลาง. (2557). ผลของสารสกัดจากสภาพแห้งของเมล็ดสะเดา (*Azadirachta* sp.) เมล็ดน้อยหน่า(*Annona* sp.) รากหนอนตายหยาก (*Stemona* sp.) และรากหางไหล (*Derris* sp.) ต่ออัตราการตายของหนอนแมลงวัน แมลงวัน ลูกน้ำยุง ยุง และเห็บโค *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 6(1),39-47.

ธีรศักดิ์ ชนิดนอก พีระยศ แข็งขัน และ ฤชุอร วรรณะ. 2557. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaladulesis* Deehnh) ต่อการป้องกันเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (*Phenacoccusmanihoti* Matile-Ferrero). แก่นเกษตร 42(1), 505-511.

ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค. (2561). ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองการควบคุมมอดข้าวเปลือก *Rhyzopertha do minica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 36(2),135-141.

ศรนรินทร์ ทูนไธสง และประสันต์ ชุ่มใจหาญ. (2556). การวิเคราะห์การเกิดด้วงงวงข้าว (มอด) ในข้าวด้วย NIRS.*การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6ประจำปี 2556*,.653-659

Bhuiyah, M.I.M., Islam, N., Begum, A. &Karim, M.A. (1990).Biology of the rice weevil, *Sitophilusoryzae* (Linnpus).*Bangladesh Journal of Zoology*, 18(1), 67-73.

Dua, V.K., Pandey, A.C., & Dash, A.P. (2010).Adulticidal activity of essential oil of Lantana camara leaves against mosquitoes. *Indian Journal of Medical Research*, 131, 434-439.

Gutmann, V. (1976).Solvent effects on the reactivities of organometallic compounds. *Coordination Chemistry Reviews*, 18 (2), 225.

Maliszewska J. &Tegowska E. (2018). Toxicity of Insecticide Carrier Solvent: Effect of Xylene on Hemolymph Biochemical Parameters in BlaberusgiganteusL.*Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 2385-2390.

Nwaubani, S.I., Opit, G.P., Otitodun, G.O. &Adesida, M.A. (2014). Efficacy of two Nigeriaderived diatomaceous earths against *Sitophilusoryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzoperthadominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat. *Journal of Stored Products Research*, 59, 9-16.

Rajashekar, Y. Ravindra, K. V. &Bakthavatsalam, N. (2014). Leaves of *Lantana camara* Linn. (Verbenaceae) as a potential insecticide for the management of three species of stored grain insect pests. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3494-3499.

Souza, A.R., Silva, T.M. & Santos, J.F.L. (2012).Seleção e desenvolvimento de Sitophilusoryzae (Linné, 1763) emtrêssubstratos.*Magistra*, 24, 160-163.

Zandi-Sohani, Z., Hojjati, M. &Carbonell-Barrachina, A.A. (2012).Bioactivity of *Lantana camara* L. essential oil against *Callosobruchusmaculatus* (Fabricius).*Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(4), 502-506.

ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดกระทกรก *Passiflora foetida* ต่อหนอนกระทู้ข้าวโพด *Spodoptera frugiperda*

วรรณนิศา แสงเงิน[1] กีรติ ตันเรือน[2] กู้เกียรติ ก้อนแก้ว[2] ทิวธวัฒ นาพิรุณ[2] วิษณุ ธงไชย[3]
มานิสา กองแก้ว[3] และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[1*]

Larvicidal Activity of *Passiflora foetida* Extract on Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Wannisa Saengngern[1], Keerati Tanruean[2], Kukiet Konkaew[2], Tiwtawat Napiroon[2], Wisanu Thongchai[3], Manisa Kongkaew [3]and Pisit Poolprasert[1*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
[2]Biotechnology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
[3]Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok65000, Thailand
*Corresponding author. E-mail: poolprasert_p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

กระทกรกมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยามากมาย อย่างไรก็ตามการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของกระทกรกต่ออัตราการตายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในกลุ่มของแมลงยังคงมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเป็นพิษของสารสกัดจากกระทกรกที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพด ทำการสกัดกระทกรกที่เก็บจากอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยตัวทำละลายจากเฮกเซนและเอทานอลด้วยอัตราส่วนของพืชตัวอย่างกับตัวทำละลาย 1 : 2 (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ใช้จำนวนตัวอย่างหนอนกระทู้ข้าวโพด 5 ตัวอย่างเพื่อการทดสอบอัตราการตายในแต่ละความเข้มข้นของแต่ละสารสกัด (500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร) เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง โดยในแต่ละความเข้มข้น วางแผนแบบสุ่มสมบูณ์ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ เมื่อตรวจสอบอัตราการตาย (LC_{50}) พบว่า ที่ 24 และ 48 ชั่วโมงหลังการทดสอบ สารสกัดจากกระทกรกที่สกัดด้วยเอทานอลให้ค่า LC_{50} เท่ากับ 748.066 และ165.587 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดจากเฮกเซนที่ 24 และ 48 (9,329.787, 3,911.022) ดังนั้นหากมีการนำไปใช้ในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงควรใช้สารสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นที่ LC_{50} เท่ากับ 165.587 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งนี้มีข้อแนะนำว่า ควรทดสอบความเป็นพิษของสารต่อพืชปลูกและควรทำการแยกสกัดหาสารเคมีที่บริสุทธิ์จากกระทกรกแล้วนำมาทดสอบอัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพดต่อไป

คำสำคัญ: สารสกัดกระทกรก หนอนกระทู้ข้าวโพด ฤทธิ์กำจัดหนอน

Abstract

Passiflora foetida is known to have pharmacological properties. However, its effect on the mortality rate of organisms including insects is rarely unknown. Therefore, the lethality effects of the different extract concentrations of *P. foetida* gathered from Srithep district, Phetchabun province on fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* was evaluated. Plant extractions were done using two organic solvents: n-hexane and ethanol with the ratio of 1: 2 (w/v %). *Spodoptera frugiperda* larvae (n = 5) were exposed to each organic solvent extract (500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 and 10,000 mg/L) for 24 and 48 hours. All trials were assigned as randomized complete block design, each trial conducted three times. Mortality data were analyzed using probit analysis at 95% significance level. The 50% lethal concentrations (LC_{50}) at 24 and 48 hours of ethanol extract were the lowest (748.066 and 165.587 mg/L), but too high to be applied effectively against *S. frugiperda* larvae. Therefore, the use of ethanolic leaf extract at

LC_{50} of 165.587 mg/L could be recommended as promised effective insecticide for controlling *S. frugiperda* in the area. Suggesting that the toxic effect of *P. foetida* on cultivated plants should be tested and further purification of *P. foetida* should be required to identify the active larvicidal compound(s).

Keywords: *Passiflora foetida* extract, *Spodoptera frugiperda*, Larvicidal activity

บทนำ

หนอนกระทู้ข้าวโพด (*Spodoptera frugiperda*) จัดอยู่ในวงศ์ Noctuidae อันดับ Lepidoptera ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน มีขนาด 3.2 – 4 เซนติเมตร ระยะหนอนมี 6 วัย ตัวหนอนส่วนบนของหัวมีแถบสีขาวเป็นรูปตัว Y หัวกลับ หลังและด้านข้างมีแถบสีขาว ตามยาวลำตัว ปล้องท้องก่อนปล้องสุดท้ายมีจุดสีดำ 4 จุดเรียงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ระยะหนอนวัยสุดท้ายจะทิ้งตัวลงดินเพื่อเข้าดักแด้จึงออกเป็นตัวเต็มวัย สามารถบินได้ระยะทางเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อคืน ขยายพันธุ์ได้หลายรุ่นต่อปี พบในทวีปแอฟริกาที่ปลูกข้าวโพดเป็นหลัก (Pitre & Hogg, 1983; Goergen, et al., 2019) และลักษณะการเข้าทำลายพืชโดยกัดกินยอดและใบแหว่งหรือกัดกินทั้งแผ่นใบ พบตัวหนอนหลบซ่อนแสงที่ยอดหรือโคนกาบใบ สามารถทำลายผลผลิต สร้างความเสียหายมากประมาณ 21–53% ในแต่ละฤดูการผลิต ในระยะต้นอ่อนทำให้พืชตาย ส่วนระยะต้นแก่พืชจะไม่เจริญเติบโต ฝักลีบเล็กไม่สมบูรณ์ (นงลักษ์ ปั้นลาย, 2562; Barros, et al., 2010) ข้าวโพดเป็นพืชอาหารหลัก แต่ยังมีพืชอาหารอื่นกว่า 100 ชนิด พืชมีความเสี่ยงถูกหนอนกระทู้ข้าวโพดเข้าทำลายตั้งแต่ระยะต้นอ่อนจนถึงระยะให้ผลผลิต เช่น ข้าว อ้อย ข้าวฟ่าง พืชตระกูลถั่ว มะเขือเทศ มันฝรั่ง ยาสูบ ฝ้าย ทานตะวัน กล้วย กระเทียม ขิง มันเทศ พริก พืชตระกูลแตง และพืชตระกูลกะหล่ำ (Pogue, et al., 2010; Montezano, et al., 2018) ทั้งนี้เกษตรกรมักเลือกใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการควบคุมปริมาณของหนอนชนิดนี้ เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ แต่การใช้สารเคมีดังกล่าวที่มากเกินความจำเป็น นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ทำให้เกิดการตกค้างของสารพิษทั้งในดินและผลผลิตที่ได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาในกลุ่มที่ใช้สารเคมีสำหรับการฉีดพ่นอีกด้วย การเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาแมลงในกระบวนการผลิต อาจกระทำได้หลายวิธีการ เช่น การใช้กับดักแมลงเพื่อการประเมินและการลดประชากรแมลง รวมทั้งการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อการใช้เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนสารเคมี

กระทกรก (*Passiflora foetida*) จัดเป็นสมุนไพรประเภทไม้เถาอยู่ในวงศ์ Passifloraceae อันดับ Malpighiales ส่วนของใบเปลี่ยนไปเป็นหนวด ใช้สำหรับพันยึดเกาะวัตถุเพื่อพยุงลำต้นหาแสง ใบเดี่ยวรูปรีปลายแยกเป็นสามแฉก ปลายใบแหลมโคนมน ผิวใบมีขนขนาดเล็กสีขาว ที่ขนมีน้ำยางเหนียว ดอกออกเดี่ยวที่ซอกใบ ดอกสีขาวแซมม่วง เกสรตัวผู้ขนาดใหญ่ 5 อัน เกสรตัวเมียขนาดใหญ่ 3 อัน ผลกลม มีก้านประดับเป็นเส้นขนแขนงรอบผล ผลสุกสีเหลือง เมล็ดสีดำ มีวุ้นเมือกห่อหุ้มรับประทานได้ รสเปรี้ยวอมหวาน (Patil, et al., 2013) การใช้ประโยชน์จากกระทกรกทั้งต้นช่วยเป็นยาบำรุงหัวใจ แก้โรคเหน็บชา ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ บรรเทาอาการไอและอาการบวมโดยไม่ทราบสาเหตุ (Asadujjaman, et al., 2014; Melo Filho, et al., 2018; Simao, et al., 2018) สำหรับฤทธิ์ต่อสิ่งมีชีวิตบางกลุ่ม มีเพียงการรายงานเท่านั้น เช่น การศึกษาอัตราการตายและการอยู่รอดของไรน้ำเค็มชนิด *Arthemia salina* (Juzavil, et al., 2015) และยุงลายบ้านชนิด *Aedes aegypti* (Hastutiek, et al., 2017) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากกระทกรกต่อแมลงมีการรายงานอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีการสนใจที่จะค้นหาความเป็นพิษของสารสกัดจากกระทกรกในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพด โดยผลของการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ของใช้สารสกัดจากพืชในการเป็นทางเลือกหนึ่งของการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบกับช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ทำให้ไม่มีการตกค้างของสารเคมีสังเคราะห์ในพื้นที่ และเป็นผลทำเกิดความสมดุลของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเก็บตัวอย่างพืชและการเตรียมสกัดสาร

พืชที่ใช้ศึกษา คือ กระทกรก (*Passiflora foetida*) ซึ่งทำการเก็บในเขตพื้นที่หมู่บ้านนาสนุ่น ตำบลนาสนุ่น อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะตัวอย่างที่เก็บเป็นกระทกรกที่เจริญเติบโตเท่า ๆ กัน (ระยะเฉลี่ยประมาณ 6 เดือน) นำทุกส่วนของพืชดังกล่าวมาทำความสะอาดและผึ่งให้แห้งเพื่อจากนั้นนำกระทกรกมาสับหรือฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทำการห่อด้วยผ้าขาวบางแล้วใส่ในขวดโหล จากนั้นนำมาสกัด โดยใช้ตัวอย่างพืชต่อเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 2 (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร) และแช่ไว้ 1 วัน ทำการเทสารที่ได้ออก ระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) จนได้สารเป็นลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semicrude) และนำสารสกัดที่ได้ใส่ขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบต่อไป ในทำนองเดียวกันทำการสกัดพืชตัวอย่างต่อด้วยการเติมเอทานอลในอัตราส่วน 1 : 2 (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร) และแช่ไว้ 3 วัน หลังจากนั้นเทสารที่ได้นำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนและนำสารสกัดหรือสารสกัดที่ได้ใส่ขวดสีชาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบต่อไปทดสอบต่อไป

การเตรียมตัวอย่างหนอนกระทู้ข้าวโพด

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้ คือ หนอนกระทู้ข้าวโพด (*Spodoptera frugiperda*) ซึ่งเก็บตัวอย่างหนอนดังกล่าวจากไร่ข้าวโพดในเขตพื้นที่ตำบลบ้านนาสนุ่น ตำบลนาสนุ่น อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคัดเลือกตัวหนอนระยะ 3-6 (ขนาดลำตัวยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร) ใส่กล่องพลาสติกที่เจาะรูอากาศ เลี้ยงด้วยใบคะน้า ซึ่งเป็นพืชอาหารชองหนอนชนิดนี่เช่นกันและง่ายต่อการทดสอบแบบการจุ่มใบพืชเพื่อทดสอบสาร (leaf dipping) และทำการปรับสภาพในห้องปฏิบัติเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อรอการทดสอบต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกระทกรก

ทำการทดสอบด้วยวิธีจุ่มใบพืช (leaf dipping method) โดยนำใบคะน้ามาตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 4 เซนติเมตร x 4 เซนติเมตร จุ่มใบพืชในสารสกัดจากกระทกรกที่ความเข้มข้น 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ของทั้งสองสารสกัด รวมทั้งจุ่มใบในน้ำเปล่าที่เจือจางด้วยเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นชุดควบคุม (control group) และผึ่งไว้นาน 1 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยวางใบพืชที่จุ่มสารลงในจานเพาะเชื้อ (petri dish) ทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ๆ 5 ตัว บันทึกจำนวนการตายของหนอนหลังการทดสอบแล้วที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลอัตราการตาย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาทำการคำนวณหาค่า LC_{50} (Median Lethal Concentration) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลทำให้หนอนตายร้อยละ 50 โดยใช้ Probit analysis นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาสมการเชิงเส้นตรง (Linear Regression) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (X) และอัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพด (Y) ทั้งยังทำการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA: F-test) ของอัตราการตายที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการตายด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (SPSS version 23.0; IBM Crop., Armonk, NY, US)

ผลการวิจัย

ผลการทดลองประสิทธิภาพของสารสกัดกระทกรกโดยวิธีการจุ่มใบพืช ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ควบคุม) 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร และตรวจสอบผลหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากเฮกเซน มีอัตราการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ข้าวโพด เท่ากับ 0.00, 33.33, 36.67, 43.33, 56.67, 50.00 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง อัตราการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ข้าวโพด เท่ากับ 0.00, 63.33, 76.67, 83.33, 80.00, 93.33 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 Mortality rate of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* exposed to hexane and ethanolic leaf extracts of *Passiflora foetida* for 24 and 48 hours. Mean with the same letter were not significantly different

Extract	Concentration (mg/L)	Mortality rate ($\bar{x}$ ± S.D)	
		24 hrs	48 hrs
Hexane	10,000	60.00 ± 10.00d	93.33 ± 11.55c
	8,000	50.00 ± 10.00bcd	93.33 ± 11.55c
	4,000	56.67 ± 20.82cd	80.00 ± 20.00bc
	2,000	43.33 ± 5.77bcd	83.33 ± 15.27bc
	1,000	36.67 ± 15.27bc	76.67 ± 5.77bc
	500	33.33 ± 5.77b	63.33 ± 5.77b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a
Ethanol	10,000	56.67 ± 5.77d	86.67 ± 11.55c
	8,000	46.67 ± 15.27cd	63.33 ± 15.27b
	4,000	30.00 ± 17.32bc	60.00 ± 20.00b
	2,000	40.00 ± 0.00cd	63.33 ± 15.27b
	1,000	33.33 ± 5.77bc	53.33 ± 5.77b
	500	20.00 ± 0.00b	46.67 ± 5.77b
	Control	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00a

ตารางที่ 2 Components of the probit analysis and LC_{50} value for the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* exposed to hexane and ethanolic leaf extracts of *Passiflora foetida*

Extract	Time after treatment	Slope (±SE)	LC_{50}(mg/L)	Significance	
				F	*p* value
Hexane	24	18.275±0.004(±4.19)	9,329.787	12.019	0.000*
	48	35.32±0.005(±5.95)	3,911.022	13.927	0.000*
Ethanol	24	26.326±0.004(±4.68)	748.066	9.167	0.000*
	48	50.673±0.005(±7.07)	165.587	23.011	0.000*

* = significant ($p < 0.05$), ns = not significant ($p > 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ข้าวโพดด้วย t-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นที่แตกต่าง ๆ (ชุดควบคุม) มีผลอัตราการตายแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะเวลาหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ($p < 0.05$) โดยที่ 48 ชั่วโมง จะเห็นชุดควบคุมที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีความแตกต่างจากชุดการทดลองกลุ่มอื่น โดยมีอัตราการตายสูงสุด เท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้มีค่า LC_{50} และสมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ข้าวโพด (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบกระทกรก (X) ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 9,329 (Y = 18.275±0.004X) และ 3,911.022 (Y = 35.32±0.005) ในขณะที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากเอทานอล มีอัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพด เท่ากับ 0.00, 20.00, 33.33, 40.00, 30.00, 46.67 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง อัตราการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ข้าวโพด เท่ากับ 0.00, 46.67, 53.33, 63.33, 60.00, 63.33 และ 86.67 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ข้าวโพดด้วย t-test พร้อมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลภายหลังด้วยวิธี DMRT ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นที่ต่าง ๆ (ชุดทดลอง) เป็นผลทำให้อัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ทั้งในระยะเวลาหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ($p < 0.05$) เช่นกัน แต่เมื่อเทียบความแตกต่างกันในชุด

ทดลอง ที่เวลา 48 ชั่วโมง กลับพบว่า ผลอัตราการตายในแต่ละความเข้มข้น (500-8,000 มิลลิกรัม/ลิตร) ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้มี ค่า LC_{50} และความสัมพันธ์เชิงเส้น (Regression; X-Y) เท่ากับ 748.066 (Y=26.326±0.004X) และ 165.587 (Y=50.673±0.005X) ตามลำดับ (Tables 1 and 2)

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดลองสารสกัดกระทกรกที่สกัดด้วยตัวทำลายเฮกเซนและเอทานอลต่อการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพด พบว่า ที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีศักยภาพของสารสกัดหยาบจากกระทกรกที่สกัดด้วยเฮกเซนต่อการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดได้ถึง 60.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง (LC_{50} = 9,329.787 มิลลิกรัม/ลิตร) และมีค่าอัตราการตายจากสารสกัดจากเอทานอล ที่ 24 ชั่วโมง หลังการทดสอบ มีค่าอัตราการตายเท่ากับ 56.67 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50} = 748.066) ผลจากการศึกษาในครั้งนี้มีความแตกต่างจากการศึกษาของ Hastutiek, et al. (2017) ที่มีการรายงานถึงค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง กับการทดสอบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายด้วยสารสกัดจากเฮกเซน เท่ากับ 440 มิลลิกรัม/ลิตร และสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอล ค่า LC_{50} เท่ากับ 3,076 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นไปได้ว่า ปริมาณและวิธีในการรับปริมาณสกัดสารแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามผลของการทดสอบด้วยสารสกัดจากเอทานอล กลับพบว่ามีอัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพดมากกว่าผลของสารสกัดด้วยเฮกเซน และเมื่อใช้ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะการได้รับสารสำคัญ (Chemical compositions) ที่แตกต่างกันออกไป ตามหลักของการสกัดสารที่มีขั้วของตัวทำละลาย (solvent polarity) (Maliszewska & Tegowska, 2018) ทั้งนี้มีรายงานว่าใบกระทกรกมีสารประกอบไซยาโนจินิก ไกลโคไซด์ (cyanogenic glycoside) ซึ่งในการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดกระทกรกต่อการทำงานของระบบประสาทในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น หนู อีกทั้งยังเป็นสารชีวภัณฑ์สำหรับกำจัดแมลง (bioinsecticide) เช่น ยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* โดยสารพิษดังกล่าวจะเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารผ่านช่องปาก และทำให้แมลงตายในที่สุด (Soparat, 2010; Hastutiek, et al., 2017) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพียงเบื้องต้น ควรทดสอบความเป็นพิษของสารต่อพืชปลูกและควรทำการแยกสกัดหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหรือสารบริสุทธิ์จากกระทกรกแล้วนำมาทดสอบอัตราการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพดต่อไป

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาถึงศักยภาพการเป็นสารควบคุมและป้องกันกำจัดหนอนนกระทู้ข้าวโพดภายใต้ห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นประกอบกับระยะเวลาที่ให้หนอนนกระทู้ข้าวโพดได้รับกินใบพืชที่จุ่มสารนานขึ้น เป็นผลทำให้มีอัตราการตายที่สูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีแนวโน้มของการนำสารสกัดจากกระทกรกนี้ไปใช้ในสภาพพื้นที่ต่อไป ซึ่งการทดลองนี้ถือเป็นการทดสอบเบื้องต้นและถือเป็นรายงานครั้งแรกของการประยุกต์ใช้กับหนอนกระทู้ข้าวโพด อย่างไรก็ตาม หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ต่อ จำเป็นที่จะต้องศึกษาโดยละเอียดถึงเรื่ององค์ประกอบทางเคมี (Chemical profiles) ด้วยโครมาโทกราฟี (Chromatographic techniques) และเลือกใช้สารสำคัญหลัก ๆ ต่อการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพด ตลอดจนรูปแบบหรือวิธีการสกัด เช่น วิธีการสกัดด้วยวีซอกห์เลต (Soxhlet extraction) และอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นงลักษ์ ปั้นลาย. (2562). **การป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.doa.go.th/sc/lopburi/?p=502 [9 มิถุนายน 2562]

Asadujjaman, Md., Mishuk, A.U., Hossain, Md. A., Karmakar, U.K. (2014). Medicinal potential of *Passiflora foetida* L. plant extracts: biological and pharmacological activities, *Journal of Integrative Medicine*, 12(2), 121-126.

Barros, E., Torres, J.B., Ruberson, J.R., Oliveira, M.D. (2010). Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 137, 237-245.

Goergen, G, Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A., Tamo M. (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. *PLoS ONE*, 11(10), 1-9.

Hastutiek, P., Sunarso, A., Prasetyo, R.H. 2017. **Permot (***Passiflora foetida* Linn.) leaf extracts as bioinsecticide against *Aedes aefypti* larvae Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 48(6), 1169-1173.

Juzavil, J., Eddie, M., Olga, N., Mylene, U. (2015). Effect of Phyllanthus niruri and Passiflora foetida Extracts on the Mortality and Survival rate of the Brine Shrimp Artemia salina. *Research Journal of Recent Sciences*. 4(2), 61-67.

Maliszewska J., Tegowska E. (2018). Toxicity of Insecticide Carrier Solvent: Effect of Xylene on Hemolymph Biochemical Parameters in *Blaberus giganteus* L. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 2385-2390.

Melo Filho, A.A., Kamezaki, Â.K., Estevam Ribeiro, P.R., Goncalves Reis De Melo, A.C., Montero Fernandez, I., Carvalho Dos Santos R., Chagas, E.A., Chagasg, P.C. (2018), Chemical composition, antioxidant and biological activity of leaves *Passiflora foetida*, *Chemical Engineering Transactions*, 64, 241-246.

Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gómez, D.R., Roque-Specht, V.F., Sousa-Silva, J.C., Paula-Moraes, S.V., Peterson, J.A., Hunt, T.E. (2018). Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African entomology*, *26*, 286-300.

Patil, A.S., Paikrao, H.M., Patil, S.R. (2013). *Passiflora foetida* Linn: A complete morphological and phytopharmacological review. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(1), 285-296.

Pitre, H.N., Hogg, D.B. (1983). Development of the fall armyworm on cotton, soybean and corn. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 18, 187-194.

Pogue M. A world revision of the genus Spodoptera Guene´e (Lepidoptera: Noctuidae). Mem Am Ent Soc. 2002; 43:1-202.Augusto, C., Juarez, M.L., Socias, M.G., Murua, M.G., Prieto, S., Medina, S., et al., 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, vol. 69, 3-4, 209-223.

Simao, J., Barboza, T.J.S., Vianna, M.G., Garcia, R., Mansur, E., Ignacio, A.C.P.R., Pacheo, G. (2018). A comparative study of phytoconstituents and antibacterial activity of in vitro derived materials of four *Passiflora* species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(3), 2805-2813.

กองการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

conference.nu.ac.th/nrc15/ nrc@nu.ac.th 0 5596 8641 0 5596 8715 ORI Naresuan University @vzp7228m