



วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-เมษายน 2563 Vol. 14 No. 1 January-April 2020 ISSN 2286-6175/ E-ISSN 2651-1738





วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-เมษายน 2563 Vol. 14 No.1 January-April 2020 ISSN 2286-6175/ E-ISSN 2651-1738

ความเป็นมา

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ISSN 2286-6175 เริ่มจัดพิมพ์ในปี พ.ศ. 2550 เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ จนถึงปี พ.ศ. 2559 ได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มการออกเผยแพร่วารสารเป็นปีละ 3 ฉบับ (ราย 4 เดือน) และในปีที่ 11 ฉบับที่ 3 (กันยายน-ธันวาคม 2560) ได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตวารสารจากตัวเล่มหนังสือเป็นการผลิตแบบ CD และในปีที่ 12 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน 2561) ได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตอีกครั้งหนึ่ง โดยการผลิตเป็น Flash Drive ส่งมอบให้สมาชิก หากไม่ได้สมัครสมาชิก สามารถสืบค้นเพื่ออ้างอิงหรืออ่านบทความได้ที่ <https://heritage.eau.ac.th/> หรือสืบค้นได้จากฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index Center:TCI)

ปัจจุบันวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) โดยได้รับการรับรองคุณภาพจัดให้เป็นวารสารกลุ่มที่ 2 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2567 รวมทั้งยังเป็นวารสารไทยที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสู่ฐานข้อมูล ASEAN Citation Index (ACI) อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่บทความวิจัย (Research Paper) และบทความวิชาการ (Academic Paper) ที่มีคุณภาพของอาจารย์ประจำ บุคคลภายนอก ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิ ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ วิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ การบิน สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้อง

2. เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการแก่สังคม โดยสนับสนุนให้อาจารย์ประจำ และบุคคลภายนอกนำเสนอผลงานวิชาการในสาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ การบิน สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้อง

นโยบายการรับบทความ

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความยินดีรับตีพิมพ์บทความสาขาวิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ การบิน สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้อง เป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ดังนี้

1. ผลงานวิชาการที่ส่งมาขอตีพิมพ์ ต้องไม่เคยเผยแพร่ในสิ่งพิมพ์อื่นใดมาก่อน และต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น

2. การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง กองบรรณาธิการฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการรับหรือปฏิเสธบทความเข้าสู่กระบวนการประเมินคุณภาพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาก่อนกรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 2 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิต้องมีความเชี่ยวชาญตรงตามสาขาของบทความ และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ เป็นการประเมิน Double Blind Review ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อและสังกัดของกันและกัน

3. ข้อความที่ปรากฏภายในบทความแต่ละเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารเล่มนี้ เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนแต่ละท่านไม่เกี่ยวข้องกับกองบรรณาธิการ และคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยแต่อย่างใด ความรับผิดชอบด้านเนื้อหา รูปภาพและการตรวจร่างบทความแต่ละเรื่องเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้เขียนจะต้องรับผิดชอบบทความของตนเอง

4. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสาร

5. ผู้ประสงค์จะส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ สามารถส่งบทความออนไลน์ได้ที่ <https://heritage.eau.ac.th/> หรือ <https://www.tci-thaijo.org/>

หากต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม สามารถติดต่อกองบรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย อาคาร ชวน ชวนิชย์ ชั้น 4 ห้อง C423 เลขที่ 200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1028 ต่อ 377, 378 อีเมล eau_heritage@eau.ac.th

ผู้สนใจส่งบทความกรุณาอ่านรายละเอียดการส่งบทความ ซึ่งระบุไว้ใน website <https://heritage.eau.ac.th/> และ <https://www.tci-thaijo.org/>

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กำหนดการเผยแพร่

กำหนดออกเผยแพร่ราย 4 เดือน ปีละ 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1: มกราคม-เมษายน (กำหนดออก เมษายน)

ฉบับที่ 2: พฤษภาคม-สิงหาคม (กำหนดออก สิงหาคม)

ฉบับที่ 3: กันยายน-ธันวาคม (กำหนดออก ธันวาคม)

การจัดพิมพ์

ผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Flash Drive) และเผยแพร่ฉบับ Online ที่ website <https://heritage.eau.ac.th/> และ <https://www.tci-thaijo.org/>

แหล่งผลิต

ศูนย์ผลิตเอกสารทางวิชาการ และกองบรรณาธิการวารสารฯ

ที่ปรึกษา	อาจารย์โชติรัส ชวนิชย์	อธิการบดี
	อาจารย์สุภกัญญา ชวนิชย์	รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุษยมาส สิ้นธุประมา	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
คณะที่ปรึกษากองบรรณาธิการ (Editorial Advisory Board)	ศาสตราจารย์ จงจิตร หิรัญลาภ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ศาสตราจารย์พิเศษ ประสิทธิ์ โฆะวิไลกุล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	รองศาสตราจารย์ ครรชิต มาลัยวงศ์	ราชบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
	รองศาสตราจารย์ บุญมี เณรยอด	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	รองศาสตราจารย์ สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี	มหาวิทยาลัยมหิดล
	รองศาสตราจารย์ เฟลินทิพย์ โกเมศโสภา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประธานกรรมการ บรรณาธิการ กองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุษยมาส สิ้นธุประมา	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรพจน์ เวศพันธุ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกรียงศักดิ์ เตมีย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
	รองศาสตราจารย์ วันเพ็ญ แก้วปาน	มหาวิทยาลัยมหิดล
	รองศาสตราจารย์ นุจรี ไชยมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รุ่งตะวัน สุภาพผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ศาสตราจารย์ อรษา สุตเธียรกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ บุญใจ ศรีสถิตนรากร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ วิเชียร ชูติมาสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
	เรืออากาศโท สุจิต ห่วงสุวรรณ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
	Mr. Oriville Leonard Trudo	Eastern Asia University
	Dr. Wayne N. Phillips	Mahidol University

ผู้ช่วยบรรณาธิการ
ออกแบบปก/จัดรูปเล่ม
พิสูจน์อักษรประจำฉบับ

นางสาวนริศรา ทุมมณี
อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก
นางสาวนริศรา ทุมมณี
นางสาวนริศรา ทุมมณี
นางสาวเสาวลักษณ์ ชัยสิทธิ์

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย



จรรยาบรรณการตีพิมพ์ บทบาทและหน้าที่ของผู้นิพนธ์

1. ผู้นิพนธ์ต้องรับรองว่าผลงานที่ส่งมานั้นเป็นผลงานใหม่ และไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน
2. ผู้นิพนธ์ต้องรายงานข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย ไม่บิดเบือนข้อมูล หรือให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ
3. ผู้นิพนธ์ต้องอ้างอิงผลงานของผู้อื่น หากมีการนำผลงานเหล่านั้นมาใช้ในผลงานตัวเอง รวมทั้งจัดทำรายการอ้างอิงท้ายบทความให้ครบถ้วน
4. ผู้นิพนธ์ต้องเขียนบทความวิจัยให้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ใน Template ของวารสาร
5. ผู้นิพนธ์ที่มีรายชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัยจริง

บทบาทและหน้าที่ของบรรณาธิการวารสาร

1. บรรณาธิการวารสารมีหน้าที่พิจารณาคุณภาพของบทความ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่ตนรับผิดชอบ
2. บรรณาธิการต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้นิพนธ์และผู้ประเมินบทความ แก่บุคคลใดๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ
3. บรรณาธิการต้องตัดสินใจคัดเลือกบทความมาตีพิมพ์หลังจากผ่านกระบวนการประเมินบทความแล้ว โดยพิจารณาจากความสำคัญ ความใหม่ ความชัดเจน และความสอดคล้องของเนื้อหา กับนโยบายของวารสารเป็นสำคัญ
4. บรรณาธิการต้องไม่ตีพิมพ์บทความที่เคยตีพิมพ์ที่อื่นมาแล้ว
5. บรรณาธิการต้องไม่ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ เพราะความสงสัยหรือไม่แน่ใจ โดยต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์ข้อสงสัยนั้น ๆ ก่อน
6. บรรณาธิการต้องไม่มีประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ ผู้ประเมิน และทีมบริหาร
7. บรรณาธิการต้องมีการตรวจสอบบทความในด้านการคัดลอกผลงานผู้อื่น (Plagiarism) อย่างจริงจัง โดยใช้โปรแกรมที่เชื่อถือได้ เพื่อให้แน่ใจว่าบทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารไม่มีการคัดลอกผลงานของผู้อื่น
8. หากตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่นในกระบวนการประเมินบทความ บรรณาธิการต้องหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้นิพนธ์หลักทันทีเพื่อขอคำชี้แจงประกอบการ “ตอบรับ” หรือ “ปฏิเสธ” การตีพิมพ์บทความนั้น ๆ

จรรยาบรรณการตีพิมพ์ (Publication Ethics)

บทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ

1. ผู้ประเมินบทความต้องรักษาความลับและไม่เปิดเผยข้อมูลบางส่วนหรือทุกส่วนของบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาแก่บุคคลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง ในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ
2. หลังจากได้รับบทความจากกองบรรณาธิการวารสารฯ ผู้ประเมินบทความตระหนักว่าตัวเองอาจมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ เช่น เป็นผู้ร่วมโครงการ หรือรู้จักผู้นิพนธ์เป็นการส่วนตัว หรือเหตุผลอื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอิสระได้ ผู้ประเมินบทความควรแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบ และปฏิเสธการประเมินบทความนั้น ๆ
3. ผู้ประเมินบทความ ควรประเมินบทความในสาขาวิชาที่ตนมีความเชี่ยวชาญ โดยพิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในบทความที่จะมีต่อสาขาวิชานั้น ๆ คุณภาพของการวิเคราะห์และความเข้มข้นของผลงาน ไม่ควรใช้ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีข้อมูลรองรับมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินบทความวิจัย
4. ผู้ประเมินต้องระบุผลงานวิจัยที่สำคัญ ๆ และสอดคล้องกับบทความที่กำลังประเมิน แต่ผู้นิพนธ์ไม่ได้อ้างถึง เข้าไปในการประเมินบทความด้วย นอกจากนี้ หากมีส่วนใดของบทความที่มีความเหมือน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานชิ้นอื่น ๆ ผู้ประเมินต้องชี้แจงให้บรรณาธิการทราบด้วย



ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษดี ศิริแสงตระกูล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฐิมาพร เพชรแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมพล สกุลหลง
รองศาสตราจารย์วิฑาดา เจษฎารัตนชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณวิไล อินทนู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุวดี ชูประภาวรรณ
อาจารย์น้ำเงิน จันทรมณี
อาจารย์พริญา อังอุตรภักดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งระวี นาวิเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนิษฐา พิศลลาด
อาจารย์สุพรรณ ยอดยิ่งยง
รองศาสตราจารย์วาทิต ภัคดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกเมศ อัมพวัน
อาจารย์เดือนเพ็ญ กขกรจารุพงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภิญโญ แท้ประสาทสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนมขวัญ ริยะมงคล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญเมือง แก้วดำเกิง
อาจารย์อมวาลี อัมพันศิริรัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิรพล เวทีกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนิสา ริมเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อชิดา จารุโชติมงคล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกกร บุญเย็น
ศาสตราจารย์ชนิษฐา พุดหอม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ แวนรัมย์
รองศาสตราจารย์สมเดช พินิจสุนทร
รองศาสตราจารย์สิริพันธ์ ณรงค์ชัย
รองศาสตราจารย์สมชาย สวัสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร นิมกุลรัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กระวี ตรีอำนาจ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏวิภา เจียรนะโนวชิระ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริวัฒน์ สาครวาสี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยนเรศวร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยนเรศวร
มหาวิทยาลัยมหิดล
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี เชียงใหม่
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรรรัตน์ วัฒนมงคล
อาจารย์ภาสกร อังกุลานนท์
อาจารย์ประเสริฐ เอ่งฉ้วน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาดา ไชยสวัสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จงดี้ ไต่ยม
รองศาสตราจารย์อำไพศักดิ์ ทิบุญมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล
รองศาสตราจารย์เศรษฐ์ สัมภิตตะกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธภัทร ศิลาเลิศรักษา

มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



บทบรรณาธิการ

ขณะนี้ประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทยกำลังเผชิญผลกระทบอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ระบาดหนักครั้งใหญ่ของไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นความท้าทายของเหล่าผู้นำประเทศ ผู้นำองค์กรทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ที่ต้องนำพาประเทศและองค์กรให้ผ่านวิกฤตครั้งนี้ไปได้ ซึ่งเวลานี้ทุกคนต้องมีสติ ควรสนใจเฉพาะความจริง ต้องให้ความร่วมมือกับทางภาครัฐในการป้องกันตัวเองจากเชื้อไวรัส ควรคาดการณ์และวางแผนทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการทำงาน เพื่อเดินหน้าต่อไปให้ได้ในสถานการณ์ที่ท้าทายเช่นนี้ วารสาร EAU Heritage ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวารสารวิชาการระดับมาตรฐานที่จะเป็นสื่อกลางในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เกิดจากการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์เพื่อเป็นฐานความรู้สำหรับการนำความรู้จากงานวิจัยไปช่วยแก้ปัญหาให้กับประเทศรวมถึงการสร้างนวัตกรรมในการขับเคลื่อนประเทศด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งในเล่มนี้ได้เสนององค์ความรู้ใหม่ ๆ หลากหลายมิติที่จะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่ประเทศกำลังเผชิญอยู่ให้สามารถผ่านพ้นความยากลำบากท่ามกลางกระแสโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมั่นคงต่อไป

ปัจจุบันวารสาร EAU Heritage ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 2 และฐานข้อมูล ASEAN Citation Index (ACI) ซึ่งบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่จะต้องได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างเข้มข้นตามมาตรฐานของวารสารชั้นนำและได้มีการเผยแพร่บทความในรูปแบบ online เนื่องจากง่ายต่อการค้นหา จัดเก็บและประหยัดต้นทุนในการผลิต และได้ทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งเล่มในรูปแบบ Flash Drive เพื่อแจกจ่ายให้แก่สมาชิก สำหรับการเข้าถึงข้อมูลของบุคคลทั่วไปสามารถสืบค้นบทความของวารสารได้โดยการเข้าระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ThaiJo ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) เนื้อหาภายในวารสารฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม-เมษายน 2563) มีบทความวิชาการจำนวน 2 บทความ และบทความวิจัยจำนวน 15 บทความ โดยที่บทความในฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิศวกรรมศาสตร์ หากผู้อ่านท่านใดสนใจอ่านวารสารฉบับย้อนหลังสามารถสืบค้นได้จาก <https://heritage.eau.ac.th/> ขอให้ทุกท่านพบกับความสุขความสำเร็จในชีวิตและหน้าที่การทำงาน และขอให้ทุกท่านมีความสุขในเทศกาลปีใหม่ พ.ศ. 2563 แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความพิเศษ

- 1 ■ การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด
Energy Conservation in the Closed-System Greenhouse
ธนากร น้ำหอมจันทร์ และณัฐพงศ์ เมืองจันทร์

บทความวิชาการ

- 14 ■ การดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย
Environmental Operations of a University
ปฐวิภาณ เกิดลาภ

บทความวิจัย

- 24 ■ Investigation of Factors for Students' Decisions to Study at
Phetchabun Rajabhat University by Using Data Mining Techniques
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล
Jetsadaporn Pakamwang, Kan Khoomsab and Kriengkri Timsorn
- 34 ■ การใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยออกแบบการแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุม
ไอระเหยของแก๊ส
Finite Element Method to Design Heat Exchangers for Gas Vapors
วิเชียร อุบลไทร, อรรถสิทธิ์ วงศ์เจริญ และศิวพงษ์ กิ่งแก้ว
- 50 ■ การลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่แดงจากโรครากและโคนเน่า
ด้วยสารชีวภัณฑ์
Reduction in the Percentages of Death of Red Cherry Tomato Seedlings from
Root and Crown Rot Disease with Microbial Fungicides
สมภาพร เรืองสังข์, นันทวรรณ ตาริชัย และสุมาลี ศรีนวล

สารบัญ

- 58 ■ พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส
ในเลือดของเกษตรกร อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย
Agricultural Chemicals Usage Behavior and Cholinesterase Enzymes Levels in
Blood of Farmers in Banmi District, Lopburi Province, Thailand
วิราสิริ วสิริศิริ, สุรีย์ จันทระโมลี, ศิริวรรณ วิเศษแก้ว และทิพย์สุดณ์ ศรีลาธรรม
- 71 ■ คุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2
Quality of Life and Level of Hemoglobin A1c Among Patients with
Type 2 Diabetes Mellitus
สุวรรณี สร้อยสงค์, อังคณา เรือนก้อน, ภณทิรา เพื่องทอง และคุณญา แก้วทันคำ
- 85 ■ การศึกษาสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลเพื่อความเป็นฉนวนกันความร้อน
The Study of Paint with Silica Aerogel for Thermal Insulation
จรัส รัตนโชตินันท์ และพิธาน ไพโรจน์
- 98 ■ การพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์
The Development of a Coordinate System for Medical Tourism Trip Planning
วรัทยา จิรพัฒน์เจริญ และสุชาย ธนวงเสถียร
- 114 ■ การสร้างแม่แบบภาษามลายูแบบอักษรยาวีด้วยเทคนิคแบบเทรชโฮลด์
A Template Creation Bahasa Melayu of Jawi Language Using Thresholding
ศิริเรือง พัฒน์ช่วย และ มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ
- 128 ■ ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
Health Literacy of Older Adults with Chronic Disease in Muang District, Trang
วรารัตน์ ทิพย์รัตน์, ญนัท วอลเตอร์ และณัฐชานนท์ สงสุข
- 144 ■ สารพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสลัดน้ำพืสดและพืชแห้ง
Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Fresh and Dried
Nasturtium officinal Plants
ณพัชร บัวฉุน

- 155 ■ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตชาวไทยที่ส่งตรวจที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ
Association Between Manner of Death and Blood Alcohol in Thai Postmortem Cases at the Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital
ศิริรัตน์ พรหมหิธาดร, วชิรวิชัย ตั้งธนานุวัฒน์, อีรินทร์ สิ้นไชย, ลิตานัน รักธรรม, รัชดาพร สงวนนาม, กฤษดา อนันตวุฒิกุล และสมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ
- 167 ■ การหากลุ่มสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพของ *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.
โดยวิธี Bioassay Guided Fractionation
Bioassay Guided Fractionation of *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr: To Investigate the Group of Chemical Compounds that have Antimicrobial Activity
ธีระวัฒน์ บุญโสม
- 182 ■ Quality Comparisons of Acetaminophen Tablets Commercially Available in Thailand
การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของยาเม็ดอะเซตามิโนเฟนที่มีจำหน่ายในประเทศไทย
Saksit Chaiwuta, Thitiya Saelima, Nuansri Niwattisaiwongb and Areerat Suedee
- 192 ■ การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าอากาศยานในสังกัดของบริษัท
ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ด้วยการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล
วิธี Slacks-Based Measure
Assessing the Operational Efficiency of the Airports Affiliated with the Airports of Thailand (AOT), a Thailand Public Company Limited Using
Data Envelopment Analysis: A Slacks-Based Measure Approach
นิศากร สมสุข, สุจิต ห่วงสุวรรณ, บัณฑิต รัตนไตร และสุรพันธ์ ใจมา

- 209 ■ ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์: กรณีศึกษาชุมชนบ้านหินลาด จังหวัดตาก
Solar Power Step Pumping System: Case Study of Ban Hin lat Community, Tak Province
พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, ปฏิภาณ เกิดลาภ, กิตติเชษฐ์ นนทะสุด และสุกัญญา สมมณีดวง

- 220 ■ แนะนำหนังสือ
กระบวนการคิด กระบวนการพยาบาล: การนำไปใช้
Thinking & Nursing Process: Application
อรนันท์ หาญยุทธ



การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด

Energy Conservation in the Closed-System Greenhouse

ธนากร น้ำหอมจันทร์¹ และ ณัฐพงศ์ เมืองจันทร์¹

Thanakorn Namhormchan¹ and Nuttapong Muangchan¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹School of Engineering, Eastern Asia University

Received: December 4, 2019

Revised: April 1, 2020

Accepted: April 7, 2020

บทคัดย่อ

การเพาะปลูกพืชในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิดแบบอัตโนมัติเป็นการยกระดับการเพาะปลูกพืชแบบเดิมไปสู่การเกษตรแบบแม่นยำ ซึ่งการปลูกพืชในโรงเรือนเพาะปลูกที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้ จะทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ บทความนี้อธิบายแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด ซึ่งมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยเทคนิคการลดอุณหภูมิ โดยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบหลักในระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมถือเป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญ มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด โดยมีแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้ (1) การประหยัดพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า (2) การประหยัดพลังงานในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และ (3) การจัดการพลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด การอนุรักษ์พลังงานจะช่วยให้ลดการใช้พลังงาน ลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า ลดการนำเข้าพลังงาน และลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ: เกษตรอัจฉริยะ, การอนุรักษ์พลังงาน, โรงเรือนเพาะปลูกพืช, ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ

Abstract

The cultivation of plants in an automatic closed-system greenhouse develops the cultivation for precision agriculture. Growing plants in microclimate-controlled greenhouses to suit the plants growth makes the plants grow with quality and quantity as needed. This article describes energy conservation

guidelines in a closed-system greenhouse, which has microclimate controls in the greenhouse using cooling techniques. Electric motors are a key component in a microclimate-controlled system, which is regarded as system with significant electrical machinery with the potential to conserve energy in a closed-system greenhouse. The energy conservation guidelines are as follows (1) energy saving with electric motors (2) energy saving with electric motor control systems and (3) energy management in closed-system greenhouses. The energy conservation helps to reduce energy consumption, reduce electrical costs, reduce energy imports and reduce global warming as well.

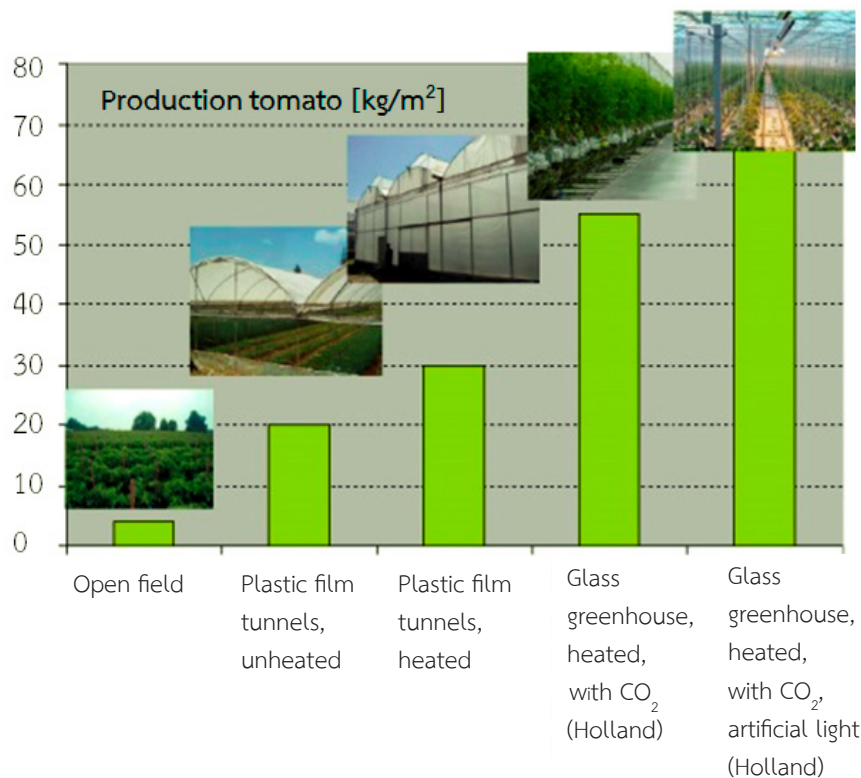
Keywords: smart agriculture, energy conservation, greenhouse, evaporative cooling system



บทนำ

จากการคาดการณ์ปริมาณประชากรบนโลกที่จะเพิ่มขึ้นเป็น 9.8 พันล้านคนในปี พ.ศ. 2593 ซึ่งจะมีปริมาณประชากรเพิ่มมากขึ้นกว่าปัจจุบันถึง 2 พันล้านคนในระยะเวลา 30 ปี การเพิ่มขึ้นของประชากรดังกล่าวจะส่งผลให้มีความต้องการผลิตผลทางการเกษตรเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ และทำให้สังคมเมืองเกิดการขยายตัวเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยประมาณการว่าจะมีขนาดร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในปัจจุบันที่ส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกและทำให้ปริมาณผลิตผลทางการเกษตรลดลง นักวิจัยนานาชาติจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาด้านการเกษตรมากยิ่งขึ้น (Namhormchan, 2019, p. 47; Theerawituj, 2016, p. 1) การพัฒนาด้านการเกษตรสำหรับประเทศไทยในปัจจุบันได้รับการพัฒนาจากการเกษตรแบบดั้งเดิมไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ซึ่งกำหนดยุทธศาสตร์ในการสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศในทุกมิติ โดยเฉพาะการพัฒนาศักยภาพทางเศรษฐกิจให้เกิดความมั่นคงและก้าวทันความเปลี่ยนแปลง รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาก้าวหน้าการเกษตรกรรมให้สามารถผลิตผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน สอดคล้องกับความต้องการของตลาด และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญต่อการนำเทคโนโลยี และนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการผลิตโดยนำแนวคิด “เกษตรอัจฉริยะ” หรือ “Smart Agriculture” มาเป็นกลไกสำคัญในการ

ยกระดับสังคมเกษตรกรรมดั้งเดิมไปสู่สังคมเกษตรกรรมสมัยใหม่หรือเกษตรกรรม 4.0 ในปี พ.ศ. 2562 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ดำเนินการขับเคลื่อนนโยบายเกษตรอัจฉริยะให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรม โดยตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของระบบเกษตรอัจฉริยะต่อการเกษตรของประเทศไทย โดยโรงเรียนอัจฉริยะเพื่อการเพาะปลูกถือเป็นหนึ่งในการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรม (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2019) การดำเนินการด้านการจัดทำแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะที่สำคัญคือ การปลูกมะเขือเทศในโรงเรียนอัจฉริยะ เนื่องจากเป็นการทำการเกษตรในโรงเรียนปลูกพืชที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบอัตโนมัติเข้ามาควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชที่ปลูกได้อย่างอัตโนมัติ ได้แก่ ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมการให้น้ำปุ๋ย เป็นต้น รวมทั้งยังมีการจัดเก็บและนำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทางการเกษตรต่าง ๆ ไปสู่การพัฒนา Big Data เกษตรอัจฉริยะ และ IoT Platform เพื่อให้เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ในการวางแผนตลอดห่วงโซ่การผลิตได้ (Information Center Office of the Permanent Secretary for Agriculture and Cooperatives, 2019) นอกประโยชน์ทางด้านการพัฒนาเกี่ยวกับเกษตรอัจฉริยะแล้วการเพาะปลูกพืชในโรงเรียนที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างส่งผลต่อปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่อย่างเห็นได้ชัดเจน ปริมาณผลผลิตของการปลูก มะเขือเทศรูปแบบต่าง ๆ แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 ปริมาณผลผลิตของมะเขือเทศเปรียบเทียบกับรูปแบบการเพาะปลูกรูปแบบต่าง ๆ

Note. Adapted from *Energy and climate in Dutch Greenhouses*, by Hemming, S., 2010, retrieved from <https://edepot.wur.nl/158852>

จากภาพ 1 แสดงให้เห็นว่า การเพาะปลูกมะเขือเทศกลางแจ้งแบบดั้งเดิมมีผลผลิตเฉลี่ยเพียง 5 กิโลกรัมต่อพื้นที่เพาะปลูก 1 ตารางเมตร การเพาะปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลผลิตเฉลี่ย 55 กิโลกรัมต่อพื้นที่เพาะปลูก 1 ตารางเมตร และการเพาะปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีแสงเทียมมีผลผลิตเฉลี่ย 70 กิโลกรัมต่อพื้นที่เพาะปลูก 1 ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งการเพาะปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ผลผลิตมากกว่าการเพาะปลูกแบบดั้งเดิมถึง 50 กิโลกรัมต่อพื้นที่เพาะปลูก 1 ตารางเมตร ทั้งนี้เนื่องจากสามารถควบคุมโรค วัชพืชและแมลงศัตรูพืช ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยได้ เป็นต้น ช่วยทำให้การดูแลรักษาพืชพันธุ์ทำได้สะดวก ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูงขึ้นและประหยัดแรงงานในการดูแลการเพาะปลูก จึงทำให้ปัจจุบันมีการใช้

โรงเรือนระบบปิดแบบอัตโนมัติในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเป็นจำนวนมากด้วยเหตุผลด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมา อย่างไรก็ตาม การเพาะปลูกด้วยโรงเรือนระบบปิดยังมีข้อด้อยที่สำคัญ คือ ค่าใช้จ่ายพลังงานของระบบไฟฟ้าภายในโรงเรือน ซึ่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญที่เกษตรกรจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในทุกเดือน ดังนั้น ถ้าสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าในโรงเรือนระบบปิดให้ลดลงได้ จะเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร ลดการใช้พลังงานในการเพาะปลูก และมีส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรมของประเทศได้อีกทางหนึ่งด้วย บทความนี้เป็นการนำเสนอถึงการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิดโดยมีลำดับการนำเสนอ ดังนี้

1. โรงเรือนเพาะปลูกพืช
2. ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชในโรงเรือนเพาะปลูก
3. การควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูก

4. การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด

5. บทสรุป

โรงเรือนเพาะปลูกพืช

โรงเรือนเพาะปลูกพืช คือ สิ่งปลูกสร้างที่ใช้สำหรับอนุบาลพืช หรือเพาะปลูกพืช นิยมใช้เพาะปลูกพืชเพื่อความสวยงาม และพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนสูง เช่น ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไฮโดรโปนิกส์ และพืชผักต่าง ๆ มีการปกคลุมด้วยวัสดุโปร่งแสง เช่น กระจก หรือ พลาสติก วัสดุที่นิยมใช้ทำโครงสร้างของโรงเรือนเพาะปลูกพืช ได้แก่ ไม้ และโลหะ โครงสร้างทั้ง 2 มีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกัน ดังนี้ แบบโครงสร้างไม้ เช่น ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น คลุมด้วยพลาสติกทั้งโรงเรือน ข้อดี คือ ต้นทุนต่ำ สร้างง่าย ข้อเสีย คือ อายุการใช้งานสั้น ทนต่อแรงลมได้ต่ำ และแบบโครงสร้างทำจากโลหะ เช่น เหล็ก หรือเหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น คลุมด้วยพลาสติกหรือกระจกทั้งหลัง อาจมีช่องระบายอากาศบนหลังคา ข้อดี คือ แข็งแรง ทนทาน ทนต่อแรงลมได้ดี สามารถสร้างคลุมพื้นที่ได้มาก ข้อเสีย คือ ราคาในการก่อสร้างสูง

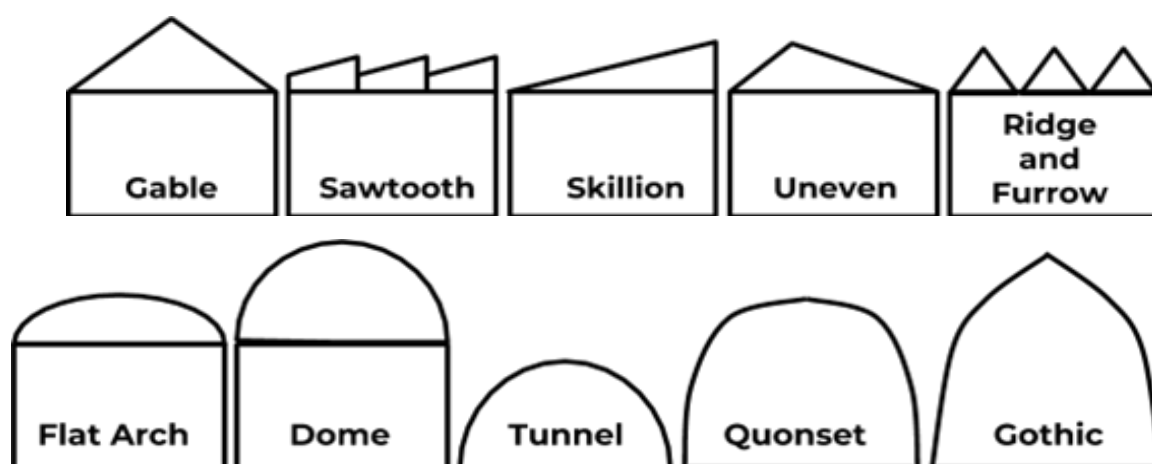
การปลูกพืชในโรงเรือนเพาะปลูกที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

ได้ จะทำให้สามารถเพาะปลูกพืชได้อย่างมีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ โรงเรือนเพาะปลูกสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. โรงเรือนแบบเปิด ผนังและหลังคาเป็นตาข่าย ป้องกันแมลง อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีระบบให้น้ำแก่พืช

2. โรงเรือนแบบปิด ผนังและหลังคาเป็นวัสดุโปร่งแสง และมีระบบประกอบอื่น ๆ เช่น ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ และระบบพ่นหมอกช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ระบบการให้น้ำพืชเพื่อช่วยการดูดซึ่มธาตุอาหารของพืชได้เหมาะสม ระบบการให้ปุ๋ยทางน้ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ระบบเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสง ระบบแสงสว่างความเข้มสูงช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช ระบบตาข่ายพรางแสงช่วยลดความเข้มของแสง ระบบควบคุมศัตรูพืชช่วยป้องกันและกำจัดศัตรูพืชภายใน ระบบควบคุมอัตโนมัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมสภาวะอากาศภายในโรงเรือน (Namhormchan, 2019, p. 55)

ประเภทของโรงเรือนเพาะปลูกซึ่งแบ่งตามรูปทรงของโรงเรือนเพาะปลูกรูปทรงต่าง ๆ เช่น หลังคาจั่ว (gable) หลังคาจั่วไม่สมมาตร (uneven) ทรงอุโมง (tunnel) หลังคาโค้ง (quonset) และทรงโกธิค (gothic) เป็นต้น แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 ประเภทของโรงเรือนเพาะปลูก

Note. Adapted from *Selecting the right greenhouse frame*, by Hortitech Greenhouse, 2015, retrieved from <https://www.greenhouseht.com/greenhouse-frames>

โรงเรือนเพาะปลูกพืชมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

1. ป้องกันความเสียหายของพืชเนื่องจากโรค และแมลงได้ ลดผลกระทบจากลมและฝน และลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
2. สามารถติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสภาวะอากาศภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การระบายอากาศ และแสงเทียม เป็นต้น
3. สามารถควบคุมปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตได้ รวมทั้งการวางแผนการผลิตและการดูแลรักษาพืชได้

ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชในโรงเรือนเพาะปลูก

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ๆ คือ

1. ปัจจัยภายในหรือปัจจัยด้านพันธุกรรม (internal or genetic factor) เป็นปัจจัยพื้นฐานในการกำหนดการแสดงออกของสิ่งมีชีวิต ปัจจัยทางพันธุกรรมนี้จะแสดงออกได้มากน้อยเพียงใด จะต้องพิจารณาปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยสภาพแวดล้อมประกอบด้วย
2. ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (external or environmental factors) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเป็นอย่างมาก ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ได้แก่ ดิน แร่ธาตุอาหาร น้ำ แสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น (Namhormchan, 2019, p. 55)

ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชต้องการปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต (microclimate) จากการสังเคราะห์แสงซึ่งเกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่เหมาะสม โดยมีพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation) อุณหภูมิ (temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) แสง (light) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) (Santosh, Tiwari, Singh & Gopala, 2017, pp. 1731-1733) ดังนี้

รังสีดวงอาทิตย์ พืชจะเริ่มสังเคราะห์ด้วยแสงได้ที่พลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 150 W/m^2 และพืชจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ต่ำกว่า $14\text{--}30 \text{ W/m}^2$ ($0.1 \text{ kWh/m}^2 \text{ day}$) พลังงานแสงอาทิตย์ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชอย่างน้อย $2.0\text{--}2.3 \text{ kWh/m}^2$ ต่อวัน

อุณหภูมิ มีผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาทางสรีรวิทยาของพืช อุณหภูมิในโรงเรือนเพาะปลูกที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก พืชแต่ละชนิดมีกระบวนการพัฒนา การตอบสนองต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนตลอดจนอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิของสภาพภูมิอากาศมีบทบาทอย่างมากในการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนเพาะปลูกและระบบควบคุม

ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันไอน้ำที่ขาด (Vapour Pressure Deficit--VPD) คือ ความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำอิ่มตัวและความดันไอน้ำจริงในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอยู่ในช่วง 60-90% ค่าที่ต่ำกว่า 60% อาจทำให้พืชเกิดความเครียดจากน้ำ และหากความชื้นสัมพัทธ์เกิน 95% เป็นเวลานานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนจะส่งผลให้เชื้อราเกิดการพัฒนาย่างรวดเร็วได้

ความเข้มแสง การเจริญเติบโตของพืชสัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยตรง แสงเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นสารอินทรีย์แล้วปล่อยออกซิเจนเมื่อมีแสง คุณสมบัติของแสงเพื่อการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญ ได้แก่ ความเข้มของแสง คุณภาพของแสง และระยะเวลาที่พืชได้รับแสง

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ความเข้มข้นของ CO_2 ในโรงเรือนเพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตอยู่ในช่วง $700\text{--}900 \mu\text{mol mol}^{-1}$ การควบคุมปริมาณ CO_2 ให้เหมาะสมจะช่วยให้สามารถปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพที่เป็นที่ต้องการของตลาดและขยายฤดูกาลเพาะปลูกได้

การควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูก

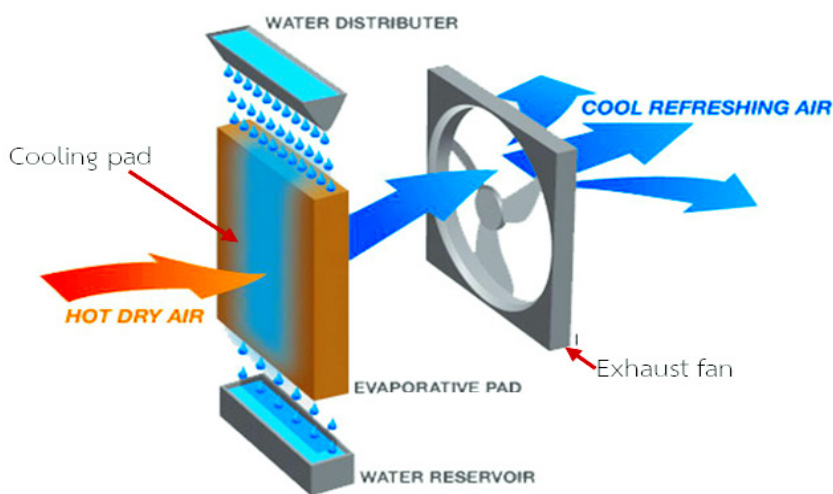
เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (energy management in the greenhouse, 2019) ดังนี้

1. เทคนิคทางความเย็น (cooling technique) ได้แก่ การระบายอากาศ (ventilation) ทั้งแบบธรรมชาติและแบบบังคับ การใช้วัสดุพรางแสงอาทิตย์ (shading material) ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ (evaporative cooling system) และระบบพ่นหมอก (fogging system)

2. เทคนิคทางความร้อน (heating technique) ได้แก่ การกักเก็บพลังงานความร้อนทั้งจากแสงอาทิตย์และใต้ดิน (solar collector and ground collector)

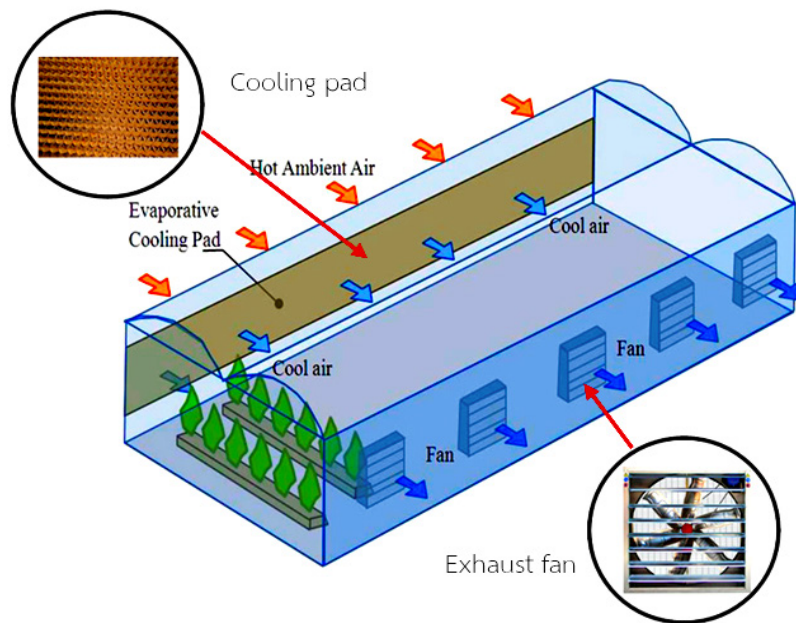
3. เทคนิคทางธรรมชาติ (passive technique) ได้แก่ เทคนิคต่าง ๆ ดังนี้ ระบบท่อใต้ดิน (earth tube system) ป้อนความร้อนพลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal heat pump) เตียงหิน (rock bed) และกำแพงทิศเหนือ (north wall) เป็นต้น

เทคนิคที่ใช้สำหรับควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนจะถูกกำหนดโดยชนิดของพืชและภูมิประเทศสำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตร้อน (Harjunowibowo, Cuce, Omer & Riffat, 2016, p. 5) ส่งผลให้ภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูง จึงต้องใช้เทคนิคทางความเย็นเข้ามาควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนประกอบของระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยเทคนิคทางความเย็น แสดงดังภาพ 3



ก) ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ

Note. Adapted from *Why-choose-evaporative-cooling*, by ecoHVAC, 2017, retrieved from <http://ecohvac.com.au/products/why-choose-evaporative-cooling/why-choose-evaporative-cooling/>.



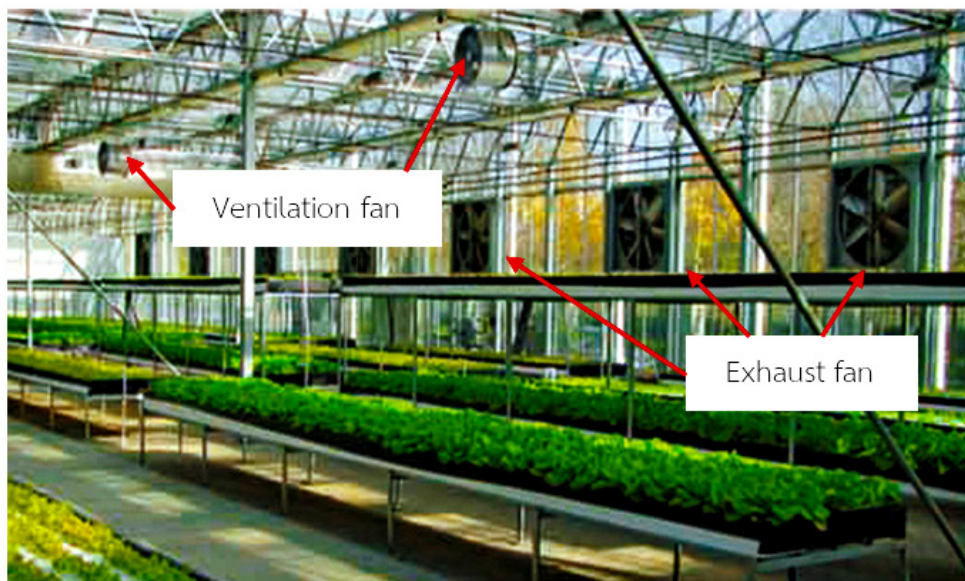
ข) การติดตั้งระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ

Note. Adapted from *Fan & pad: Adjust greenhouse temperature well*, by China Green Agriculture Engineering & Technology, 2019, retrieved from <http://www.greenagro-cn.com/index.php/index/productsart/cid/GreenhouseEquipment/id/12.html>



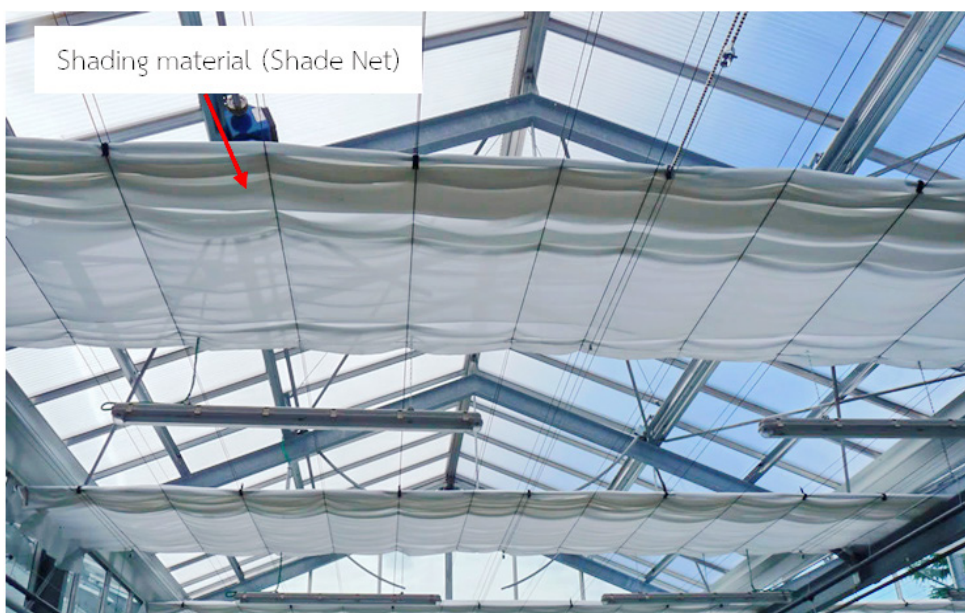
ค) แผ่น쿨ลิ่งแพด

Note. Adapted from *Evaporative cooling system*, by Conley's Manufacturing and Sales, 2019, retrieved from <https://www.conleys.com/products/evaporative-cooling-system>.



ง) พัฒนาระบบการระบายอากาศและระบบการควบคุมอุณหภูมิ

Note. Adapted from *Greenhouse system-shading net, top and side ventilation, cooling pad and fan, heating boiler, circulation fan, LED light, seedling bed, drip irrigation etc.*, by Qingzhou Rainbow Modern Agriculture Development, 2017, retrieved from <http://bit.ly/35jektN>



จ) การใช้วัสดุพรางแสงอาทิตย์

Note. Adapted from *Greenhouse system-shading net, top and side ventilation, cooling pad and fan, heating boiler, circulation fan, LED light, seedling bed, drip irrigation etc.*, by Qingzhou Rainbow Modern Agriculture Development, 2017, retrieved from <http://bit.ly/35jektN>



ฉ) ระบบพ่นหมอก Adapted from

Note. Adapted from Global smart greenhouse irrigation system market 2019 revenue–netafim, valmont, irrtec, John Deere, T-L, rivulis, by David, 2019, retrieved from <http://bit.ly/2Ec7lXJ>

ภาพ 3 ส่วนประกอบของระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยเทคนิคทางความเย็น

หลักการทำงานโดยทั่วไปของระบบการทำความเย็น ด้วยการระเหยของน้ำ จากภาพ 3 (ก) และ (ข) ระบบจะดึงอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในโรงเรือนเพาะปลูกโดยใช้พัดลม (exhaust fan) ผ่านตัวกลางเพื่อทำการลดอุณหภูมิลง ตัวกลางนั้น คือ แผ่น쿨ลิ่งแพด (cooling pad) ซึ่งมีน้ำไหลผ่านอยู่ภายในทั่วทั้งแผ่นด้วยปั้มน้ำ เมื่อลมร้อนจากภายนอกโรงเรือนไหลผ่านแผ่น쿨ลิ่งแพด อากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะสูญเสียความร้อนให้กับน้ำ ความร้อนนี้ถูกใช้เป็นความร้อนแฝงในการระเหยน้ำจาก쿨ลิ่งแพดให้กลายเป็นไอน้ำและไอน้ำนี้จะผสมกับอากาศที่ออกจาก쿨ลิ่งแพดทำให้อากาศที่ได้มีอุณหภูมิต่ำลงและมีความชื้นสูงขึ้น โดยทั่วไปจะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ 5-15 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและอากาศที่ดึงเข้ามา (Yushi Group, 2016)

การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด

ด้วยภูมิประเทศของประเทศไทยอยู่ในพื้นที่เขตร้อนส่งผลให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมภายนอก ประกอบกับเกษตรกรมักเพาะปลูกพืชเมืองหนาวในโรงเรือนเพาะปลูกเนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจมีมูลค่าทางการตลาดสูง ดังนั้น จึงมีการควบคุมสภาวะ

อากาศภายในโรงเรือนด้วยเทคนิคทางความเย็น ซึ่งประกอบไปด้วยระบบต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้ ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ ระบบระบายอากาศ ระบบม่านพรางแสง และระบบพ่นหมอก

ระบบควบคุมสภาวะอากาศภายในโรงเรือนดังกล่าวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังการทำงานของระบบทั้งสี่ แต่ละระบบประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนี้

1. ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับพัดลมดูดอากาศและปั้มน้ำสำหรับแผ่น쿨ลิ่งแพด
2. ระบบระบายอากาศ ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับพัดลมระบายอากาศ
3. ระบบม่านพรางแสง ซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
4. ระบบพ่นหมอก ซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังสำหรับปั้มน้ำความดันสูง

มอเตอร์ไฟฟ้าจึงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญของโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด เนื่องจากเป็นส่วนประกอบหลักทั้งในระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ และยังเป็นต้นกำลังที่สำคัญของระบบรดน้ำให้ปุ๋ยอีกด้วย

จึงถือได้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้าเป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญ มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานเพาะปลูกระบบปิด

การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานเพาะปลูกพืชระบบปิดแบ่งออกเป็น การประหยัดพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า การประหยัดพลังงานในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และการจัดการพลังงานในโรงงานเพาะปลูกระบบปิด ดังนี้

1. การประหยัดพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ควรมีขนาดที่เหมาะสมกับภาระโหลด ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะลดลงเมื่อรับภาระต่ำกว่าพิกัดเกิน 30% ดังนั้น ควรดำเนินการตรวจวัดการใช้พลังงานของมอเตอร์เพื่อสลับมอเตอร์หรือเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่เมื่อค่าตัวประกอบภาระต่ำกว่าพิกัดมาก นอกจากนี้ ค่าตัวประกอบกำลังควรมีค่าใกล้เคียงกับพิกัดของมอเตอร์มากที่สุดเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดภายในตัวมอเตอร์

มอเตอร์ที่มีขนาดที่เหมาะสมจะมีค่าตัวประกอบภาระ $\geq 70\%$ และร้อยละของค่าผลต่าง Power Factor เทียบกับพิกัด $\leq 5\%$

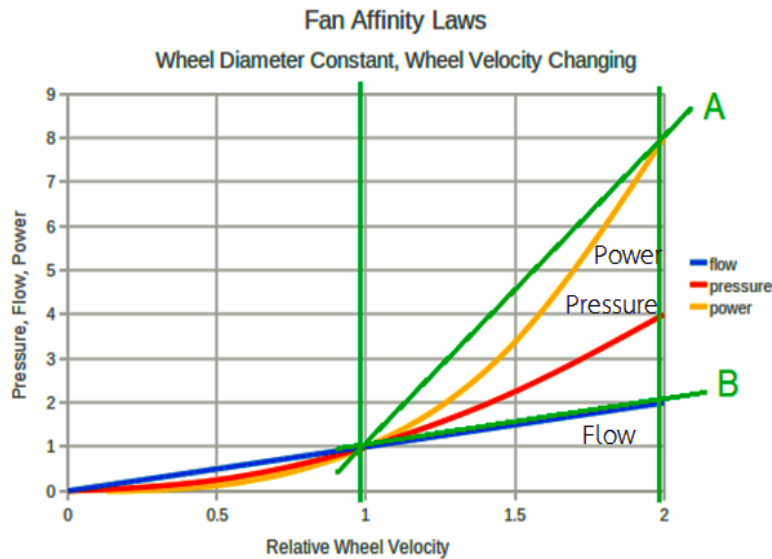
นอกเหนือจากการเลือกขนาดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระแล้ว การประหยัดพลังงานในมอเตอร์ยังสามารถทำได้ด้วยการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor--HEM) มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานเหมือนมอเตอร์มาตรฐานแต่ใช้วัสดุคุณภาพดีขึ้นและพิถีพิถันในกระบวนการผลิตทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์เพิ่มขึ้น 2-4% หรือสามารถลดการสูญเสียพลังงานได้ร้อยละ 25-30% ของการสูญเสียรวม นอกจากนี้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงยังมีข้อดีอื่น ๆ เช่น เกิดความร้อนจากการทำงานน้อยกว่าอายุการใช้งานของฉนวนและลูกปืนยาวนานขึ้น การสั่นสะเทือนน้อยและค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า Power Factor ดีขึ้น (iEnergyGuru, 2015)

แนวทางการทำงานของมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและลดการสูญเสีย สามารถดำเนินการ ได้ ดังนี้ (1) หลีกเลี่ยงการเริ่มเดินเครื่องและกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ขนาดใหญ่ ในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (2) หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า จะเสียพลังงาน 10-20% ของ Rated Load (3) ติดตั้งมอเตอร์ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี เพราะการใช้งานในที่อุณหภูมิสูงจะทำให้การสูญเสียมากขึ้นเนื่องจากความต้านทานของขดลวดมีมากขึ้น และ (4) การปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบทางกลของมอเตอร์อยู่เสมอ เช่น ตรวจสอบความตึงสายพาน อัตราระยะบีและหยอดน้ำมันหล่อลื่นตามกำหนด เพื่อลดการสูญเสียจากแรงเสียดทานในระบบทางกล (Modern Manufacturing, 2017)

2. การประหยัดพลังงานในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

การประหยัดพลังงานในระบบควบคุมมอเตอร์จะพิจารณาอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ (WA; kW) และกำลังไฟฟ้าที่พิกัดของมอเตอร์ (WR; kW) เรียกว่า ตัวประกอบโหลด (Load Factor--LF=WA/WRx100) ซึ่งไม่สามารถควบคุมหรือเร่งหรือความเร็รรอบของมอเตอร์ได้

หากมีการเปลี่ยนระบบควบคุมมอเตอร์ จากแบบ DOL, Star Delta หรือ Softstart ซึ่งเป็นแบบ On-Off Control ไปเป็นการควบคุมแบบโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมแรงบิดและความเร็รรอบของมอเตอร์ (Variable-Frequency Drive--VFD) หรือการควบคุมความเร็วเพื่อปรับค่าความเร็วรอบให้สัมพันธ์กับโหลดที่ต้องการใช้งานจริง ซึ่งในพัดลมและปั๊ม สามารถใช้กฎความคล้ายคลึง (affinity law) ช่วยในการหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้พลังงานลงได้ โดยใช้ความสัมพันธ์ $P_1/P_2 = (n_1/n_2)^3$ ของกำลังไฟฟ้าและความเร็รรอบมาพิจารณา



ภาพ 4 ตัวอย่างกราฟตามกฎความสัมพันธ์ Affinity Laws

Note. Adapted from *Efficiency and energy saving in motor control systems*, by Factomart, 2019, retrieved from <https://mall.factomart.com/guide-to-motor-control/efficiency-and-power-saving/>

จากตัวอย่างกราฟตามภาพ 4 จะเห็นได้ว่าความชันของ Power (A) หรือพลังงานที่ใช้ P_{in} มีค่าสูงกว่าความชันของ Flow (B) หรือพลังงานเอาต์พุต P_{out} ที่ได้ เมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์ถึงจุดหนึ่งที่ความชันของกราฟเริ่มเปลี่ยนแปลงจะสามารถลดค่าพลังงานที่ใช้หรือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้โดยการปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ (ใช้ VFD ปรับความเร็วรอบ) ให้อยู่ในจุดที่ความชันของกราฟใกล้เคียงกันมากที่สุดก็จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ (factomart, 2019)

3. การจัดการพลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด

นอกจากการการประหยัดพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าและระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแล้ว การจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิดก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกัน การจัดการพลังงานในที่นี้หมายถึงการลดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในโรงเรือน โดย The Center for Agriculture, Food and the Environment แห่ง University of Massachusetts Amherst ได้นำเสนอรายการตรวจสอบการจัดการพลังงานสำหรับโรงเรือนเพาะปลูก (Bartok, 2005) ไว้หลายหัวข้อครอบคลุมทั้งด้านความร้อนและความเย็น ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานสำหรับโรงเรือน

เพาะปลูกที่เกี่ยวข้องกับโรงเรือนในสภาพภูมิอากาศเขตร้อน ดังนี้

- ลดการรั่วไหลของอากาศภายในโรงเรือนสู่ภายนอก
- ใช้วัสดุปกคลุมโรงเรือน 2 ชั้น
- ติดตั้งฉนวนกันความร้อนโดยรอบโรงเรือน
- เพิ่มพื้นที่การใช้ประโยชน์ภายในโรงเรือน
- ใช้ระบบการทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ
- เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน
- มีการจัดการการเพาะปลูกที่ดี

บทสรุป

การพัฒนาด้านการเกษตรสำหรับประเทศไทยในปัจจุบันได้รับการพัฒนาจากการเกษตรแบบดั้งเดิมไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ซึ่งนำเทคโนโลยี และนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการผลิตโดยนำแนวคิด “เกษตรอัจฉริยะ” หรือ “Smart Agriculture” มาเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับสังคมเกษตรกรรมดั้งเดิมไปสู่สังคมเกษตรกรรมสมัยใหม่หรือ

เกษตรกรรม 4.0 การทำการเกษตรในโรงเรือนปลูกพืชที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบอัตโนมัติ เข้ามาควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชที่ปลูกได้อย่างอัตโนมัติ รวมทั้งยังมีการจัดเก็บและนำข้อมูลต่าง ๆ เพื่อพัฒนาไปสู่การพัฒนา Big Data เกษตรอัจฉริยะ เพื่อให้เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ในการวางแผนตลอดห่วงโซ่การผลิตได้

การปลูกพืชในโรงเรือนเพาะปลูกที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้ จะทำให้สามารถเพาะปลูกพืชได้อย่างมีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ โดยปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช แบ่งออกเป็น ปัจจัยภายในหรือปัจจัยด้านพันธุกรรม และ ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตในโรงเรือนเพาะปลูกพืชสำหรับการเจริญเติบโตจากการสังเคราะห์แสง ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง และคาร์บอนไดออกไซด์ การควบคุม

สภาวะแวดล้อมในโรงเรือนสำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตร้อน จึงใช้เทคนิคทางความเย็นเข้ามาควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยการระบายอากาศ การใช้วัสดุพรางแสงอาทิตย์ ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ และระบบพ่นหมอก

การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกพืชระบบปิด มักจะหมายถึงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในมอเตอร์และระบบควบคุมมอเตอร์ เนื่องจากเป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญ มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งการจัดการพลังงานในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด โดยการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิดตามมาตรการต่าง ๆ จะช่วยให้เกษตรกรลดภาระค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า ยกระดับคุณภาพชีวิตให้สูงขึ้น และเป็นการช่วยลดการนำเข้าพลังงาน และลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย



References

- Bartok, J. W. Jr. (2005). *Greenhouse energy conservation checklist*. Retrieved from <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/greenhouse-energy-conservation-checklist>.
- Conley's Manufacturing and Sales. (2019). *Evaporative cooling system*. Retrieved from <https://www.conleys.com/products/evaporative-cooling-system>.
- China Green Agriculture Engineering and Technology. (2019), *Fan & pad: Adjust greenhouse temperature well*. Retrieved from <http://www.greenagro-cn.com/index.php/index/productsart/cid/GreenhouseEquipment/id/12.html>.
- David. (2019). *Global smart greenhouse irrigation system market 2019 revenue-netafim, valmont, irritec, John Deere, T-L, rivulis*. Retrieved from <https://thetechnologymarket.com/global-smart-greenhouse-irrigation-system-market-2019-revenue-netafim-valmont-irritec-john-deere-t-l-rivulis/45602/>.
- ecoHVAC. (2017). *Why-choose-evaporative-cooling*. Retrieved from <http://ecohvac.com.au/products/why-choose-evaporative-cooling/why-choose-evaporative-cooling/>.

- Energy Management in the Greenhouse. (2019). *Course of energy management in agriculture*. Chiang Mai: Maejo University. (in Thai)
- Factomart. (2019). *Efficiency and energy saving in motor control systems*. Retrieved from <https://mall.factomart.com/guide-to-motor-control/efficiency-and-power-saving/>. (in Thai)
- Hortitech Greenhouse. (2015). *Selecting the right greenhouse frame*. Retrieved from <https://www.greenhouseht.com/greenhouse-frames>.
- Harjunowibowo, A., Cuce, E., Omer, S. A., & Riffat, S. B. (2016). Recent passive technologies of greenhouse systems: A review. *15th international conference on sustainable energy technologies-SET 2016, 19th-22nd of July 2016* (pp. 1-10). Singapore: National University of Singapore.
- Hemming, S. (2010). *Energy and climate in Dutch greenhouses*. Retrieved from <https://edepot.wur.nl/158852>.
- iEnergyGuru. (2015). *Energy conservation of motors*. Retrieved from <https://ienergyguru.com/2015/08/การอนุรักษ์พลังงานของม/>. (in Thai)
- Information Center Office of the Permanent Secretary for Agriculture and Cooperatives. (2019). *Reinventing the agricultural sector, pushing "intelligent tomato greenhouse"*. Retrieved from <https://www.opsmoac.go.th/datacenter-news-preview-411691791322>. (in Thai)
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2019). *Ministry of Agriculture and Cooperatives Led Organizations in all sectors: Joint drive "intelligent agriculture"*. Retrieved from <https://www.moac.go.th/news-preview-411191791414>. (in Thai)
- Modern Manufacturing. (2017). *Costs reduce by conserving electrical energy from motors techniques*. Retrieved from <https://www.mmthailand.com/ลดต้นทุน-พลังงานไฟฟ้า-motor/>. (in Thai)
- Qingzhou Rainbow Modern Agriculture Development. (2017). *Greenhouse system-shading net, top and side ventilation, cooling pad and fan, heating boiler, circulation fan, LED light, seedling bed, drip irrigation etc*. Retrieved from <http://bit.ly/35jektN>.
- Santosh, D.T., Tiwari, K.N., Singh, V. K., & Gopala, A. R. (2017). Micro climate control in greenhouse. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 1730-1742.
- Theerawituj, S. (2016). *Smart Farm, eco-friendly agriculture*. Retrieved from <https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2559/hi2559-093.pdf>. (in Thai)
- Namhormchan, T. (2019). Plant factory. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 13(2), 46-62. (in Thai)
- Yushi Group. (2016). *Evaporative fan, Evap, cold and heat vent*. Retrieved from <https://yushi.co.th/ทำงานเครื่องทำลมเย็น/>. (in Thai)



การดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย Environmental Operations of a University

ปฏิกาน เกิดลาภ¹

Patiphan Kerdlap¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹School of Engineering, Eastern Asia University

Received: January 3, 2020

Revised: April 1, 2020

Accepted: April 7, 2020

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยเป็นองค์กรหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตบัณฑิตเพื่อก้าวไปสู่สังคม การปลูกจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมจึงถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อสร้างทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 โดยเป็นการปฏิรูปประเทศเพื่อแก้ปัญหาพื้นฐานด้านทรัพยากรธรรมชาติท่ามกลางสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพื่อก้าวเข้าสู่ยุคประเทศไทย 4.0 บทความนี้นำเสนอการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นต้นแบบในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม มีการดำเนินงานที่ครอบคลุมทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านของเสีย ด้านการจัดการน้ำ ด้านการขนส่ง และด้านการศึกษา ซึ่งใช้เกณฑ์ในการดำเนินงานจากเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของ ยูไอ กรีน เมตริก

คำสำคัญ: มหาวิทยาลัยสีเขียว, สิ่งแวดล้อม, ความยั่งยืน, ยูไอ กรีน เมตริก

Abstract

The university is an organization that plays an important role in producing graduates to advance society. Building environmental awareness is therefore important to create a good environmental attitude. That is in line with the Sustainable Development Goals under the 12 th National Economic and Social Development Plan, which is a national reform initiative to solve basic natural resource

problems amidst a rapidly changing global situation as well as to enter Thailand 4.0. This article presents the environmental operations within the university. The purpose is a model for environmental operations. There are operations covering all 6 areas: location and infrastructure, energy and climate change, waste, water, transportation, and education. They use the operating criteria from the Green University ranking criteria from UI Green Metric.

Keywords: green university, environment, sustainable, UI Green Metric



บทนำ

ท่ามกลางการเปลี่ยนผ่านของสังคมไทยไปสู่ยุคประเทศไทย 4.0 ปฏิเสธไม่ได้เลยว่าสังคมไทยเริ่มต้นตัวในเรื่องของสิ่งแวดล้อมกันมากยิ่งขึ้น เนื่องจากที่ผ่านมาการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ ชุมชน และสังคม เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น ดังเช่น การเกิดมลพิษทางอากาศหรือฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งสาเหตุเกิดจากการเผาไหม้ของยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า กระบวนการอุตสาหกรรม หรือแม้แต่การประกอบอาหารที่ก่อให้เกิดควันไฟ ซึ่งส่งผลกระทบทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่าง ๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือสะสมเป็นระยะเวลานาน (Pollution Control Department, 2017) โดยที่ผ่านมาประชาชนได้ตื่นตัวกับมลพิษ PM 2.5 ทำให้เกิดการรณรงค์ให้มีการป้องกันมลพิษทางอากาศด้วยการใส่หน้ากากอนามัย มีการให้ความรู้ถึงสาเหตุ ผลกระทบ และวิธีการป้องกันเพื่อแสดงออกถึงความตื่นตัวในด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการรณรงค์ลดใช้พลาสติกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถุงพลาสติก แก้วน้ำพลาสติก หรือแม้แต่หลอดพลาสติกเพื่อช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกซึ่งประเทศไทยมีการสร้างขยะพลาสติกประมาณ 2 ล้านตัน (Academic Focus, 2017) ซึ่งหากไม่สามารถแก้ไขปัญหาขยะเหล่านี้ได้ อาจจะทำให้ขยะพลาสติกเหล่านี้ไหลลงสู่แหล่งน้ำและไหลลงสู่ทะเลได้ จากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทำให้รัฐบาลดำเนินการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติขึ้นในปี พ.ศ. 2504 เพื่อสร้างเป็นเป้าหมายในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไปในทิศทางเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 8-12

ที่ได้มุ่งแนวทางการพัฒนารักษาฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ แก้ไขปัญหาวิกฤตสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงด้านภัยพิบัติ แก้ไขปัญหาความขัดแย้งด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษ ลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศ และในแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560–2564 ได้มีการน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของในหลวงรัชกาลที่ 9 มาเป็นปรัชญาในการพัฒนาประเทศ (Office of the Prime Minister, 2016) เพื่อนำพาประเทศไปสู่ความสมดุลและความยั่งยืน แต่ประเทศไทยยังมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่สร้างความเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งการพัฒนาต้องดำเนินการภายใต้ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและต้องสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals--SDGs) โดยแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และมีการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและเป็นธรรม เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมคือ เป้าหมายที่ 3 สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษ และลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศ ซึ่งเป้าหมายนี้เน้นการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย การฟื้นฟูคุณภาพแหล่งน้ำ แก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ เพื่อสร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีให้กับประชาชนและชุมชน

มหาวิทยาลัยนอกจากจะเป็นสถานที่ให้ความรู้ปลูกฝังค่านิยมในด้านต่าง ๆ แล้ว ยังเปรียบเสมือนชุมชนหนึ่งที่

มีการใช้ทรัพยากร มีการปล่อยของเสีย มีความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับชุมชนอื่น ๆ ซึ่งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ การจัดการปริมาณขยะในมหาวิทยาลัยซึ่งยังคงมีปัญหาอยู่หลายประเด็นไม่ว่าจะเป็นการลดขยะ ณ แหล่งกำเนิด การคัดแยกขยะ การเก็บรวบรวม การกักเก็บ การขนส่ง การแปรรูป และการกำจัดหรือทำลายซึ่งยังไม่มีการจัดการที่เป็นระบบ (Shounchupon, 2017) ทั้งนี้ประชากรที่อาศัยอยู่ร่วมกันในสังคมของมหาวิทยาลัยแห่งนั้น ๆ ควรมีส่วนร่วมและการร่วมมือกันในการจัดการกับขยะและสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยอย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยต้องคำนึงถึงบริบทของทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด รวมถึงการลดภาระของการปล่อยของเสียและมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม กิจกรรมการกระตุ้นให้ประชากรในมหาวิทยาลัยเริ่มตระหนักถึงสถานการณ์ เพราะมหาวิทยาลัยถือเป็นส่วนที่สำคัญในการสร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้ รวมถึงการสร้างกำลังคนที่สำคัญของสังคมมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย (University Indonesia--UI) จึงมีแนวคิดเริ่มการจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลกที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นในปี ค.ศ. 2010 และภายหลังเป็นที่รู้จักกันในชื่อ การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก ยูไอ กรีนเมตริก (UI Green Metric) เพื่อวัดความพยายามเกี่ยวกับความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยโดยมีความตั้งใจจะดำเนินการสำรวจแบบออนไลน์ เพื่อ

แสดงให้เห็นโครงการและนโยบายเกี่ยวกับความยั่งยืนของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วโลก

การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

UI Green Metric World University Ranking (UI Green Metric) ดำเนินการโดย University of Indonesia ประเทศอินโดนีเซีย โดยมีฐานแนวคิดที่ว่า มหาวิทยาลัยชั้นนำที่จะผลิตผู้นำรุ่นใหม่ในอนาคตจะต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคมด้านสิ่งแวดล้อม โดยคาดหวังว่าผลการจัดอันดับ UI Green Metric จะมีส่วนช่วยให้สังคมตระหนักถึงการพัฒนาด้านต่าง ๆ ควบคู่กับการรักษาสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน (UI Green Metric Secretariat, 2017) การพัฒนาพื้นที่ของมหาวิทยาลัยให้เป็นสีเขียวจะดำเนินการโดยยึดถือหลักการ 3E's ได้แก่ Environment, Economics Equity และ Education ซึ่งการเข้าร่วมในการจัดอันดับยูไอ กรีนเมตริก ซึ่งจะช่วยสร้างเสริมความเป็นสากลและได้รับการยอมรับให้กับมหาวิทยาลัย เป็นการดำเนินงานด้วยความสมัครใจ มหาวิทยาลัยที่ต้องการเข้ารับการจัดอันดับต้องส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปยัง University of Indonesia โดยเกณฑ์ตัวชี้วัดแบ่งออกเป็น 6 หมวดใหญ่ประกอบด้วย (1) สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน (2) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (3) ของเสีย (4) น้ำ (5) การขนส่ง และ (6) การศึกษา แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

การให้น้ำหนักคะแนนตามตัวชี้วัดของยูไอ เมตริก

ข้อ	หมวด	ร้อยละของคะแนนทั้งหมด
1	สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน	15 %
2	พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	21 %
3	ของเสีย	18 %
4	น้ำ	10 %
5	การขนส่ง	18 %
6	การศึกษา	18 %
รวมทั้งหมด		100 %

ตาราง 1 แสดงให้เห็นถึงหมวดของการให้คะแนนในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ตามเกณฑ์ของ UI Green Metric ซึ่งในหมวดของสถานที่และโครงสร้างพื้นฐานมีตัวชี้วัด เช่น สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ทั้งหมด สัดส่วนของพื้นที่เปิดโล่งต่อจำนวนประชากรของวิทยาเขต พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้ปลูกต้นไม้ งบประมาณของมหาวิทยาลัยในส่วนของความพยายามเพื่อความยั่งยืน พื้นที่ในวิทยาเขตที่ใช้เป็นพื้นที่ดูดซับน้ำ พื้นที่ในวิทยาเขตที่มีลักษณะเป็นป่า เป็นต้น หมวดพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีตัวชี้วัด เช่น การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อประชากรของวิทยาเขต การดำเนินงานโครงการอาคารอัจฉริยะ โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น หมวดของเสีย มีตัวชี้วัด เช่น โครงการลดการใช้กระดาษและพลาสติกในวิทยาเขต โครงการนำของเสียในมหาวิทยาลัยกลับมาใช้ใหม่ การจัดการของเสียเป็นพิษ การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น หมวดน้ำ มีตัวชี้วัด เช่น โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ การใช้น้ำที่ทำการบำบัดแล้ว เป็นต้น หมวดการขนส่ง มีตัวชี้วัด เช่น การลดพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล โครงการริเริ่มด้านการขนส่งเพื่อลดจำนวนรถส่วนบุคคลในวิทยาเขต นโยบายเกี่ยวกับรถจักรยานและการเดินเท้าภายในวิทยาเขต เป็นต้น หมวดการศึกษา มีตัวชี้วัด เช่น สัดส่วนของรายวิชาเกี่ยวกับความยั่งยืนต่อรายวิชา/หลักสูตรทั้งหมด กิจกรรมด้านความยั่งยืน เว็บไซต์เกี่ยวกับความยั่งยืน สัดส่วนของทุนวิจัยด้านความยั่งยืนกับทุนวิจัยทั้งหมด เป็นต้น

ในปี 2553 University Indonesia--UI ได้จัดทำ UI Green Metric World University Ranking สำหรับมหาวิทยาลัยเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ระบบการจัดอันดับนี้สอดคล้องกับพื้นฐานของความยั่งยืนในการอุดมศึกษา ระบบการให้คะแนนสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับมหาวิทยาลัยเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ในวิทยาเขตของตนนับตั้งแต่เปิดสอนครั้งแรก มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วโลกก็ได้มีส่วนร่วมในระบบการจัดอันดับรวมถึงมหาวิทยาลัยในประเทศไทยด้วย การศึกษาค้างนี้เป็นการเปรียบเทียบการรับรู้ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในมหาวิทยาลัยสีเขียวและนอกมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทยเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อการปฏิบัติอย่างยั่งยืนและการรับรู้คุณภาพชีวิต

ในวิทยาเขตของตน (Tiyarattanachai & Hollmann, 2016) ศึกษาพบว่าผู้มีส่วนได้เสียในมหาวิทยาลัยสีเขียวมีความพึงพอใจและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผู้มีส่วนได้เสียจากมหาวิทยาลัยที่ไม่ได้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยควรใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการจัดอันดับมหาวิทยาลัย UI Green Metric World University เพื่อให้เกิดความยั่งยืนที่ดีขึ้นในวิทยาเขตของตนและปรับปรุงคุณภาพชีวิตของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Goyal & Gupta, 2014) พบว่าสถาบันการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างอนาคตของสิ่งแวดล้อม การศึกษาให้โอกาสสำหรับนักเรียนที่จะกลายเป็นพลเมืองที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากการได้รับการศึกษา

การศึกษามหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทย

กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า การเตรียมความพร้อมเพื่อก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืนสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีเงื่อนไขหลักที่เป็นสำหรับข้อจำกัดที่แตกต่างกัน คือ งบประมาณ จำนวนนักศึกษา และสภาพแวดล้อม ซึ่งจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมด้านนโยบายที่สอดคล้องกับเงื่อนไขดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและชัดเจน แนวทางปฏิบัติและแผนงานจำเป็นต้องมีความสอดคล้องชัดเจน และสุดท้ายควรมีการกำหนดผู้ดูแลรับผิดชอบแต่ละแผนงานอย่างชัดเจนเช่นเดียวกันเพื่อความต่อเนื่องของแผนงาน โดยดำเนินการภายใต้หลักการที่ได้ทำการศึกษามาแล้วข้างต้นอีกทั้งการเตรียมความพร้อมเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ยั่งยืนยังต้อง ประกอบด้วย โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพและพอเพียง มีการควบคุมมลภาวะที่ดี มีระบบจัดการ ขยะ น้ำเสีย อย่างเหมาะสมมีระบบการขนส่งที่สะดวกสบาย และประหยัด (Srisathit, 2016)

แนวทางการปรับปรุงภูมิทัศน์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภายใต้แนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียว จากการศึกษาสามารถสรุปปัจจัยและตัวชี้วัดของแนวทางการพัฒนาสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวได้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพื้นที่สีเขียว ด้านการจัดการของเสีย ด้านการจัดการน้ำ ด้านการลดคาร์บอนไดออกไซด์จากการสัญจร และด้านพลังงาน ผลจากการเก็บข้อมูลสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ พบว่า ปัจจัยที่เป็นไปตามเป้าหมาย ได้แก่ ด้านพื้นที่สีเขียว และด้านการจัดการน้ำ ผลจากการเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลในด้านการจัดการทางกายภาพ พบว่า ปัจจัยที่เป็นไปตามเป้าหมาย ได้แก่ ด้านพลังงาน และด้านการจัดการของเสีย ผลจากการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพอใจมากที่สุดในด้านพื้นที่สีเขียว ส่วนด้านการลดคาร์บอนไดออกไซด์จากการสัญจรได้รับความพึงพอใจน้อยที่สุดและต้องการให้ ปรับปรุงมากที่สุด โดยส่วนใหญ่มีความเห็นด้วยกับแนวทางการปรับปรุงภูมิทัศน์ภายใต้แนวคิด มหาวิทยาลัยสีเขียว (Suebpru, 2014)

กรณีศึกษามหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง โดยกำหนดนโยบายและแนวทางปฏิบัติสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวมีตัวชี้วัดหลัก 6 ด้าน คือ (1) การมีส่วนร่วมของประชากรภายในและชุมชน โดยรอบ (2) คุณภาพชีวิตที่ดี (3) ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (4) การรักษาสภาพแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน (5) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการใช้พลังงานทดแทน (6) สภาพเศรษฐกิจของมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบ โดยใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 411 คน คือ ประชากร มหาวิทยาลัยและชุมชน โดยรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างใน ภาพรวมให้ความสำคัญในด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ด้านคุณภาพชีวิตที่ดี ด้านการรักษาสภาพแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน ด้านการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการใช้พลังงานทดแทน ด้านสภาพเศรษฐกิจที่ดีของมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบ และด้านการมีส่วนร่วมของประชากรภายในและชุมชนโดยรอบ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุงสามารถรองรับการขยายตัวในอนาคตตามแผนพัฒนาการศึกษา 15 ปี และสามารถกำหนด ยุทธศาสตร์/แผนงาน/โครงการ สู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Buakaw, 2016)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีจุดเริ่มต้นการดำเนินงานจากด้านสิ่งแวดล้อมสีเขียว พร้อมกับการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืน (1) ด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและปรับปรุงทัศนียภาพในแนวตั้ง มีการจัดการด้านพื้นที่โดยกำหนดรูปแบบการดำเนินงานภายใต้พื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยที่ไม่ลดลงไปจากเดิม มีการตรวจสอบ

การก่อสร้างอาคารจากหน่วยงานภายใน มหาวิทยาลัย มีการจัดแบ่งกิจกรรม (zone) ของแต่ละอาคารตามการใช้งานของอาคารนั้นๆให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน (2) ด้านพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานแต่ละหน่วยงานภายใน

มหาวิทยาลัยเพื่อให้เกิดโครงการที่สามารถลดใช้พลังงานและนำข้อมูลที่เก็บได้มาพัฒนาเป็นการดำเนินงานด้านพลังงานทดแทนภายในมหาวิทยาลัย เช่น การติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าในบางอาคารของมหาวิทยาลัย (3) ด้านของเสีย มีการจัดตั้งธนาคารขยะ มีการจัดทำระบบแยกของเสียอันตราย เช่น สารเคมี น้ำเสียจากการใช้สารเคมี เป็นต้น มีการเก็บข้อมูลขยะเพื่อให้เกิดการคัดแยกอย่างมีระบบ มีการนำเศษใบไม้มาจัดทำเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ในมหาวิทยาลัย มีนโยบายในการลดปริมาณ การใช้ถุงพลาสติกในอาคารบางแห่ง เช่น การห้ามนำถุงพลาสติกเข้าภายในอาคารแห่งนั้น (4) ด้านน้ำ มีระบบบำบัดน้ำเสียภายในมหาวิทยาลัย มีการเก็บข้อมูลน้ำเสียของอาคารแต่ละแห่งเพื่อให้เกิดระบบบำบัดที่ถูกต้อง มีการนำน้ำจากคลองโดยรอบมหาวิทยาลัยมาใช้ รดน้ำต้นไม้ภายในมหาวิทยาลัย (5) ด้านการขนส่ง มีการรณรงค์การเดินทางโดยใช้จักรยาน มีการก่อสร้าง เส้นทางออกกำลังกายสำหรับบุคลากรและนักศึกษา เพื่อสนับสนุนการใช้รถจักรยาน มีบริการรถรับ-ส่งโดยรอบมหาวิทยาลัย มีการจำกัดที่จอดรถตามอาคารต่าง ๆ โดยรอบมหาวิทยาลัย มีการวางแผนเส้นทางโดยรอบมหาวิทยาลัยในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล โดยการเดินรถทางเดียวโดยรอบพื้นที่ในช่วงโมงเร่งด่วนเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่อากาศ (6) ด้านการศึกษา มหาวิทยาลัยให้การสนับสนุนโครงการวิจัยของบุคลากรที่ช่วยส่งเสริมการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืน โดยมีเป้าหมายการทำวิจัยคือ การนำไปใช้ได้จริง และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีการดำเนินงานโดยจุดเริ่มต้นคือเส้นทางจักรยานให้กับนักศึกษาและดำเนินงานตามจุดเริ่มต้นของผังแม่บทธรรมศาสตร์ 100 ปี โดยร่วมกับการส่งเสริมด้านสิ่งแวดล้อม (1) ด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน มีการปรับปรุงภูมิทัศน์ภายในมหาวิทยาลัย โดยเน้นการปลูกต้นไม้ร่วมกับการดูแลสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย (2) ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มหาวิทยาลัยได้รับการ สนับสนุนจาก

การไฟฟ้าในการดำเนินโครงการเปลี่ยนหลอดไฟในห้องเรียน รวมทั้งบริเวณทางเดิน มีการรณรงค์การมีวินัยในการประหยัดไฟ มีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนให้กับระบบไฟฟ้า มีการจัดตั้งกองทุนมหาวิทยาลัยยั่งยืนเพื่อเป็นกองกลางในการจัดการพลังงานภายในมหาวิทยาลัย มีการตั้งเป้าหมายในการใช้พลังงานทดแทนจากโครงการ Net zero energy มีโครงการ Thammasat climate action เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืน (3) ด้านของเสีย มหาวิทยาลัยมีความร่วมมือกับสถาบันบรรจุก๊าซสร้างร่วมมือในการคัดแยกขยะ มีนโยบายในการลดการใช้ถุงพลาสติก และนโยบายห้ามใช้ถุงพลาสติกกับผู้บริโภคในร้านสะดวกซื้อของมหาวิทยาลัย มีนโยบายมุ่งเพื่อการเป็น Zero waste มีการสร้างโรงคัดแยกขยะเพื่อแยกขยะอินทรีย์และขยะพลาสติกโดยนำขยะอินทรีย์ที่แยกได้ภายในมหาวิทยาลัยไปหมักเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้ภายในมหาวิทยาลัย (4) ด้านน้ำ มีนโยบายในการนำน้ำจากบ่อน้ำธรรมชาติมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้แทนน้ำประปา มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อการประหยัดน้ำ มีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ท่อรับน้ำภายในมหาวิทยาลัย (5) ด้านการขนส่ง มหาวิทยาลัยมีหน่วยงานสนับสนุนในการส่งเสริมการใช้ จักรยานในโครงการ Bike sharing โดยมีผู้บริหารเป็นแกนนำในการปฏิบัติ มีการสนับสนุนการขนส่งด้วยพลังงานสะอาด มีการประยุกต์นำแผงโซลาร์เซลล์มาติดตั้งบนหลังคารถรับ-ส่งด้วยระบบไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัย มีโครงการ Smart Travelling เพื่อลดปริมาณคาร์บอนไดร็อกไซด์ภายในมหาวิทยาลัย มีนโยบายในการวางแผนการจำกัดอาคารจอดรถภายในมหาวิทยาลัย มีโครงการรถมอเตอร์ไซด์รับจ้างจากพลังงานทดแทน (6) ด้านการศึกษา มหาวิทยาลัยมีการจัดทำอุทยานการเรียนรู้ Green Roof เพื่อเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืน มีการจัดการอบรมด้านความปลอดภัยยั่งยืนให้นักศึกษาเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการปลูกฝัง มีทุนวิจัยในด้านการอนุรักษ์พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และด้านมหาวิทยาลัยยั่งยืนมีการบรรยายวิชาด้านสิ่งแวดล้อมด้านความยั่งยืนอยู่ในรายวิชาบังคับรวมถึงให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติในรายวิชาเหล่านั้น มีการส่งเสริมให้มีการศึกษาดูงานภายนอกในรายวิชาความยั่งยืนโดยนำกระบวนการ Active Learning มาใช้ในรายวิชา (Dangsawang, 2017)

แนวทางการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว

จากการศึกษาการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทย พบว่า จุดเริ่มต้นของเกณฑ์หรือวิธีการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวคือการเข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของ ยู ไอ กรีนเมตริก ทำให้มีการดำเนินงานตามเกณฑ์ที่ ยู ไอ กรีนเมตริกกำหนด ดังเช่น (Sittthipitaks, 2015) กล่าวว่า มหาวิทยาลัยในประเทศไทยมีแนวทางการดำเนินงานเบื้องต้นตามเกณฑ์ ของ UI Green Metric และเข้าร่วมการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งทำให้มหาวิทยาลัยนั้นได้มีการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพของสิ่งแวดล้อม การขาดแคลนทรัพยากร และความต้องการเพื่อความยั่งยืน ซึ่งจะเป็นสิ่งกระตุ้นเพื่อสร้างแรงกดดันให้กับมหาวิทยาลัยในการพัฒนาอันดับปีถัด ๆ ไป โดยมหาวิทยาลัยในประเทศไทยนั้นมีการเข้าร่วมการจัดอันดับเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี แสดงให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยในประเทศไทยมีความตื่นตัวและให้ความสำคัญกับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ ของเสีย และปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมมนุษย์ รวมทั้งเพื่อพัฒนาเป็นมหาวิทยาลัยยั่งยืนโดยแนวคิดและแนวปฏิบัติของมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศและต่างประเทศ คือ (1) การสร้างความเป็นผู้นำและการยอมรับในระดับชาติและนานาชาติ (2) ความร่วมมือกันของบุคลากรทุกระดับ รวมถึงนิสิตนักศึกษา (3) การบริหารจัดการทรัพยากรในมหาวิทยาลัยให้เกิดประโยชน์ (4) การบริหารจัดการสภาพแวดล้อมทางกายภาพและอาคารให้มีประสิทธิภาพ (5) ประกาศนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียวโดยสนับสนุนจากคณะผู้บริหาร (6) การสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้กับนิสิตนักศึกษาและบุคลากรทุกระดับ (7) การถ่ายทอดองค์ความรู้ไปบริการวิชาการให้กับชุมชนสังคม

ดังนั้นแนวทางในการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ครอบคลุมทั้งหมด 6 ส่วน คือ

1. สถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน มุ่งเน้นจำนวนของพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากร รวมถึงงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาจากข้อมูลด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย แนวคิดของมหาวิทยาลัยเรื่องความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยได้จัดให้มีพื้นที่สีเขียวมากขึ้น รวมถึงปกป้องสิ่งแวดล้อมและพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน

2. พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มุ่งเน้นปริมาณการใช้พลังงานขององค์กรเป็นหลัก และพิจารณาจากการใช้งานอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การดำเนินงานของตึกฉลาด อาคารอัตโนมัติ อาคารอัจฉริยะ นโยบายการใช้พลังงานทดแทน การใช้ไฟฟ้าทั้งหมด โครงการอนุรักษ์พลังงาน องค์ประกอบของอาคารสีเขียว การปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโครงการเพื่อช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลง นโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3. ของเสีย พิจารณาจากการจัดการของเสียและกิจกรรมการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เป็นปัจจัยหลักในการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน กิจกรรมของเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยและนักศึกษาในวิทยาเขตทำให้เกิดของเสียจำนวนมากที่สุด

4. น้ำ มุ่งเน้นปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำและการนำทรัพยากรน้ำกลับมาใช้ใหม่ พิจารณาจากการกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยลดการใช้น้ำ เพิ่มโครงการอนุรักษ์น้ำและปกป้องผู้อาศัย โครงการอนุรักษ์น้ำ โครงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ การใช้อุปกรณ์ ประหยัดน้ำ และการใช้น้ำที่ปรับคุณภาพแล้ว

5. การขนส่ง มุ่งเน้นเรื่องของการใช้ระบบรถร่วมสาธารณะ และการลดปริมาณยานพาหนะที่ใช้พลังงานฟอสซิลภายในมหาวิทยาลัยเป็นหลัก พิจารณาจากเรื่องการปล่อยคาร์บอนและระดับมลพิษในมหาวิทยาลัย นโยบายการขนส่งเพื่อจำกัดจำนวนยานยนต์ในวิทยาเขต การใช้รถโดยสารของวิทยาเขตและรถจักรยานจะช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น นโยบายเรื่องการเดินเท้าจะกระตุ้นให้นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ใช้การเดินในวิทยาเขตและเลี่ยงการใช้รถส่วนตัว การใช้ขนส่งสาธารณะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในมหาวิทยาลัย

6. การศึกษา พิจารณาจำนวนรายวิชาหรือหลักสูตรเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนที่เปิดสอน ทุนวิจัยสำหรับงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จำนวนสิ่งพิมพ์ทางวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จำนวนการจัดงานด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน จำนวนองค์กรนักศึกษาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน และการมีเว็บไซต์เกี่ยวกับความยั่งยืนที่ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัย

ปัจจัยความสำเร็จในการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว

สิ่งสำคัญในการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว คือ การขับเคลื่อนนโยบายและวิสัยทัศน์จากผู้บริหารมหาวิทยาลัยซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นในการดำเนินงาน การกำหนดแผนยุทธศาสตร์ การกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน การกำหนดแผนแม่บทในการดำเนินงาน รวมทั้งการกำหนดผู้รับผิดชอบหรือการจัดตั้งหน่วยงานในการรับผิดชอบการดำเนินงานด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการดำเนินงานและการพัฒนาที่ยั่งยืน

Dangsawang (2017) กล่าวว่า ปัจจัยภายในที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานที่สำคัญที่สุด คือ แนวคิด ทักษะคติของผู้บริหารมหาวิทยาลัย ที่มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงาน นอกจากนี้ยังรวมถึงการให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามนโยบายของบุคลากรและนักศึกษา รวมถึงปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงาน คือ การได้รับความร่วมมือจากสังคมและชุมชนโดยรอบซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความสำเร็จ และการสร้างเครือข่ายมหาวิทยาลัยกับมหาวิทยาลัยแห่งอื่นๆทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลโครงการ/กิจกรรม

Rodtusana (2015) กล่าวว่า ปัจจัยความสำเร็จของการก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวมี 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 การกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ต้องมีความชัดเจนในการมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว และครอบคลุมประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน การลดการใช้พลังงานการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การจัดการของเสีย การจัดการทรัพยากรน้ำ การปรับปรุงระบบการขนส่ง การจัดการศึกษาและวิจัย และการสร้างความรู้ความตระหนัก ปัจจัยที่ 2 การมีส่วนร่วมของบุคลากรภายในและพื้นที่บริเวณโดยรอบสถาบันการศึกษา ตลอดจนการแต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยผู้บริหารและบุคลากรที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการตามนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละด้านอย่างชัดเจน ปัจจัยที่ 3 การกำหนดตัวชี้วัด เป้าหมาย และการติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการ/กิจกรรมตามนโยบายสิ่งแวดล้อมในแต่ละด้านของแต่ละปีอย่างชัดเจนและสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงและความสำเร็จ

ของการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย ปัจจุบันที่ 4 การบูรณาการกิจกรรม/โครงการด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับการดำเนินงานตามพันธกิจในแต่ละด้าน โดยต้องครอบคลุมด้านการเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการ กิจกรรมพัฒนานักศึกษา ตลอดจนการออกแบบทางด้านภูมิสถาปัตย์ที่คำนึงถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและลดการใช้พลังงาน และปัจจุบันที่ 5 การพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการนำองค์ความรู้และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้ เช่น การจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เป็นต้น ซึ่งหากมหาวิทยาลัยใดได้มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับบริบทของตนเองอย่างต่อเนื่องและดำเนินการตามปัจจัยความสำเร็จดังกล่าวข้างต้นก็จะเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่มีการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

บทสรุป

มหาวิทยาลัยถือเป็นองค์กรหนึ่งที่สำคัญในการปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่เยาวชนและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย การจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยที่ดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องสร้างความร่วมมือกันของทุกภาคส่วน ทุกหน่วยงาน ตลอดจนผู้เข้ามาใช้งานในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยให้มีความตระหนักในเรื่องของการรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อให้การดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยให้ประสบความสำเร็จและเกิดความยั่งยืน ซึ่งแต่ละมหาวิทยาลัยจะมีเงื่อนไขในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันในด้านพื้นที่ ที่ตั้ง และบริบทที่ค่อนข้างแตกต่างกันของแต่ละมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยที่มีพื้นที่อยู่ในเขตเมืองอาจทำให้สัดส่วนของพื้นที่สีเขียวที่น้อยกว่าหรือมีขอบเขตที่จำกัดกว่ามหาวิทยาลัยที่มีพื้นที่นอกตัวเมือง หรือแม้แต่องค์ประกอบในการจัดสรรเพื่อดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยแต่ละแห่งที่อาจมีการให้ความสำคัญที่แตกต่างกัน และการดำเนินงานเพื่อเป็นแบบอย่างของผู้บริหารซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเป็นแรงผลักดันและเกิดแรงกระตุ้นในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม การสร้างกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกในการรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนวทางในการดำเนินงานมี ดังนี้

1. ด้านสถานที่และโครงสร้างพื้นฐาน มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การสร้างวัฒนธรรมในการปลูกต้นไม้ภายในมหาวิทยาลัยในวันสำคัญต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียว โครงการปลูกต้นไม้ในวันรับน้องหรือวันเปิดภาคการศึกษา เป็นต้น

2. ด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การปลูกฝังเรื่องการประหยัดพลังงานซึ่งอาจกระทำได้โดยการสร้างกิจกรรมการแข่งขันปริมาณการใช้ไฟของแต่ละอาคารมีผลตอบแทนเป็นรางวัลเพื่อสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติให้กับบุคลากร

3. ด้านของเสีย มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การรณรงค์ลดการใช้ถุงพลาสติกภายในมหาวิทยาลัย การรณรงค์ให้ใช้แก้วน้ำหรือกระบอกน้ำส่วนตัวแทนการใช้แก้ว และหลอดพลาสติก เพื่อลดปริมาณขยะพลาสติกภายในมหาวิทยาลัย การใช้กระดาษทั้งสองหน้าเพื่อลดปริมาณขยะ การจัดตั้งธนาคารขยะเพื่อสร้างแรงจูงใจในการคัดแยกขยะให้กับนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย

4. ด้านการจัดการน้ำ มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การสร้างบ่อน้ำธรรมชาติหรือการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้แทนน้ำประปา

5. ด้านการขนส่ง มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การรณรงค์ให้ใช้รถบริการของมหาวิทยาลัยแทนการใช้รถส่วนบุคคล การทำทางเดินเท้าที่สะดวก ปลอดภัย เพื่อจูงใจให้บุคลากรและนักศึกษาใช้ทางเดินเท้ามากขึ้น

6. ด้านการศึกษา มีแนวทางในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การสอดแทรกเรื่องสิ่งแวดล้อมเข้าไปในรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการสร้างจิตสำนึกและกระตุ้นความตระหนักในเรื่องการใช้ทรัพยากร ความเสื่อมโทรมจากการใช้ทรัพยากร และในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม การจัดตั้งชมรมนักศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

นอกจากนี้ควรมีการจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมโดยตรงเพื่อให้การดำเนินงานภายในมหาวิทยาลัยเกิดความต่อเนื่องและยั่งยืน รวมไปถึงการวางแผนแม่บทในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ รวมถึงด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการสร้างแนวทางหรือบรรทัดฐานในการบริหารงานให้กับผู้บริหาร

มหาวิทยาลัย ซึ่งหากบุคลากรและนักศึกษาได้มีการปรับตัวและดำเนินงานตามนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยนอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะ ลดการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยแล้วยังเป็นการสร้างจิตสำนึกและความตระหนักในการใช้ชีวิตประจำวันในที่ต่าง ๆ อีกด้วย



References

- Academic Focus. (2017). *Plastics: Extraneous material that affect life and environment*. Retrieved from https://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_w3c/ewt_dl_link.php?nid=45207. (in Thai)
- Buakaw, T. (2012). *Policy and strategy formation towards "Green University": A case of Thaksin University, Phatthalung Campus*. Master of Urban and Regional Planning Program in Urban and Environment Planning, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- Dangsawang, S. (2017). *Guidelines for University development according to sustainable University*. Master of Science, National Institute of Development Administration. (in Thai)
- Goyal, E., & Gupta, M. (2014). Moving toward socially and environmentally responsible management education a case study of Mumbai. *Applied Environmental Education & Communication*, 13(3), 146-161.
- Office of the Prime Minister. (2016). *The twelfth national economic and social development plan (2017-2021)*. Retrieved from https://data.opendevelopmentmekong.net/dataset/edbdae42-0d8b-475f-ab9e-402fd34095f6/resource/221befc5-3058-402a-9d31-279ac5bba4ec/download/nesdp_12th_th_article_20170202134836.pdf. (in Thai)
- Pollution Control Department. (2017). *Join hands to solve PM 2.5 dust problems, focusing on solving at the origin*. Retrieved from http://www.pcd.go.th/file/Plan_for_solving_dust_pollution_problems.pdf. ISBN: 978-616-316-535-0. (in Thai)
- Rodtusana, I. (2015). Green University. *HCU Journal*, 18(36), 171-188. (in Thai)
- Shouchupon, A. (2017). The study of problems about solid waste management of Rajabhat University in the Central Region. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 12(3), 11-21. (in Thai)
- Sitthipitaks, M. (2015). *Development of a sustainable Green University model for Thai Higher Education Institutions*. Doctor of Philosophy Program in Higher Education, Chulalongkorn University. (in Thai)

- Srisathit, W. (2016). *The preparation for Green University policy the case study of Rajabhat University*. Master of Architecture, Mahasarakham University. (in Thai)
- Suebpru, C. (2014). *Landscape improvement guidelines for Khon Kaen University under green campus concept*. Master of Landscape Architecture Program in Landscape, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Tiyarattanachai, R., & Hollmann, N. M. (2016). Green campus initiative and its impacts on quality of life of stakeholders in Green and Non-Green Campus Universities. *SpringerPlus*, 5, 84. doi:10.1186/s40064-016-1697-4.
- UI Green Metric Secretariat. (2017). *Guideline UI Green Metric 2017*. Retrieved from http://greenmetric.ui.ac.id/wp-content/uploads/2015/07/UI-GreenMetric-Guideline-2017_Thai.pdf. (in Thai)



Investigation of Factors for Students' Decisions to Study at Phetchabun Rajabhat University by Using Data Mining Techniques

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

Jetsadaporn Pakamwang¹, Kan Khoomsab¹ and Kriengkri Timsorn¹

เจษฎาพร ปาคำวัง¹, กาญจน์ คุ่มทรัพย์¹ และ เกียรติกร ทิมสร¹

¹Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Received: January 14, 2019

Revised: April 20, 2019

Accepted: April 26, 2019

Abstract

This study presents the use of data mining for investigation of important factors that affect students' decisions for studying at Phetchabun Rajabhat University. 400 students, including 200 freshmen of Phetchabun Rajabhat University and 200 other freshmen from the other universities, were studied based on questionnaires that had 14 attributes. Score values were collected from the attributes and input data were first analyzed for data classification by ANN and decision tree techniques. 10-fold cross validation and RMSE values were also employed to evaluate classification accuracy. Then, factor identification based on filter ranking method was investigated. Its results were explained by decision tree visualization and IF-THEN rules. The results showed that 400 students were correctly classified into two groups (1) freshmen group from Phetchabun Rajabhat University and (2) freshmen group from the other universities. The classification accuracy of ANN and decision tree was 93.00% and 88.25%, respectively. RMSE (root-mean-square deviation) values were 0.2574 and 0.3031, respectively. Based on filter ranking method, the identified factors affecting students' decisions were ranked as university brand recognition, family income, and number of majors, university location, parents' careers and modern curriculum, respectively. From these results, data mining techniques with ANN and decision tree are useful for data processing and they provide meaningful information for university admission system analysis as well as other applications.

Keywords: data mining, artificial neural network, decision tree, attributes selection, data science

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ของนักศึกษาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม 14 คุณลักษณะจากนักศึกษาจำนวน 400 คน แบ่งเป็นนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 200 คน และอีก 200 คน เป็นนักศึกษาใหม่จากสถาบันอื่น ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณลักษณะเบื้องต้น โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network--ANN) และเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) เพื่อจำแนกข้อมูล ซึ่งมีวิธีการวัดความแม่นยำในการจำแนกจากค่าประสิทธิภาพของโมเดลด้วยการตรวจสอบไขว้จากการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation) และค่า RMSE (Root Mean Squared Error--RMSE) หลังจากได้ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นแล้ว ในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูลด้วย filter ranker method แสดงผลและอธิบายด้วยแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจและกฎ IF-THEN ผลการวิจัยพบว่า การจำแนกนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2) กลุ่มนักศึกษาใหม่จากสถาบันอื่น ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีความแม่นยำเป็น 93.00% และ 88.25% ตามลำดับ และมีค่า RMSE เป็น 0.2574 และ 0.3031 ตามลำดับ คุณลักษณะที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของนักศึกษาได้แก่ ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย รายได้ของผู้ปกครอง จำนวนหลักสูตร ที่ตั้งของมหาวิทยาลัย อาชีพของผู้ปกครอง และความทันสมัยของหลักสูตร ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคเหมืองข้อมูลมีประโยชน์ในการจัดการข้อมูลและให้ข้อมูลที่มีความหมายที่สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาหาวิธีการเพิ่มจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยได้

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูล, โครงข่ายประสาทเทียม, ต้นไม้ตัดสินใจ, การเลือกคุณลักษณะ, วิทยาศาสตร์ข้อมูล



Introduction

Nowadays, one of the major problems for a group of Rajabhat University is mainly related to a decrease in a number of freshmen (Ippoodom, 2017). It needs to quickly solve the problem for Rajabhat universities. Different factors that affect high school student's decision to study in universities such as interesting and various curriculums, university locations, facilities as well as student's family background should be investigated for understanding of student's decision. Knowing these factors is very useful for a group of Rajabhat University to improve admission system and increase a number of freshmen, especially for

high school students in locals. Data mining has increased great attention in data analysis which includes classification, prediction, clustering, data visualization and pattern recognition (Liao et al., 2012). It is the process of analyzing and discovering the patterns of large data sets that contain correlated variables and transforms them into meaningful information (Angeli et al., 2017; Kaur et al., 2015; Natek & Zwilling, 2014; Sen & Ucar, 2012; Ahmed et al., 2017). The methods used for data mining involve machine learning and statistics, e.g., Artificial Neural Networks--ANN, Decision Tree--DT, Principal Component Analysis--PCA and Support Vector Machine--SVM (Jones et al., 2016; Jothi et al., 2015)

These methods have been successfully studied and applied to different applications including education (Kaur et al., 2015; Sen & Ucar, 2012; Sen et al., 2012; Rodrigues et al., 2018), sensor technology (Timsorn et al., 2016; Timsorn et al., 2017) and marketing (Hsu, 2009; Ozyirmidokuz et al., 2015; Packianather et al., 2017) etc. For ANN and decision tree, they show unique data process compared with the other techniques. ANN well performs for a complexity system with many correlated variables and provides a high degree of accuracy (Ahmad, 2017; Schmitz et al., 1999; Deng et al., 2008; Han & Kamber, 2006). Decision tree is very useful for interpretation of relationship between input and output data (Pu et al., 2018; Schmitz et al., 1999; Panto & Theantong, 2014). Sittichat (Sittichat, 2017) successfully studied educational attributes to estimate student's achievement in Calculus I for Engineer course using data mining with ANN and decision tree. Tsai et al. (Tsai et al., 2017) applied statistical analysis and conjoint analysis to study factors which affect international students' decision for selecting universities in Taiwan.

In this study, we propose data mining technique for investigation of important factors that affect student's decision for studying at Phetchabun Rajabhat University. ANN and decision tree methods were used for data classification based on score values of 14 attributes corresponding to information of Phetchabun Rajabhat university and student's

family background, which were collected from 400 freshmen from Phetchabun Rajabhat university and other universities. It should be noted that these 14 selected attributes are based on three main factors (Tsai et al., 2017; Phang, 2012) including; (1) Institutional Image and Environment (university fame, university activity, graduate quality, university location, facility, university environment, lecturer quality and university administration), (2) Desired program/course (modern curriculum, curriculum number, employment and student moral) and (3) Influences and recommendation from family (parent career and family income). The important factors were identified using filter ranker method with decision tree.

Research Objective

The objective of this study is to use data mining technique for investigation of important factors that affect student's decision for studying at Phetchabun Rajabhat University.

Materials and Methods

Research plan

The research diagram of this study is presented in Fig. 1. It consists of five steps; (1) Data collection and preparation, (2) Model building, (3) Testing and evaluation, (4) Attribute identification and (5) Results and discussion.

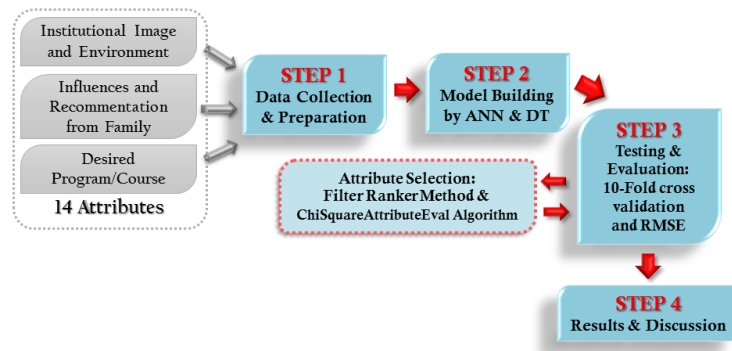


Figure 1 Investigation diagram used in this work.

Data Collection and Preparation

In this step, score values of 14 attributes on questionnaires were collected from 400 undergraduate students in the first semester of 2018, 200 freshmen of Phetchabun Rajabhat University and 200 freshmen from the other universities. 14 attribute details with their score values are shown in Table 1. To cleaning data, the missing data were replaced with mean values of data by using replace missing values option in WEKA. Then, data were normalized and arranged in a MxN matrix format. M and N represent rows of data number (400 student data) and columns of attributes (14 attributes), respectively.

Classification Model Building

For the step, ANN and decision tree methods were employed to build classification models using 3.9.2 version of WEKA program. It should be noted that ANN is a machine learning method based on concept of neural network system of human

brain. The ANN purpose is to convert inputs into meaningful outputs. The ANN model for this study was a multilayer perceptron--MLP as shown in Fig. 2. It consists of three main layers; input layer, hidden layer and output layer. Nodes in the input layer receive input data and distribute them into nodes in the hidden layer. Nodes in the hidden layer weight their inputs with the strengths of the respective connections from the input layer and sum them. The outputs of nodes in the hidden layer can be calculated as follows (Deng et al., 2008; Lou & Nakai, 2001):

$$y = \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (1)$$

Where y is an output of each node in the hidden layer, x_i is input data and w_i is the strengths of respective connections.

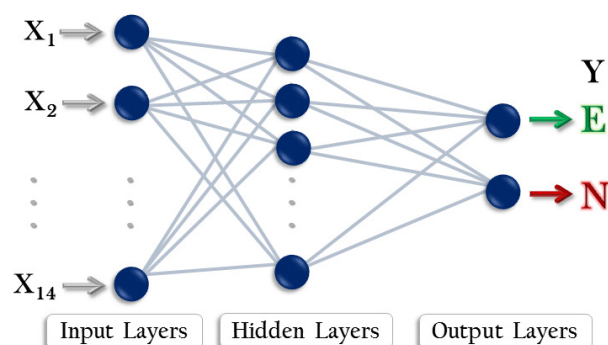


Figure 2 ANN network used for data classification

Note, Adapted from “Evaluation of bacterial population on chicken meats using a briefcase electronic nose”. by Timsorn, K., Thoopboochagorn, T., Lertwattanasakul, N., & Wongchoosuk, C., 2016, *Biosystems Engineering*, 151(1), 116-125. ©2016 by IAgRE. Elsevier.

In this study, the number of nodes in the input layer was 14 attributes and the number of nodes in the output layer was 2 classes; E (enroll at Phetchabun Rajabhat university) and N (not enroll).

Decision tree is a classification algorithm that divides a data set into smaller subdivision on the basis of a set of tests for decision making (Pu et al., 2018). Its network resembles a tree including root nodes, internal nodes (branch nodes) and leaf nodes (Pu et al., 2018; Lui et al., 2018). The root nodes include test data samples and the leaf nodes present decision results. The objective of decision tree is to build a model that can classify data samples into the same category with optimal partition attributes (Pu et al., 2018). Moreover, tree representative is easy to understand its classification principles based on IF-THEN rules (Pu et al., 2018; Lui et al., 2018).

Model Evaluation

To evaluate the classification model, 10-fold cross validation and Root Mean Square Error (RMSE) were performed. The 10-fold cross validation is the method that divides the data into 10 equal sets. Nine sets are used as a training

set and the other set is used for a testing set (Sittichat, 2017). Then, they are alternatively repeated to cover a series of 10 data sets. RMSE is error measurement between the actual data and the classified data.

Attribute Identification

The factors that affect student’s decision for studying at Phetchabun Rajabhat University were identified by feature selection of attributes. There are two techniques widely used for feature selection of attributes namely wrappers and filters (Ramaswami & Bhaskaran, 2009). In this study, filter ranker method with information gain values was employed. It should be noted that ranking of features (attributes) determines the importance of each attribute depending on general characteristics of data (Ramaswami & Bhaskaran, 2009). The identification process was performed using decision tree and the result was interpreted by decision tree visualization and IF-THEN rule.

Table 1*Attributes and their score values*

Attribute	Scores
Parent Career	1: Farmer 2: Sale 3: Employee 4: Private Business (such as barber, tailor, mechanic) 5: Government
Family Income	1: < 10,000 2: 10,000–20,000 3: > 20,000
University Fame	1: Strongly Disagree
University Activity	2: Disagree
Graduate Quality	3: Neither Agree/ Nor Disagree
University Location	4: Agree
Facility	5: Strongly Agree
University Environment	
Modern Curriculum	
Employment	
Curriculum Number	
Student Moral	
Lecturer Quality	
University Administrations	

Results and Discussion

1. Classification results

Table 2 shows classification results of data based on 14 attributes collected from 400 freshmen using ANN and decision tree models. From both methods, it is obviously seen that data were classified into two groups; E and N, corresponding to freshmen from Phetchabun Rajabhat University and the other universities. The overall classification accuracy of ANN and decision tree models was 93.00% and 88.25%,

respectively. RMSE values of ANN and decision tree models were 0.2574 and 0.3031, respectively. For ANN model, in the E class, 182 freshmen were correctly classified and 190 freshmen were correctly classified for the N class. In case of decision tree model, a correctly classified number of freshmen in both E and N classes were smaller than that of ANN model. The result shows that the ANN model displays better performance than that of decision tree model for classifying two groups of data samples. Unfortunately, the ANN

is difficult to interpret its result in the meaning (Schmitz et al., 1999). To identify the factors that affect student's decision, decision tree is suitable

for this purpose and its result will be discussed in the next section.

Table 2

Classification results in confusion matrix

	Enroll(E)	Not-Enroll(N)	Accuracy(%)
Artificial Neural Network (ANN)			
Enroll (E)	182	18	91.00
Not-Enroll (N)	10	190	95.00
		Overall	93.00
Decision Tree (DT)			
Enroll (E)	174	26	87.00
Not-Enroll (N)	21	179	89.50
		Overall	88.25

2. Attribute identification result

The six important attributes obtained from filter ranker method were university fame, family income, curriculum number, university location, parent career and modern curriculum. They were arranged in decision tree visualization as illustrated in Fig. 3. From the visualization, the university fame was taken as the root node while family income, curriculum number, university location, parent career and modern curriculum were internal nodes. The leaf nodes were E and N classes. The prioritization of these attributes can be described by IF-THEN rules as presented in Fig. 4. For example, if the score value of

university fame is lower than or equal 3 value, then the family income is next considered. If its score is lower than or equal 2 value, then the data samples are classified into the E class. If family income score is more than 2 value, then curriculum number is next considered, and so on. Based on filter ranker method, the decision tree visualization and IF-THEN rules, it was found that the best important factor was university fame. This indicates that students first consider the university fame for their decision. Family income and university location are the second factors for decision and then curriculum number, parent career and modern curriculum, respectively.

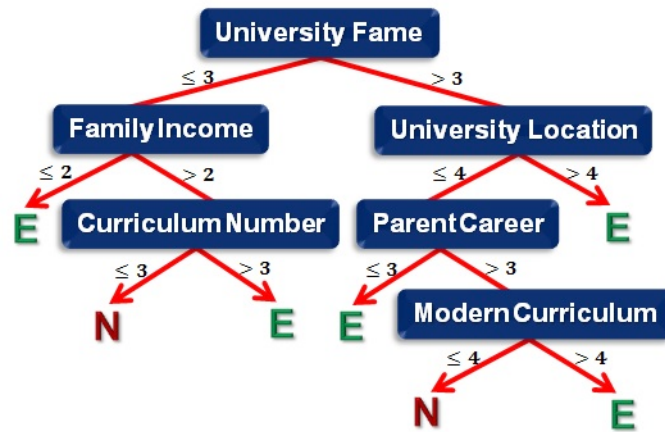


Figure 3 Generated visualization of decision tree.

- 1) IF UniversityFame > "3" AND UniversityLocation > "4"
THEN Result = "E"
- 2) IF UniversityFame > "3" AND UniversityLocation ≤ "4"
AND ParentCareer ≤ "3" THEN Result = "E"
- 3) IF UniversityFame > "3" AND UniversityLocation ≤ "4"
AND ParentCareer > "3" AND ModernCurriculum > "4"
THEN Result = "E"
- 4) IF UniversityFame ≤ "3" AND FamilyIncome ≤ "2"
THEN Result = "E"
- 5) IF UniversityFame ≤ "3" AND FamilyIncome > "2" AND
CurriculumNumber > "3" THEN Result = "E"
- 6) IF UniversityFame ≤ "3" AND FamilyIncome > "2" AND
CurriculumNumber ≤ "3" THEN Result = "N"
- IF UniversityFame > "3" AND UniversityLocation ≤ "4"
AND ParentCareer > "3" AND ModernCurriculum ≤ "4"
THEN Result = "N"

Figure 4 IF-THEN rule diagram.

Conclusions

This study investigated the important factors that affect student's decision for studying at Phetchabun Rajabhat University by using data mining with ANN and decision tree methods. 400 students, 200 freshmen from Phetchabun Rajabhat University and 200 other freshmen from other universities were studied. The main data used were score values of 14 attributes on

questionnaires. To evaluate the collected data difference based on classification models, the results show that ANN classification accuracy was higher than that of decision tree. In case of factor identification, decision tree was used. From filter ranker method for attribute selection and decision tree visualization and IF-THEN rule for interpretation, the important factors affecting student's decision are university fame, family

income, university location, curriculum number, parent career and modern curriculum, respectively. The results reveal that data mining techniques can be used to identify the factors affecting student's decision for choosing universities. Moreover, it is useful for improving admission system of a group of Rajabhat University to increase a number of freshmen.

Acknowledgements

This work was financially supported by Research and Development Institute Phetchabun Rajabhat University.



References

- Ahmad, M.W., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2017). Trees vs neurons: Comparison between random forest and ANN for high-resolution prediction of building energy consumption. *Energy and Buildings*, 147(1), 77-89.
- Ahmed, A.M., Rizaner, A., & Ulusoy, A.H. (2016). Using data mining to predict instructor performance. *Procedia Computer Science*, 102(1), 137-142.
- Angeli, C., Howard, S.K., Ma, J., & Yang, J. (2017). Data mining in educational technology classroom research: Can it make a contribution? *Computer & Education*, 113(1), 226-242.
- Deng, W.J., Chen, W.C., & Pei, W. (2008). Back-propagation neural network based importance-performance analysis for determining critical service attributes. *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1115-1125.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data mining: Concepts and techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hsu, C.H. (2009). Data mining improve industrial standards and enhance production and marketing: An empirical study in apparel industry. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4185-4191.
- Ippoodom, T. (2017). *Thai University crisis when the educational institutions wage a war for students to survive*. Retrieved from <https://thematter.co/pulse/war-of-thai-university/25611>.
- Jones, D.E., Ghandehari, H., & Facelli, J.C. (2016). A review of the applications of data mining and machine learning for the prediction of biomedical properties of nanoparticles. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 132(1), 93-103.
- Jothi, N., Rashid, N.A.A., & Husain, W. (2015). Data mining in Healthcare—A Review. *Procedia Computer Science*, 72(1), 306-313.
- Kaur, P., Singh, M., & Josan, G.S. (2015). Classification and prediction based data mining algorithms to predict slow learners in education sector. *Procedia Computer Science*, 57(1), 500-508.
- Liao, S.H., Chu, P.H., & Hsiao, P.Y. (2012). Data mining techniques and applications: A-decade review from 2000 to 2011. *Expert Systems with Applications*, 39(12), 11303-11311.

- Lou, W., & Nakai, S. (2001). Application of artificial neural networks for predicting the thermal inactivation of bacteria: A combined effect of temperature, pH and water activity. *Food Research International*, 34(7), 573-579.
- Lui, X., Li, Q., Li, T., & Chen, D. (2018). Differentially private classification with decision tree ensemble. *Applied Soft Computing*, 62, 807-816.
- Natek, S., & Zwilling, M. (2014). Student data mining solution-knowledge management system related to Higher Education Institutions. *Expert Systems with Applications*, 41(14), 6400-6407.
- Ozyirmidokuz, E.K., Uyar, K., & Ozyirmidokuz, M.H. (2015). A data mining based approach to a firm's marketing channel. *Procedia Economics and Finance*, 27, 77-84.
- Packianather, M.S., Davies, A., Harraden, S., Soman, S., & White, J. (2017). Data mining techniques applied to a manufacturing SME. *Procedia CIRP*, 62(1), 123-128.
- Panto, O., & Theantong, M. (2014). A comparative efficiency of classification of VARK learning style using data mining techniques. *Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University*, 4(1), 1-11. (in Thai)
- Phang, S.L. (2012). *Factors influencing international students' study destination decision abroad*. Master of Communication Thesis, University of Gothenburg.
- Pu, Y., Apel, D.B., & Lingga, B. (2018). Rockburst prediction in kimberlite using decision tree with incomplete data. *Journal of Sustainable Mining*, 17(3), 158-165.
- Rodrigues, M.W., Isotani, S., & Zarate, L.E. (2018). Educational data mining: A review of evaluation process in the e-learning. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1701-1717.
- Schmitz, G.J., Aldrich, C., & Gouws, F.S. (1999). ANN-DT: An algorithm for extraction of decision trees from artificial neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 10(6), 1392-401.
- Sen, B., & Ucar, E. (2012). Evaluating the achievements of computer engineering department of distance education students with data mining methods. *Procedia Technology*, 1(1), 262-267.
- Sen, B., Ucar, E., & Delen, D. (2012). Predicting and analyzing secondary education placement-test scores: A data mining approach. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 9468-9476.
- Sittichat, S. (2017). Study of educational attributes using data mining technique. *Information Technology Journal*, 13(2), 20-28. (in Thai)
- Ramaswami, M., & Bhaskaran, R. (2009). A study on feature selection techniques in educational data mining. *Journal of Computing*, 1(1), 7-11.
- Timsorn, K., Lorjaroenphon, Y., & Wongchoosuk, C. (2017). Identification of adulteration in uncooked Jasmine rice by a portable low-cost artificial olfactory system. *Measurement*, 108(1), 67-76.
- Timsorn, K., Thoopboochagorn, T., Lertwattanasakul, N., & Wongchoosuk, C. (2016). Evaluation of bacterial population on chicken meats using a briefcase electronic nose. *Biosystems Engineering*, 151(1), 116-125.
- Tsai, Y.C., Trang, L.T., & Kobori, K. (2017). Factors influencing international students to study at Universities in Taiwan. *International Journal for Innovation Education and Research*, 5(1), 1-11.



การใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยออกแบบการแลกเปลี่ยนความร้อน สำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส

Finite Element Method to Design Heat Exchangers for Gas Vapors

วิเชียร อุบลไทร¹, อรรถสิทธิ์ วงศ์เจริญ¹ และศิวพงษ์ กิ่งแก้ว¹

Wichian Ubonsai¹, Athasit Wongcharoen¹ and Siwapong Kingkaew¹

¹หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹Master of Engineering Program, King Mongkut University of Technology North Bangkok.

Received: February 12, 2019

Revised: March 20, 2019

Accepted: March 27, 2019

บทคัดย่อ

การออกแบบการแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส ใช้ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอระเหยของแก๊สที่มีอุณหภูมิสูงให้ต่ำลงจนถึงจุดที่ไอระเหยเปลี่ยนสถานะจากแก๊สกลายเป็นของเหลวเพื่อนำกลับมาใช้ได้ใหม่ และควบคุมปริมาณการปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายตามที่กฎหมายกำหนด จากการออกแบบแบบจำลองการทำงาน กำหนดอุณหภูมิน้ำ 25, 20, 15, 10, 5 °C และอุณหภูมิของเอทานอล 41 °C ของแบบจำลองการแลกเปลี่ยนความร้อน สำหรับวัสดุที่ใช้คือ ทองแดง เหล็ก และสแตนเลส ผลลัพธ์ของการจำลองการแลกเปลี่ยนความร้อนที่วัสดุคือ ทองแดงทำให้อุณหภูมิของเอทานอลลดลงมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 17.36 °C ที่อุณหภูมิน้ำ 5 °C และทำการจำลองการทำงานของอุณหภูมิน้ำที่ 5 °C และความเร็ว 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s ผลลัพธ์ที่ความเร็ว 0.05 m/s สามารถนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดีที่สุด โดยอุณหภูมิของเอทานอลมีค่าเท่ากับ 12.34 °C และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมมีค่าเท่ากับ 877.3 W/m²·°C จากผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสามารถนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากสถานะไอระเหยของแก๊สให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ เป็นไปตามทฤษฎีและสมมติฐานการวิจัย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และแนวทางผู้ที่สนใจพัฒนาต่อไปได้

คำสำคัญ: การแลกเปลี่ยนความร้อน, สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม, สารอินทรีย์ระเหยง่าย

Abstract

This purpose of this research was aimed at designing heat exchangers for ethanol vapors controlled by using low temperature fluid heat exchangers with high temperature ethanol vapors until the vapors phase are changed from gas to liquid. This will control the amount of volatile organic compounds released. The simulation design determined the water temperature was at 25, 20, 15, 10, and 5 °C while the ethanol temperature was at 41 °C. The simulation materials used for heat exchange are copper, steel and stainless steel. The result showed that heat exchanger which is composed of copper reduces the ethanol temperature to the maximum at 17.36 °C and water temperature at 5 °C. The simulation model used water temperature at 5 °C and velocity 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s. The velocity result at 0.05 m/s, which has the ability to be used by most of heat exchangers, results in ethanol temperature at 12.34 °C and the total heat transfer coefficient was at 877.3 W/m² °C. The simulation results from the computer programming could be used to heat exchange of the ethanol vapors to ethanol liquid. The theoretical aspects and hypothesis for this research can be used as information in the design and guidance to those who are interested in further development of heat exchangers.

Keywords: heat exchange, total heat transfer coefficient, volatile organic compounds



บทนำ

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เนื่องจากไอของแก๊สเชื้อเพลิงประกอบด้วยสารมลพิษประเภทสารอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organic Compound--VOCs) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว โดยแหล่งกำเนิดไอแก๊สอยู่ที่คลังเชื้อเพลิงและขนส่งแก๊สเชื้อเพลิง ส่งผลให้ผู้ประกอบการแก้ไขปัญหาโดยการติดตั้งเครื่องควบคุมไอระเหยแก๊สเข้ามาในระบบ เพื่อควบคุมปริมาณไอแก๊สเชื้อเพลิงและนำไอแก๊สกลับมาใช้

ในอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะถูกใช้สำหรับการลดอุณหภูมิของไอแก๊ส สำหรับการลดอุณหภูมิของแก๊สในทำนองเดียวกันจะใช้ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำมาแลกเปลี่ยนกับไอระเหยของแก๊สที่มีอุณหภูมิสูงให้ต่ำลงจนถึงจุดที่ไอระเหยเปลี่ยนสถานะจากแก๊สกลายเป็นของเหลวเพื่อควบคุมปริมาณ

การปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายตามกฎหมายกำหนด และหมุนเวียนของไหลกลับมาใช้ใหม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อควบคุมไอระเหยของแก๊สและป้องกันสารพิษอินทรีย์ระเหยง่าย
2. เพื่อลดทรัพยากรโดยการควบแน่นไอระเหยของแก๊สให้อยู่ในรูปแบบสารของเหลวและนำกลับมาใช้ใหม่
3. เพื่อศึกษาทฤษฎีการโอนถ่ายความร้อนโดยใช้โปรแกรมการสร้างแบบจำลองของการแพร่กระจายของไอระเหยของแก๊ส
4. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้กับงานจริง
5. เพื่อศึกษาวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมไอระเหยของแก๊ส

สมมติฐานการวิจัย

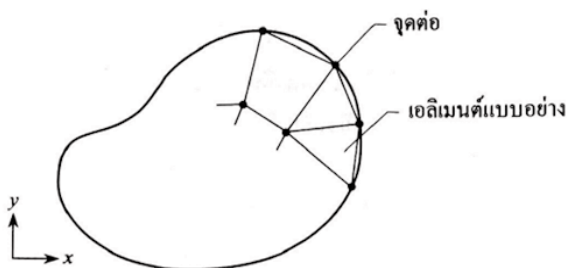
1. ออกแบบการจำลองระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบควบคุมไอระเหยของแก๊ส
2. ศึกษาตัวแปรและปัจจัยในการออกแบบเครื่องลดไอระเหยของแก๊สที่เกิดจากอุณหภูมิความร้อนของอากาศสภาพแวดล้อม
3. ศึกษาพร้อมออกแบบการจำลองและหาคำตอบในการออกแบบผลจำลองของเครื่องควบคุมไอระเหยของแก๊ส
4. สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่กระจายของไอระเหยของแก๊สที่อัตราการเกิดไอระเหยของแก๊สมีการถ่ายโอนความร้อนและการกลั่นตัวได้

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchangers) คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ของไหลไม่จำเป็นต้องผสมกันส่วนใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมัน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะถูกใช้สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันดิบสำหรับเปลี่ยนสถานะของไอที่ออกมาจากหอกลั่นให้เป็นของเหลว และสำหรับการลดอุณหภูมิของน้ำมันหรือก๊าซและอุตสาหกรรมอื่น ๆ

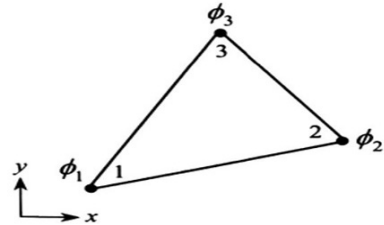
2. ทฤษฎีหลักการระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ขั้นตอนที่ 1 การแบ่งขอบเขตรูปร่างของปัญหาออกเป็นเอลิเมนต์ย่อย ๆ ดังแสดงในภาพที่ 1 ขอบเขตดังกล่าวอาจเป็นขอบเขตของปัญหาชนิดต่าง ๆ กัน เช่น ปัญหาความยืดหยุ่นในของแข็ง ปัญหาที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน รวมทั้งปัญหาของการไหล เป็นต้น



ภาพ 1 การแบ่งรูปร่างของปัญหาออกเป็นเอลิเมนต์ต่าง ๆ กัน

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกฟังก์ชันประมาณภายในเอลิเมนต์ เช่น เอลิเมนต์สามเหลี่ยมเอลิเมนต์นี้ประกอบด้วย 3 จุดต่อที่มีหมายเลข 1, 2 และ 3 ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยที่จุดต่อเป็นตำแหน่งที่ตั้งของตัวไม่รู้ค่าซึ่งคือ ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 ตามลำดับ



ภาพ 2 เอลิเมนต์สามเหลี่ยมแบบอย่างประกอบด้วยสามจุดต่อโดยมีตัวไม่รู้ค่าอยู่ ณ ตำแหน่งที่จุดต่อ

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างสมการของเอลิเมนต์ เช่น สมการของเอลิเมนต์สามเหลี่ยม

ขั้นตอนที่ 4 การนำสมการของแต่ละเอลิเมนต์ที่ได้มาประกอบรวมกันเข้า ก่อให้เกิดระบบสมการ

ขั้นตอนที่ 5 ทำการประยุกต์เงื่อนไขขอบเขต ลงในระบบสมการรวม

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อคำนวณค่าต่าง ๆ ที่จุดต่อออกมาได้แล้วก็สามารถนำมาใช้เพื่อหาค่าอื่น ๆ ที่ต้องการต่อไปได้อีก กลุ่มอุตสาหกรรม

ปิโตรเคมีสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มีแนวทางการจัดการสารอินทรีย์ระเหยโดยมีวัตถุประสงค์ในการจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการในการจัดการและควบคุมสารอินทรีย์ระเหยในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะโรงงานที่มีสารอินทรีย์ระเหยเป็นวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์หลักรวมทั้งสารอินทรีย์ระเหยที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตการใช้ Charcoal Adsorber เพื่อดูดซับไอจากถังเก็บ VRU ที่เทคนิคการดูดซับแบบ 2 ถัง และ VRU ซึ่งใช้เทคนิคการควบแน่น (condensation)

บริษัททรานส์ไทย-มาเลเซีย มีการประเมินความเสี่ยงในการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติเป็นการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (quantitative risk assessment) ที่กล่าวถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (sales gas) และท่อส่งก๊าซหุงต้ม

Sutham (2010) การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์สาริตการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนการสอนในเรื่องสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนโดยทำการออกแบบให้เป็นอุปกรณ์สาริตการแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดท่อ 3 ชนิด อยู่ในเครื่องเดียวกัน

การศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์อุ่นน้ำป้อนแบบเปลือกและท่อด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิก๊าซร้อนทั้ง อุณหภูมิน้ำป้อนความเร็วจุดก๊าซร้อนทั้ง ความดันใช้น้ำ ใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขเพื่อการจำลองพฤติกรรมการไหลและการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน จากนั้นผลที่ได้จากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองจริง

Cha Bua Noi and Phannuchaoenwong. (2018) ผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรนำเข้าต่อประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อตันแบบ เพื่อใช้แทนหน่วยควบคุมไอน้ำมันเชื้อเพลิง บทความนี้เสนอการวิเคราะห์การไหลเวียนของน้ำภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบสองส่วนและสองตัวกัน จากผลการศึกษาพบว่าอัตราการไหลของน้ำเย็นและอุณหภูมิของน้ำร้อนเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้น การเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเย็นและลดอัตราการไหลของน้ำร้อนลง จะทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเย็นมากขึ้น จะทำให้ความดันลดลง

Kalayaprasit (2018) ผลกระทบของลักษณะของแผ่นกั้นที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและค่าความดันลดในระบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเปลือกและท่อ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของลักษณะของแผ่นกั้น (baffles) ที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและค่าความดันลดในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube heat exchanger) ที่นำมาใช้แทนระบบเครื่องควบคุมไอรหรือน้ำมัน (Vapor Recovery Unit--VRU) พบว่าความดันของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดเปลือกและท่อทำงานที่อัตราการไหลเชิงมวลสูงสุด เมื่อแผ่นกั้นแบบ segmental แบบ double segmental และแบบ helical

กรอบแนวคิดการวิจัยหรือข้อกำหนดการพัฒนา

เนื่องด้วยภายในคลังแก๊สและสถานีขนส่งแก๊สจะมีอุปกรณ์ระบบควบคุมไอรหรหรของแก๊ส เพียงชุดเดียวต่อคลัง เมื่อหากเกิดความผิดพลาดหรือเกิดการบกพร่องที่อาจทำให้เกิดการหยุดตัวลงของระบบควบคุมไอรหรหรแก๊สจะทำให้ทางคลังแก๊สไม่สามารถควบคุมปริมาณการปล่อยไอรหรหรแก๊สตามที่กฎหมายกำหนดได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นผลกระทบต่อคลังแก๊สเป็นอย่างมาก ทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีการโอนถ่ายความร้อนโดยการใช้โปรแกรมการสร้างแบบจำลองของการแพร่กระจายไอรหรหรของแก๊สขึ้นมาเพื่อใช้ในการศึกษาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้พัฒนาสร้างเครื่องควบคุมไอรหรหรของแก๊สขนาดจริง และนำไปทดแทนหรือสำรองในกรณีที่เกิดเหตุขัดข้อง เพื่อที่จะทำให้สามารถควบคุมปริมาณการปล่อยไอรหรหรของแก๊สสู่บรรยากาศอยู่ในเกณฑ์ของกฎหมายกำหนดและลดทรัพยากรโดยการควบแน่นให้อยู่ในรูปแบบสารของเหลวและนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทฤษฎีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น (concentric tube or double pipe) ชนิดนี้อาจอยู่ในลักษณะที่ท่อสองท่อสวมเข้าด้วยกัน ส่วนการไหลของไหล อาจไหลสวนทางกัน เรียกว่า counter flow หรือไหลขนานกัน เรียกว่า

parallel flow ความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบล็อก ได้ดังสมการที่ 1

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)} \quad (1)$$

เมื่อ ΔT_{lm} คือ ความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบล็อก ($^{\circ}\text{C}$) สำหรับการไหลเต็มท่อแบบปั่นป่วนกับพื้นผิวราบเรียบ

$$Nu = \frac{hD}{k} = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (2)$$

($0.7 \leq Pr \leq 160$, $Re > 10,000$)

$$Nu = 0.023Re^{0.8} Pr^n, n = 0.4 \quad (3)$$

สำหรับการระบายความร้อนของของไหล เมื่อความหนาของท่อมีขนาดบางและการนำความร้อนของวัสดุท่อมีค่าสูง ความสัมพันธ์อย่างง่ายหาได้จาก สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (the overall heat transfer coefficient)

$$= \frac{1}{UA_s} = \frac{1}{U_i A_i} = R \quad (4)$$

$$= \frac{1}{h_i A_i} + R_{wall} + \frac{1}{h_o A_o}$$

$$\frac{1}{U \left(\frac{1}{h_i} + r_w + \frac{1}{h_o} \right)} \quad (5)$$

เมื่อ U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(W/m².°C)

ในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่หุ้มฉนวนเป็นอย่างดี อัตราการถ่ายเทความร้อนจากของไหลร้อนเท่ากับอัตราของการถ่ายเทความร้อนของของไหลเย็น นั่นคือ

$$Q_c = m_c C_{pc} (T_{c,o} - T_{c,i}) \quad (6)$$

$$Q_h = m_h C_{ph} (T_{h,i} - T_{h,o}) \quad (7)$$

เมื่อ

$T_{c,i}, T_{c,o}$ คือ อุณหภูมิของไหลเย็นเข้าและออก (°C)

$T_{h,i}, T_{h,o}$ คือ อุณหภูมิของไหลร้อนเข้าและออก (°C)

m_c, m_h คือ อัตราการไหลมวลเย็นและมวลร้อน (kg/s)

Q_c, Q_h คือ อัตราของการถ่ายเทความร้อนของของไหลเย็นและของไหลร้อน(°C)

ตัวห้อย h และ c สำหรับของไหลร้อนและของไหลเย็น ตามลำดับ และในการวิเคราะห์อุปกรณ์แลกเปลี่ยน

ความร้อน เพื่อความสะดวกนิยมนรวมอัตราการไหลของมวลและความร้อนจำเพาะของของไหลเข้าด้วยกัน เป็นจำนวนหนึ่งที่เรียกว่า อัตราความจุความร้อน(heat capacity rate) วิธีการของค่าประสิทธิผล-เอ็นทียู (the effectiveness-NTU method) จำนวนหน่วยการถ่ายเท NTU จะแสดงเป็น

$$NTU = \frac{UA_s}{C_{min}} = \frac{UA_s}{(mC_p)_{min}} \quad (8)$$

กำหนดประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ดังนี้

$$\epsilon = \frac{q}{q_{mix}} = \frac{C_c (T_{c,out} - T_{c,in})}{C_{min} (T_{h,in} - T_{c,in})}$$

$$\rightarrow \frac{(T_{c,out} - T_{c,in})}{(T_{h,in} - T_{c,in})} = \epsilon \frac{C_{min}}{C_c} \quad (9)$$

เมื่อ ϵ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (%) การไหลขวางกลุ่มท่อในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่อาศัยการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลในท่อและของไหลนอกท่อ กลุ่มท่อที่ใช้จะแบ่งออกเป็นการจัดเรียงแนวตรงกันและจัดเรียงแนวเหลื่อมกัน สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ยในที่นี้แนะนำให้ใช้ความสัมพันธ์ของชูเคส์คาส ในรูปของ

$$Nu = \frac{h_o D}{k} = A Re^n Pr^{0.36} 1^{1/4} \quad (10)$$

จากสมการใช้ได้ทั้งของเหลวและก๊าซ สำหรับค่าคงที่ $A = 0.27$ และ $n = 0.63$

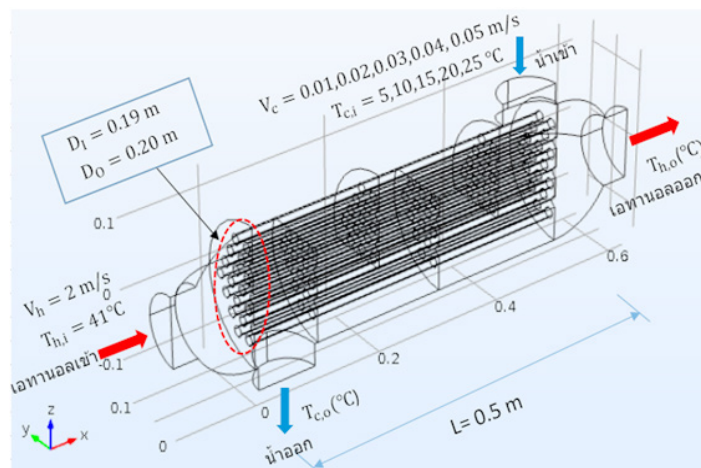
เมื่อ Re คือ Reynolds Number

Nu คือ Nusselt Number

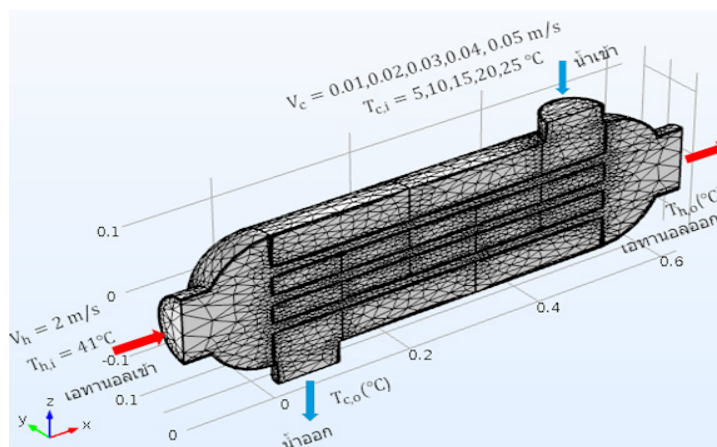
ตาราง 1

กำหนดการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ดังนี้

ตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	ค่า	หน่วย
L	ความยาวของท่อ	0.5	m
D_i	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางท่อภายใน	0.19	m
D_o	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางท่อกายนอก	0.20	m
$T_{c,i}$	อุณหภูมิน้ำของไหลเย็นเข้า	5, 10, 15, 20, 25	$^{\circ}\text{C}$
$T_{h,i}$	อุณหภูมิเอทานอลของไหลร้อนเข้า	41	$^{\circ}\text{C}$
V_c	ความเร็วของไหลน้ำ	0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05	m/s
V_h	ความเร็วของไหลเอทานอล	2	m/s



ภาพ 3 แสดงการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส



ภาพ 4 แสดงออกแบบกำหนดเอลิเมนต์ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส

จากภาพที่ 4 แสดงออกแบบกำหนดเอลิเมนต์ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส โดยกำหนด Element Size เป็นแบบ Calibrate for Fluid dynamics เนื่องจากขนาดของเอลิเมนต์มีความละเอียดมาก ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณให้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่จะใช้เวลาในการคำนวณที่นานมาก เช่นกันซึ่งการเลือกใช้เอลิเมนต์นั้น จะต้องเหมาะสมกับบริเวณที่เป็นส่วนหัว หรือส่วนโครง หรือรู ต้องเชื่อมโยงกับจุดต่อแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมโดยหลีกเลี่ยงการใช้เอลิเมนต์ที่มีรูปร่างที่ไม่สมมาตรและยังต้องคำนึงถึงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะมาก เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

$$T_{h,in} = 41\text{ }^{\circ}\text{C}; m_h = 0.4455\text{ kg/s}$$

$$T_{c,in} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}; m_c = 0.00314\text{ kg/s}$$

$$T_{c,out} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}; D_i = 0.019\text{ m}$$

$$D_o = 0.020\text{ m}$$

พิจารณาสมบัติของ เอทานอล $T_s = 41\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$C_p = 2,179\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}; \rho = 787.2\text{ kg/m}^3$$

$$k = 0.540\text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}; \mu = 0.00397\text{ kg/(m}\cdot\text{s)};$$

$$Pr = 16.019$$

$$A_{c,i} = \frac{\pi D_i^2}{4} = 0.000283\text{ m}^2$$

$$V_m = \frac{m_c}{\rho A_c} = 2\text{ m/s}$$

Reynolds Number

$$Re = \frac{V_m D}{\mu} = 7,535.197$$

$Re > 4000$ (การไหลแบบปั่นป่วน)

Nusselt Number

$$Nu = \frac{h D_h}{k} = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} = 47.591$$

สัมประสิทธิ์การพาถ่ายเทความร้อนด้านใน

$$h_i = \frac{k}{D_i} Nu = 1,352.586\text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$$

สมบัติการไหลขวางกลุ่มท่อ(flow across cylinders)

สมบัติของของน้ำที่ $11.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$C_p = 4,190\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}; \rho = 999.6\text{ kg/m}^3$$

$$k = 0.582\text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}; \mu = 0.00128\text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$$

$$Pr = 9.215; V = 0.00000128\text{ m}^2/\text{s}$$

$$G_{max} = \rho V_{max} = 9.996\text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$$

Reynolds Number

$$Re = \frac{G_{max} D}{\mu} = 156.187$$

สัมประสิทธิ์การพาถ่ายเทความร้อนด้านนอก

$$h_o = \frac{0.27 Re^{0.63} Pr^{0.36} 1^{1/4} k}{D} = 421.087\text{ W/m}^2$$

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + r_{w} + \frac{1}{h_o}} = 354.704\text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลเย็น

$$Q_c = m_c C_{pc} (T_{c,o} - T_{c,i}) = 21,415.149\text{ W}$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลร้อน

$$Q_h = m_h C_{ph} (T_{h,i} - T_{h,o}) = 39.50\text{ W}$$

ความแตกต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบล็อก

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)} = 17.482\text{ }^{\circ}\text{C}$$

วิธีการของค่าประสิทธิภาพ-เอ็นทียู (the effectiveness-NTU method)

จำนวนหน่วยการถ่ายเท NTU จะแสดงเป็น

$$NTU = \frac{UA_s}{C_{\min}} = \frac{UA_s}{(mC_p)_{\min}} = 5.13$$

$$\varepsilon = \frac{q}{q_{\max}} = \frac{C_c (T_{c,out} - T_{c,in})}{C_{\min} (T_{h,in} - T_{c,in})}$$

$$\rightarrow \frac{(T_{c,out} - T_{c,in})}{(T_{h,in} - T_{c,in})} = \varepsilon \frac{C_{\min}}{C_c} = 52.45 \%$$

พื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อน

$$Q = UA_s F \Delta T_{lm,CF}$$

$$A_s = 4.933 \text{ m}^2$$

ความยาวที่ต้องการของท่อ

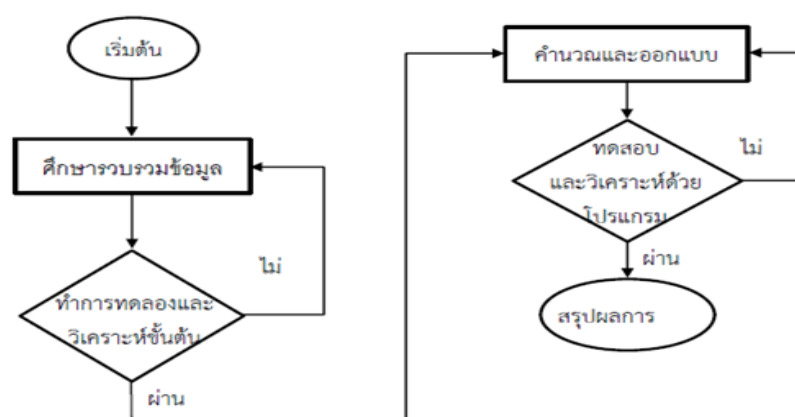
$$A_s = \pi DL \rightarrow L = \frac{A_s}{\pi D_o} = 0.5 \text{ m}$$

2. ขั้นตอนการตั้งสมมติฐานและความเป็นไปได้
ตั้งสมมติฐานการลดปริมาณเอทานอล โดยใช้หลักการ
แลกเปลี่ยนความร้อนเอทานอลลดอุณหภูมิลงและเกิด
การควบแน่นเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลว โดย
ขั้นตอนการดำเนินงานจะเป็นตามลำดับ

โมเดลที่ 1 ทำการออกแบบแบบจำลองเครื่อง
แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุ ทองแดง เหล็ก และ
สแตนเลส เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 5, 10, 15,
20, 25 °C ความเร็ว 0.01 m/s นำผลลัพธ์ของเครื่อง
แลกเปลี่ยนความร้อนมาเปรียบเทียบเพื่อหาอุณหภูมิ
ของเอทานอลลดลงมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ใ
นการแลกเปลี่ยนความร้อนจากสถานะไอระเหยของแก๊ส
ที่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้มากที่สุด

โมเดลที่ 2 นำค่าผลลัพธ์จากการแลกเปลี่ยน
ความร้อนไอระเหยของแก๊สที่เปลี่ยนสถานะของเหลวได้
มากที่สุดไปทำการจำลอง เมื่อกำหนดความเร็วของน้ำ
เท่ากับ 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s เพื่อหาค่า
อุณหภูมิเอทานอลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วน้ำ

ตามภาพ 5 โดยลำดับขั้นตอนจะทำตามลำดับ
ของลูกศร โดยมีลูกศรย้อนขึ้นแสดงถึงความไม่แน่นอน
ของความคืบหน้า อาจได้รับข้อมูลใหม่มาในขั้นตอนใด
ขั้นตอนหนึ่ง หรือผลที่ได้จากกระบวนการใดกระบวนการ
หนึ่ง ทำให้ต้องกลับไปย้อนทำขั้นตอนเดิมก่อนที่จะข้ามไป
ทำขั้นตอนต่อไป



ภาพ 5 แผนผังการดำเนินงานการออกแบบการแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการควบคุมไอระเหยของแก๊ส

อภิปรายผล

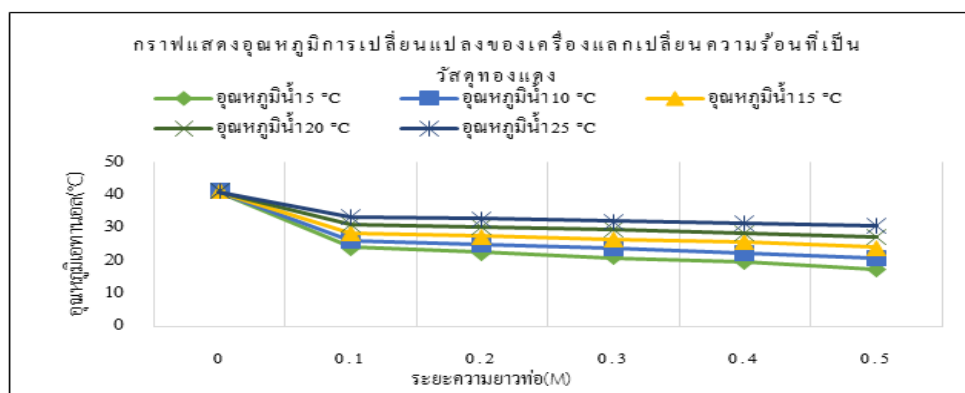
จากตาราง 2 และภาพ 6 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจาก

วัสดุทองแดง เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25 °C ความเร็ว 0.01 m/s ผลลัพธ์จากการแลกเปลี่ยนความร้อนได้มากที่สุด มีค่าอุณหภูมิเอทานอลเท่ากับ 17.36 °C

ตาราง 2

แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำจากวัสดุทองแดง เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25 °C

อุณหภูมิของน้ำ(°C)	อุณหภูมิเอทานอล(°C)/ความยาว(m) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
5	41.00	23.97	22.52	20.90	19.59	17.36
10	41.00	26.06	25.04	23.86	22.41	20.73
15	41.00	28.51	27.56	26.39	25.79	23.98
20	41.00	30.99	30.14	29.37	28.38	27.34
25	41.00	33.34	32.71	32.13	31.38	30.53

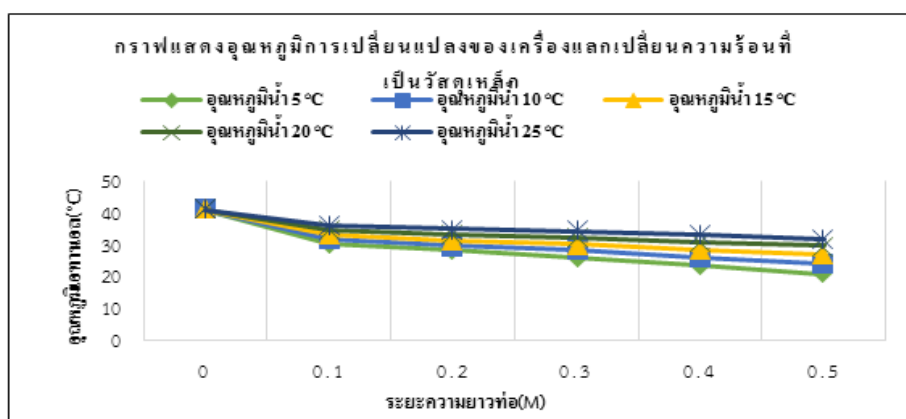


ภาพ 6 กราฟแสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุทองแดง

จากตาราง 3 และภาพ 7 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุเหล็ก เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำ เท่ากับ 5, 10, 15, 20,

25 °C ความเร็ว 0.01 m/s ผลลัพธ์จากการแลกเปลี่ยนความร้อนได้มากที่สุด มีค่าอุณหภูมิเอทานอลเท่ากับ 20.86 °C

แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำจากวัสดุเหล็ก เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25 °C

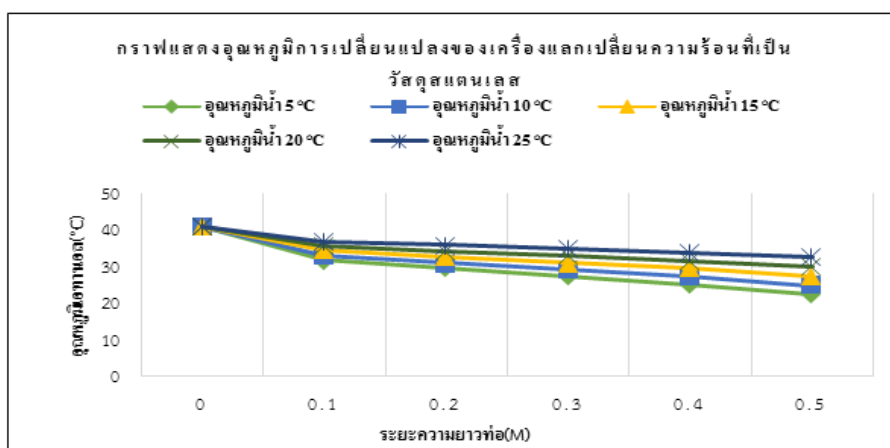


25 °C ความเร็ว 0.01 m/s ผลลัพธ์จากการแลกเปลี่ยนความร้อน
ได้มากที่สุด มีค่าอุณหภูมิเยือกแข็งเท่ากับ 22.39 °C

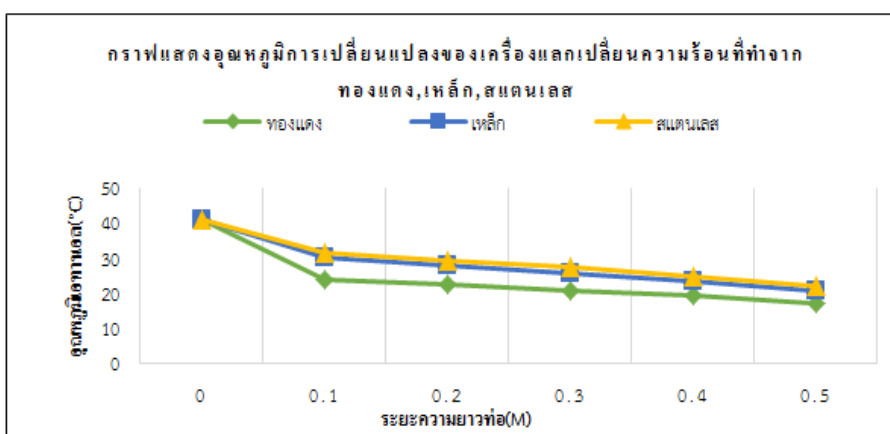
ตาราง 4

แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำจากวัสดุสแตนเลส เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 5, 10, 15, 20, 25 °C

อุณหภูมิของน้ำ(°C)	อุณหภูมิเอทานอล(°C)/ความยาว(m) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
5	41.00	31.77	29.52	27.48	25.04	22.39
10	41.00	33.04	31.09	29.32	27.27	24.82
15	41.00	34.32	32.65	31.11	29.56	27.35
20	41.00	35.50	34.22	32.90	31.62	29.98
25	41.00	36.82	35.84	34.90	33.87	32.64



ภาพ 8 กราฟแสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุสแตนเลส



ภาพ 9 กราฟแสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทองแดง เหล็ก และสแตนเลส

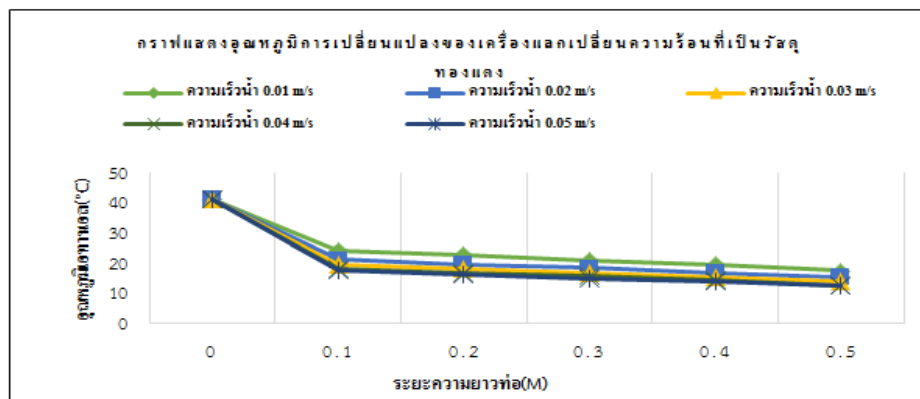
จากภาพ 9 กราฟแสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทองแดง, เหล็ก และสแตนเลส เมื่อกำหนดความเร็วของน้ำเท่ากับ 0.01 m/s

อุณหภูมิน้ำ 5 °C ผลลัพธ์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทองแดง สามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้มากที่สุด มีค่าอุณหภูมิของเอทานอลเท่ากับ 17.36 °C

ตาราง 5

แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทองแดง เมื่อกำหนดความเร็วของน้ำ 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s

อุณหภูมิของน้ำ(°C)	อุณหภูมิเอทานอล(°C)/ความยาว(m) ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
5	41.00	23.97	22.52	20.90	19.59	17.36
10	41.00	21.06	19.51	18.28	16.75	15.24
15	41.00	19.34	17.87	16.50	15.51	13.93
20	41.00	18.13	16.88	15.78	14.57	12.65
25	41.00	17.47	16.10	15.03	13.99	12.34



ภาพ 10 กราฟแสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากทองแดง เมื่อกำหนดความเร็วของน้ำเท่ากับ 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s

จากตาราง 5 และภาพ 10 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุ ทองแดง เมื่อกำหนดความเร็วของน้ำเท่ากับ 0.01,

0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s อุณหภูมิน้ำ 5 °C ผลลัพธ์จากการแลกเปลี่ยนความร้อนได้มากที่สุดที่ความเร็ว น้ำ 0.05 m/s มีค่าอุณหภูมิเอทานอลเท่ากับ 12.34 °C

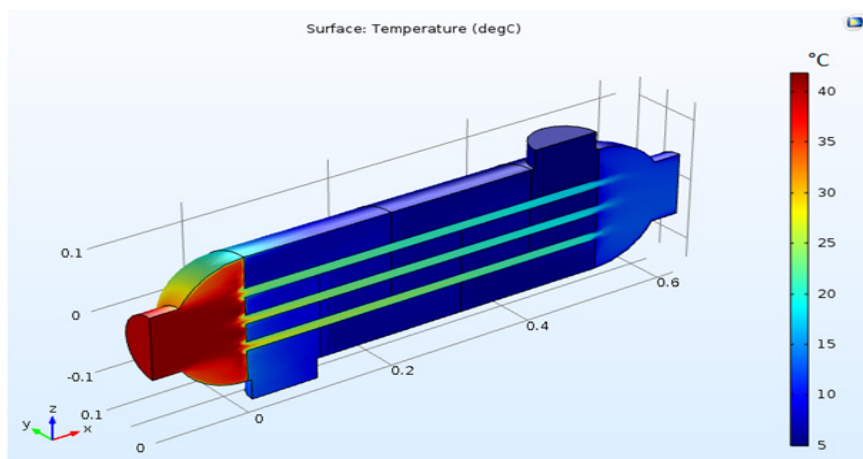
ตาราง 6

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแลกเปลี่ยนความร้อนรวมของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุทองแดง ค่าผลลัพธ์ระหว่างการคำนวณกับผลลัพธ์จากการจำลองการทำงาน(simulation) ความเร็วน้ำ 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s

ความเร็วของน้ำ(m/s)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
$T_{c,i}$ (°C)	5	5	5	5	5
$T_{c,o}$ (°C)	17.36	15.24	13.93	12.65	12.34
$T_{h,i}$ (°C)	41	41	41	41	41
$T_{h,o}$ (°C)	24	23	22	21	20
m_h ($\frac{kg}{s}$)	0.446	0.446	0.446	0.4465	0.446
m_c ($\frac{kg}{s}$)	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015
U ($\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$)	368.9	524.5	633.8	805.2	877.3
ε (%)	51.37	28.48	19.62	15.18	12.49
NTU	5.044	4.896	4.682	4.597	4.582
h_i ($\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$)	1352	1352	1352	1352	1352
h_o ($\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$)	441.4	681.5	878.1	1247.4	1430.7
U ($\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$)	329.1	446.4	528.1	635.1	679.4

จากตารางที่ 6 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง และจากการคำนวณ ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุ ทองแดง กำหนดความเร็วของน้ำเท่ากับ 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s อุณหภูมิน้ำ 5 °C ได้ค่า

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมมากที่สุดจากการจำลองเท่ากับ 877.3 W/m²°C และค่าจากการคำนวณเท่ากับ 679.4 W/m²°C



ภาพ 11 แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อทำการจำลองการทำงาน (simulation)

จากภาพ 11 แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อทำการจำลองการทำงาน (simulation)

สรุป อภิปรายผล

จากการออกแบบการจำลอง (simulation) อุณหภูมิ น้ำ 25, 20, 15, 10, 5 °C และอุณหภูมิเอทานอล 41 °C ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เป็นวัสดุ ทองแดง เหล็ก และสแตนเลส ผลลัพธ์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เป็นวัสดุทองแดงทำให้อุณหภูมิของเอทานอลลดลงมากที่สุด และสามารถนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากสถานะไอระเหยของแก๊สให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 17.36 °C ที่อุณหภูมิ น้ำ 5 °C และทำการจำลองการทำงาน (simulation) อุณหภูมิ น้ำ 5 °C ที่ความเร็ว 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 m/s ผลลัพธ์ที่ความเร็ว 0.05 m/s สามารถนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากสถานะไอระเหยของแก๊สให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้มากที่สุด อุณหภูมิของเอทานอลลดลงมากที่สุดมีค่า เท่ากับ 12.34 °C สมประสิทธิภาพถ่ายเทความร้อนรวมมีค่า เท่ากับ 877.3 W/m².°C.

อภิปรายผล (discussion) จากผลการจำลองการทำงาน (simulation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูปเป็นไปตามทฤษฎีและสมมติฐานการวิจัย

ข้อเสนอแนะ (suggestions)

การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน นำสารเอทานอลที่เป็นหนึ่งในองค์ประกอบในระเหยของแก๊สมาใช้ในการออกแบบ อาจมีคุณสมบัติที่ผิดพลาดจากสารจริง และอาจทำให้ผลลัพธ์คาดเคลื่อนไปเล็กน้อย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและแนวทางผู้ที่สนใจพัฒนาต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ วงศ์เจริญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวพงษ์ กิ่งแก้ว ได้กรุณาให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ระหว่างการทำวิจัย รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง และภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สนับสนุนการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองและเก็บผลของการวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี



Reference

- Bunnasa, S. (1997). *Study of parameters and simulation of heat loss systems from silica furnaces by double-layer heat exchangers*. Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology. (in Thai)
- Dechaumphai, P., & Thornton, E.A. (1982). *Improved finite methodology for integrated thermal-structural analysis*, NASA CR-3635. Washington DC: NASA.
- Dechampai, P., & Wanasopak, N. (2012). *Numerical methods in engineering*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Hansopa, N., & Benjapiyaporn, J. (2011). *Heat transfer effectiveness of concentric tube heat exchanger with coiled wires*. Master of Engineering Thesis, Khon Kaen University. (in Thai)
- Kanansoon, S. (2014). *Heat transfer between water and water mixed with suspended solids in heat exchangers*. Master of Engineering Thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Sutham, M. (2010). *Design and construction of heat exchange demonstration equipment*. Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Memorial, C. (2003). Convection convection in pipes with finned spiral inserted inside. *Journal of Khon Kaen University* 8(2), 66-7. (in Thai)
- Munithangkul, S. (2001). *Selection criteria for heat exchanger selection for waste heat recovery in the industry*. Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology. (in Thai)
- Naphon, P. (2004). *Theoretical and experimental study of heat transfer characteristics of coiled pipe heat exchanger*. Doctor of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Nuntaphan, A. (2000). *Performance analysis of heat pipe heat exchanger using binary working fluids*. Thonburi: King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Phongratsamee, U. (2012). *Design of coiled feeder water heaters for radiant heat radiators flowing through one way*. Master of Engineering Thesis, Mahanakorn University of Technology. (in Thai)
- Sukchai, T., & SirikasemSuk, S. (2011). Study of heat exchanger studies of coiled condenser coils. *the conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, Krabi* (pp. 1-13). Krabi: Mechanical Engineering Network of Thailand. (in Thai)
- Sukkasem, A. (2007) *Study of heat transfer of cylindrical fins*. Master of Engineering Thesis, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Suwakrai, C. (2007). *Numerical and experimental analysis of heat transfer and flow characteristics in a spiral tube*. Master of Engineering Thesis, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Thanasri, T. (2011). *The study of the experiment of finned coil spring heat exchangers*. Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

- Toolthaisong, S. (2011). The ratio of the pipe size that affects the effectiveness of a two-layer heat exchanger. *Journal of Khon Kaen University*, 38(2), 139-146. (in Thai)
- Cha Bua Noi, T., & Phannuchaoenwong, N. (2018). *Effect of input variable changes on heat exchange efficiency of shell and tube heat exchanger prototype: To be used instead of the fuel vapor control unit*. Master of Engineering Thesis, Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon kaen University. (in Thai)
- Kalayaprasit, N. (2018). *The impact of the characteristics of baffles that affect the thermal efficiency and pressure values in the shell and tube heat exchanger systems*. Master of Engineering Thesis, Mechanical Engineering Faculty of Engineering, Thammasat University. (in Thai)



การลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่แดง
จากโรครากและโคนเน่า ด้วยสารชีวภัณฑ์
Reduction in the Percentages of Death of Red Cherry Tomato Seedlings
from Root and Crown Rot Disease with Microbial Fungicides

สมาพร เรืองสังข์¹ นันทวรรณ ตาริชัย¹ สุมาลี ศรีนวล²

Samaporn Ruangsanka¹, Nunthawan Tarichai¹, Sumalee Srinual²

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

¹Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University

²สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

²The Royal Agricultural Station Inthanon

Received: February 25, 2019

Revised: May 1, 2019

Accepted: May 8, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์ เชอร์รี่แดงจากโรครากและโคนเน่าสาเหตุจากเชื้อ *Fusarium* sp. ด้วยสารชีวภัณฑ์ผลิตโดยสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ โดยเฉพาะกล้านวสุปลูกปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว พีทมอส (1:1:1) เป็นเวลา 5 สัปดาห์ มี 5 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ กรรมวิธีที่ 2-5 รองกันหลุมด้วย พีพี-สเตอร์ไบโต 1 กรัม/หลุม/ต้น และฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ได้ผลดีที่สุดคือกรรมวิธีที่ 2 โดยรองกันหลุมด้วยพีพี สเตอร์ไบโต 1 กรัม/หลุม/ต้น และฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 2-4 ได้แก่ พีพี-บี10 (200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) พีพี ไตรโคเดอร์มา (20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) พีพี-บีเค33 (100 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) มีเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นคือ 0.32% รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 โดยรองกันหลุมด้วยพีพี สเตอร์ไบโต 1 กรัม/หลุม/ต้น แล้วฉีดพ่นด้วยพีพี ไตรโคเดอร์มา (20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) ในสัปดาห์ที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศ 0.64% ส่วนกรรมวิธีที่ 1 ที่ไม่มีการควบคุมโรคพบเปอร์เซ็นต์การตายมากที่สุด คือ 7.37%

คำสำคัญ: มะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่แดง, โรครากและโคนเน่า, สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์, สารชีวภัณฑ์

Abstract

The purpose of this research was to reduce the percentage of deaths of Red Cherry tomato seedlings from root and crown rot disease, caused by *Fusarium* sp., with the use of microbial fungicides produced by The Royal Agricultural Station Inthanon. Tomato seeds were grown by the

mixing of compost: with a ratio of coconut husk to peat moss (1:1:1) for 5 weeks. The experiment was designed as having five (5) treatments: treatment 1 was growing tomato seeds without using microbial fungicides; treatments 2-5 applied bottom holes consisting of PP-Strep to 1g/hole/plant plus spraying microbial fungicides. It was found that the best treatment was treatment 2-applying with PP-Strep to 1g/hole/plant plus spraying microbial fungicides at weeks 2-4 of PP-B10 (200 g/20 L water), PP-Trichoderma (20 g/20 L water), PP-BK33 (100 g/20 L water) respectively. They had lowest seedling death percentage of 0.32%. The second best was treatment 4-applying bottom holes with PP-Strepto 1g/hole/plant plus spraying PP-Trichoderma (20 g/20 L water) in week 4. This resulted in 0.64 % of seedling death. However, the highest death percentage of 7.37% was from treatment 1 which had disease control.

Keywords: Red Cherry tomato, root and crown rot disease, The Royal Agricultural Station Inthanon, microbial fungicides



บทนำ

มะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่แดง (*lycopersicon esculentum*) เป็นแหล่งของวิตามินเอที่ร่างกายต้องการ และมีสารสีแดงที่เรียกว่า ไลโคปีน (lycopene) เป็นสารประกอบในกลุ่มแคโรทีนอยด์ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้สูงกว่าเบต้าแคโรทีนและวิตามินอี ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งที่ต่อมลูกหมาก (Chaiprateep, 2015) มะเร็งตับอ่อน ลำไส้ใหญ่ (colon) ทวารหนัก คอหอย ช่องปาก เต้านม ปาก เป็นต้น (Srisook, 2010)

มะเขือเทศเชอร์รี่แดง เป็นพืชส่งเสริมชนิดหนึ่งของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ที่ทำรายได้จากการส่งออกผลผลิตต่อปี ประมาณ 2,622,572.78 บาท (The Royal Agricultural Station Inthanon, 2018) แต่ทั้งนี้ยังไม่สามารถผลิตได้ตามแผน เนื่องจากพบปัญหาการเกิดโรครากและโคนเน่าในระยะกล้า สาเหตุจากเชื้อรา *Fusarium* sp. และโรคเหี่ยวเฉาจากการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต รวมถึงปัญหาแมลงศัตรูพืชรบกวน เช่น หนอนขอนใบ ซึ่งวิธีการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชยึดตามคำแนะนำการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในมูลนิธิโครงการหลวงปี พ.ศ. 2560 (Agricultural Protector Foundation, 2018) คือ การใช้เอฟโพเรีย247แซดซี

(Eforia 247 ZC) ป้องกันกำจัดเพลี้ยและหนอนชนิดปากกัด และปากดูด ใช้ไรโซเล็กซ์ (Rhizolox) ป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่า ใบติดรา การใช้ไทโอฟาเนต-เมทิล (thiophanate-methyl 70% wp) ป้องกันโรคเมล็ดต่าง โรคใบไหม้ โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคราน้ำค้าง โรคราสนิม โรคราแป้ง โรคราดำ, โรคแอนแทรคโนส การใช้ไปรวาโด (imidacloprid) ป้องกันกำจัดหนอนขอนใบ ต้นเหตุโรคใบหงิก, ใบหยิก, ใบม้วน การใช้ไมโคลบิวทานิล (myclobutanil) ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนส และใช้คาร์แทปไฮโดรคลอไรด์ (Cartap hydrochloride) ป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นนอกจากนี้งานอารักขาพืช สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ภายใต้มูลนิธิโครงการหลวงได้ผลิตสารชีวภัณฑ์เพื่อต้องการนำมาใช้เป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืชทดแทนสารเคมี ดังนี้

1) ฟิฟิ-สเตรปโต (*Streptomyces* sp.) ใช้ป้องกันกำจัดโรคโคนเน่ารากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* และ *Pythium* sp. ในพืชผักและไม้ผล 2) ฟิฟิ-ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) ใช้ป้องกันกำจัดโรคใบจุด ใบไหม้ โรครากเน่าโคนเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* และ *Pythium* ในพืชผัก ไม้ผล และไม้ดอก 3) และฟิฟิ-บี10 (*Bacillus amyloliquefaciens*) ใช้ป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวเฉา (*Ralstonia solanacearum*) ที่เข้าทำลายพืชตระกูลพริกและมะเขือ และ 4) สารชีวภัณฑ์

พีพี-บีเค33 (*Bacillus subtilis*/B. *amyloliquefaciens*) ใช้ป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อรา เช่น โรคราเมล็ดผักกาด โรคราน้ำค้าง โรคใบจุด และโรคใบไหม้ โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น โรคเหี่ยวเหี่ยว โรคดอกเน่า และโรคผลเน่า

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีลดอัตราการตายของต้นมะเขือเทศเชอร์รี่แดง โดยเปรียบเทียบผลของการควบคุมโรครากและโคนเน่าด้วยสารชีวภัณฑ์ที่ผลิตโดยสถานีวิจัยหลวงอินทนนท์ในกรรมวิธีที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศเชอร์รี่แดงจากโรครากและโคนเน่า

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปลูกมะเขือเทศพบอุปสรรคสำคัญเรื่องโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากมะเขือเทศเป็นพืชที่อ่อนแอ ง่ายต่อการเข้าทำลายจากเชื้อโรคหลายชนิด เช่น โรคเหี่ยวเหี่ยว (*bacterial wilt*) ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* โรคเหี่ยวเหลือง (*fusarium wilt*) จากเชื้อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* และโรครากและโคนเน่าจากเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ *Sclerotium rolfsii* และ *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* เชื้อสามารถเข้าทำลายต้นอ่อนซึ่งเจริญโผล่พ้นดินแล้ว ปรากฏอาการให้เห็นตรงโคนต้นกล้าที่อยู่ระดับดิน หรือใต้ดิน ระยะแรกเกิดเป็นจุดช้ำน้ำขนาดเล็กแล้ว จึงขยายขนาดใหญ่ขึ้นเป็นรอยช้ำสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วจนโดยรอบต้นกล้า ทำให้ต้นกล้าหักพับลง และเหี่ยวตายในที่สุด การควบคุมโรคพืชทำได้หลายวิธี ส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีสังเคราะห์ แต่พบปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภค รวมถึงปัญหาด้านต้นทุนการผลิตเนื่องจากสารเคมีมีราคาสูง ภายหลังจึงมีการค้นคว้าวิจัยทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เรียกจุลินทรีย์เหล่านี้ว่าจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีหลายชนิดเป็นที่ยอมรับและพัฒนาเป็นสาร

ชีวภัณฑ์ในท้องตลาด สำหรับสถานีวิจัยหลวงอินทนนท์มีการผลิตสารชีวภัณฑ์เชื้อ *Trichoderma harzianum* *Streptomyces* sp. *Bacillus amyloliquefaciens* และ *Bacillus subtilis* เพื่อใช้ในการผลิตมะเขือเทศเชอร์รี่แดง เนื่องจากผ่านการศึกษาการยับยั้งเชื้อก่อโรคมะเขือเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

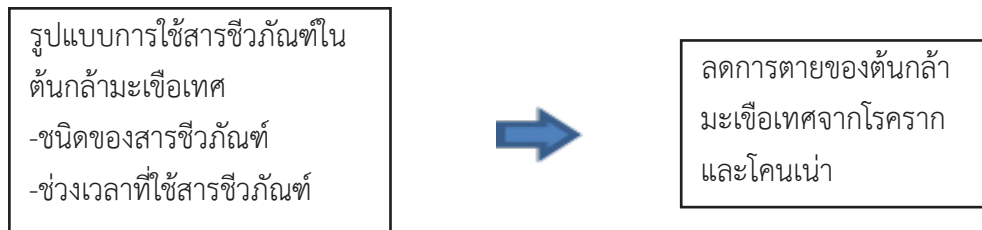
Trichoderma harzianum เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่สามารถควบคุมเชื้อรา *Fusarium* สาเหตุโรคพืชหลายชนิด และยับยั้งเชื้อ *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรครากและโคนเน่าของมะเขือเทศได้ถึง 90% เนื่องจาก *T. harzianum* สามารถแข่งขันเพื่อแย่งอาหารและมีความสามารถในการเข้าครอบครองพื้นที่บริเวณรากพืชได้ดีกว่าเชื้อก่อโรคพืช (Viterbo et al., 2007; Suriyagamon et. al., 2018) สำหรับ *T. pseudokoningii* TR17 และ *T. viride* TR19 และ R22 มีความสามารถในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *F. oxysporum* (Rini & Sulochana, 2007)

ประสิทธิภาพของ *Streptomyces* ที่แยกเชื้อจากดินรอบรากมะเขือเทศและพริก สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp. *lycopersici* สาเหตุโรคเหี่ยวในมะเขือเทศได้ถึง 67-99% และ 47-81% ตามลำดับ กลไกการเป็นปฏิปักษ์ของ *Streptomyces* ต่อเชื้อราก่อโรค ได้แก่ การสร้างสารปฏิชีวนะ การเป็นปรสิตในเชื้อรา และการสร้างเอนไซม์ chitinase เพื่อทำลายผนังเซลล์เชื้อรา (Mujoko et al., 2014) การควบคุมโรคในมะเขือเทศด้วยแบคทีเรียปฏิปักษ์ พบว่า *Bacillus amyloliquefaciens* และ *B. subtilis* เป็นปฏิปักษ์ต่อ *Ralstonia solanacearum* แบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวในมะเขือเทศ โดยใช้ในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ สามารถลดการเป็นโรคเหี่ยวของมะเขือเทศได้มากกว่า 50% ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ และลดประชากรของเชื้อโรคในดินบริเวณรากได้ กลไกสำคัญคือกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มขึ้นหลายชนิด ได้แก่ polyphenol oxidase, phenylalanine ammonia lyase และ peroxidase และส่งเสริมการสร้างฮอร์โมนพืช เช่น salicylic acid ethylene และ jasmonic acid รวม

ถึงกลไกเกี่ยวกับยีนที่ควบคุมการสร้างไบโอฟิล์ม (biofilm) ที่จะทำให้แบคทีเรียปฏิชีวนะสามารถอาศัยอยู่ที่ผิวรากพืช

ทำให้ต้นมะเขือเทศมีความต้านทานต่อโรคเหี่ยวได้ (Tan et al., 2013; Chen et al., 2013)

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

ออกแบบการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design–CRD มี 5 กรรมวิธี (treatments) 3 ซ้ำ (replications) ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ไม่ฉีดพ่นสาร (ควบคุม)
- กรรมวิธีที่ 2 รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโตและฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ พีพี-บี10, พีพี ไตรโคเดอร์มา, พีพี บีเค33 เรียงตามลำดับในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4
- กรรมวิธีที่ 3 รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต ฉีดพ่นพีพี-บี10 ในสัปดาห์ที่ 4
- กรรมวิธีที่ 4 รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต ฉีดพ่นพีพี-ไตรโคเดอร์มา ในสัปดาห์ที่ 4
- กรรมวิธีที่ 5 รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต ฉีดพ่นพีพี-บีเค33 ในสัปดาห์ที่ 4 การเพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์เชอร์แดง

- โรยเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์เชอร์แดงบนวัสดุปลูก ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว พีทมอส อัตราส่วน 1:1:1 ทั้งหมด 10 แถว แล้วรดน้ำ

- จากนั้นประมาณ 1 สัปดาห์เมล็ดเริ่มงอก หรือมีใบจริง 2 ใบ ทำการย้ายกล้าลงถาดหลุมการย้ายต้นกล้าลงถาดหลุมวัสดุปลูกในถาดหลุมประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว พีทมอส อัตราส่วน 1:1:1 จากนั้นรดน้ำให้ชุ่ม สำหรับกรรมวิธี

ที่ 1 และ 2 ไม่มีการรองกันหลุม ส่วนกรรมวิธีที่ 3-6 ใส่พีพี-สเตอร์ปโตรองกันหลุม จากนั้นทำการย้ายกล้าลงถาดหลุมรดน้ำตามปกติ โดยไม่มีการใส่เชื้อก่อโรคลงในวัสดุทดสอบการฉีดพ่นสารป้องกันศัตรูพืชของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์

กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารชีวภัณฑ์รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต 1 กรัม/หลุม/ต้น

- สัปดาห์ที่ 2 ฉีดพ่นด้วยพีพี-บี10 อัตราการใช้ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 3 ฉีดพ่นด้วย พีพี-ไตรโคเดอร์มา อัตราการใช้ 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร จากนั้นสัปดาห์ที่ 4 ฉีดพ่นด้วยพีพี-บีเค33 อัตราการใช้ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารชีวภัณฑ์รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต 1 กรัม/หลุม/ต้น

- สัปดาห์ที่ 4 ฉีดพ่นด้วยพีพี-บี10 อัตราการใช้ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ใช้สารชีวภัณฑ์รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต 1 กรัม/หลุม/ต้น

- สัปดาห์ที่ 4 ฉีดพ่นด้วย พีพี-ไตรโคเดอร์มา อัตราการใช้ 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 ใช้สารชีวภัณฑ์รองกันหลุมด้วยพีพี-สเตอร์ปโต 1 กรัม/หลุม/ต้น

- สัปดาห์ที่ 4 ฉีดพ่นด้วยพีพี-บีเค33 อัตราการใช้ 100 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการตายของต้นกล้ามะเขือเทศจากโรครากและโคนเน่าจากเชื้อ *Fusarium* sp. เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าที่ตายทุก 7 วันในช่วงกล้าอายุ 7-35 วัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศจากโรครากเน่าโคนเน่าทางสถิติด้วย Duncan Multiple Range Test--DMRT

ผลการวิจัย

จากการทดสอบการใช้สารชีวภัณฑ์เพื่อลดเปอร์เซ็นต์การตายในต้นกล้ามะเขือเทศเชื้อราแดงพบว่าการวิธีที่ 1 ไม่พ่นสาร พบการตายของต้นกล้า 7.37 %

ส่วนกรรมวิธีที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการใช้สารชีวภัณฑ์ พบการตาย 0.32%, 1.6%, 0.64% และ 0.96 % ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ด้านความสมบูรณ์ของต้นกล้าพบว่าต้นกล้าบางต้นไม่ตาย แต่มีอาการไม่สมบูรณ์ปรากฏ ได้แก่ ใบเหลือง แคร่แกระ ใบไหม้ ใบหงิก ใบม้วน ซึ่งกรรมวิธีที่ 2 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้าน้อยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 2 มีต้นสมบูรณ์มากกว่ากรรมวิธีที่ 4 (97% และ 85%) สำหรับกรรมวิธีที่ 3 และ 5 มีเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นที่ไม่ตายมีความสมบูรณ์ของต้นใกล้เคียงกัน (92% และ 90%)

ตาราง 1

Effect of microbial fungicides on the incidence of root and crown rot disease of tomato seedling under greenhouse condition

Treatment	Method	Seedling death (%) 35 days after planting	normal survived seedling (%)
1	without using microbial fungicides	7.37 ^c	35
2	applying bottom hole with PP-Strepto plus spraying microbial fungicides at weeks 2-4 of PP-B10, PP-Trichoderma, PP-BK33 respectively	0.32 ^a	97
3	applying bottom hole with PP-Strepto plus spraying PP-B10 in week 4	1.6 ^{ab}	92
4	applying bottom hole with PP-Strepto plus spraying PP-Trichoderma in week 4	0.64 ^a	85
5	applying bottom hole with PP-Strepto plus spraying PP-BK33 in week 4	0.96 ^{ab}	90

Note. *different superscript alphabet in the same column means significantly statistic different at $p < .05$

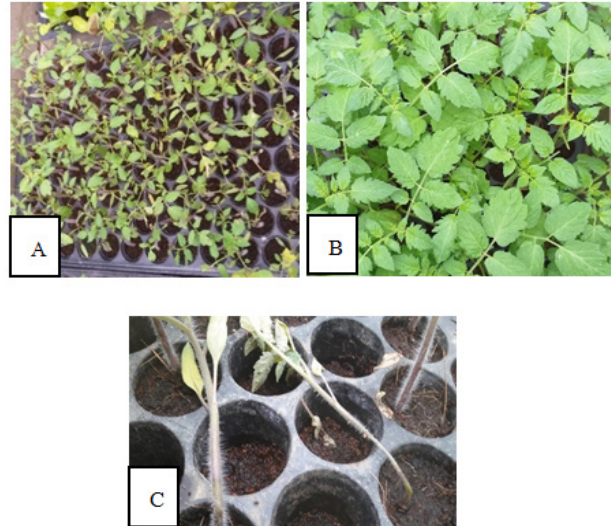


Figure 1 tomato seedlings at 35 days after planting; Treatment 1 without microbial fungicides (A) Treatment 2 using all microbial fungicides (B) seedling with root and crown rot disease (C)

การอภิปรายผล

จากผลการทดลองกรรมวิธีที่ 1 พบการตายของต้นกล้าต่ำ (7.37%) แม้จะไม่มีการใช้สารใด ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในวัสดุปลูกมีการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรครากเน่าโคนเน่าอยู่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีที่มีการรองก้นหลุมด้วยพีพี-สเตอร์บิต (กรรมวิธีที่ 2-5) พบว่า กรรมวิธีที่มีการรองก้นหลุมด้วยพีพี-สเตอร์บิต มีประสิทธิภาพดีกว่ากรรมวิธีที่ 1 ที่ไม่มีการรองก้นหลุมเพราะทำให้เกิดการตายของต้นกล้ามะเขือเทศเชื้อราแสดงจากโรครากเน่าโคนเน่าน้อยกว่า อาจเป็นผลจากการรองก้นหลุมด้วยพีพี-สเตอร์บิตหรือการใช้สารชีวภัณฑ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับการใช้สารแขวนลอยของ *Streptomyces*-PR87 ความเข้มข้น OD600=1 ใส่ให้เมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดา และพันธุ์ Tomato 32 ทันทีภายหลังการเพาะเมล็ด ในปริมาตร 2 มล./ต้น และหยอดเชื้อต่อเนื่องทุก 7 วัน จะส่งเสริมการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าของ มะเขือเทศทำให้ส่วนลำต้นและระบบรากพัฒนาได้ดีกว่าการไม่ใช้ *Streptomyces*-PR87 (Klangswad & Thummabenjapone, 2013)

กรณีกรรมวิธีที่ 2 และ 4 ให้ผลในการควบคุมโรคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 2 ที่มีการรองก้นหลุมด้วยพีพี-สเตอร์บิต ร่วมกับการฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ พีพี-ไตรโคเดอร์มา, พีพี-บี10

และ พีพี-บีเค33 พบว่า เมื่อฉีดพ่นด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด จะให้ผลในการควบคุมโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ต้นกล้าที่รอดชีวิตส่วนใหญ่มีความสมบูรณ์กว่ากรรมวิธีอื่นเช่นกัน ซึ่งก่อนหน้านี้นี้มีการศึกษาพบวิธีควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศจากเชื้อ (*Sclerotium rolfsii*) ได้ด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. (Inwang & Chamsuwan, 1986) และการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma harzianum* อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับเชื้อปฏิปักษ์อื่น ๆ เช่น *Glomus intraradices*, *Streptomyces griseoviridis*, *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *Paenibacillus marcerans* สามารถลดความรุนแรงของโรครากและโคนเน่าของมะเขือเทศที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Fusarium* ได้ (Ozbay & Newman, 2004)

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ควรแนะนำให้เกษตรกรใช้ควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าในต้นกล้ามะเขือเทศเชื้อราแสดงคือ กรรมวิธีที่ 2 และ 4 ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ทั้ง 2 กรรมวิธีมีการรองก้นหลุมด้วยพีพี-สเตอร์บิตเหมือนกัน แต่กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์เพียงชนิดเดียว คือ *Trichoderma harzianum* ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2

ต้องฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ถึง 3 ชนิด คือ *Trichoderma harzianum*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*/ *B. amyloliquefaciens* ดังนั้นกรรมวิธีที่ 5 จึงประหยัดต้นทุนในการจัดหาเชื้อสารชีวภัณฑ์และประหยัดแรงงานกว่ากรรมวิธีที่ 4

2. การวิจัยครั้งต่อไปควรปรับปรุงแบบโดยมีการรอกันหลุมด้วยพีพี-สเตรปโตและฉีดพ่นด้วยพีพี-ไตรโคเดอร์มา 1 ครั้งในสัปดาห์ที่ 1, 2 หรือ 3 หรืออาจเพิ่มความถี่ในการฉีดพ่นพีพี-ไตรโคเดอร์มา เป็น 2 ครั้ง ซึ่งอาจเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นกล้ามะเขือเทศได้ดีกว่าการทดลองครั้งนี้ที่ฉีดพ่นเฉพาะในสัปดาห์ที่ 4 เพียง 1 ครั้ง หรือปรับการใช้สารชีวภัณฑ์รูปแบบอื่นที่ช่วยประหยัดต้นทุนที่สุดแต่คงประสิทธิภาพได้ดี

3. สามารถนำรูปแบบการใช้สารชีวภัณฑ์ไปศึกษาผลในการควบคุมโรคเหี่ยวเหี่ยวในมะเขือเทศซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่เกษตรกรได้

4. เพื่อให้การสารชีวภัณฑ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการตรวจสอบการมีชีวิตอยู่ของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่รากพืชในทุกกรรมวิธีภายหลังการใช้ชีวภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้ทราบระยะเวลาที่ควรใช้ซ้ำเมื่อปริมาณเชื้อมีน้อย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนด้านวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองจากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่



References

- Agricultural Protector Foundation. (2018). *Instruction of pest and disease control in The Royal Project Foundation 2017*. Chiang Mai: Highland Research and Development Institute (public organization). (in Thai)
- Chaiprateep, E. (2015). Effects of lycopene-rich tomatoes in benign prostatic hyperplasia and prostate cancer. *Thai Pharmaceutical and Health Science Journal*, 10(3), 117-121. (in Thai)
- Chen, Y., Yan, F., Chai, Y., Liu, H., Kolter, R., Losick, R., & Guo, J-H. (2013). Biocontrol of tomato wilt disease by bacillus subtilis isolates from natural environments depends on conserved gene mediating biofilm formation. *Environmental Microbiology*, 15(3), 848-864.
- Inwang, B., & Chamswang, J. (1986). Control of tomato stem rot (*Sclerotium rolfsii*) in microorganisms isolated from the cultivated soils. *Proceeding of 24th Kasetsart University national conferece, Bangkok*. Bangkok: Kasetsart University. (inThai)
- Klangswad, A., & Thummabenjapone, P. (2013). Application of *Streptomyces*-PR87 for growth enhancement of tomato. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 41 Suppl.1(1), 205-212. (in Thai)
- Mujoko, T., Sastrahidayat, R. I., Hadiastono, T., & Djauhari, S. (2014). Antagonistic effect of *Streptomyces* spp. On spore germination and mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *International Journal of Biosciences*, 5(9), 414-422.
- Ozbay, N., & Newman, E. S. (2004). Fusarium crown and root rot of tomato and control methods. *Plant Pathology Journal*, 3(1), 9-18.

- Rini, C.R., & Sulochana, K.K. (2007). Usefulness of *Trichoderma* and *Pseudomonas* against *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* infecting tomato. *Journal of Tropical Agriculture*, 45(1-2), 21-28.
- Srisook, W. (2010). *How to eat tomato for obtaining high lycopene*. Retrieved from <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/1/benefit-tomato-lycopene/>. (in Thai)
- Suriyagamon, S., Phonkerd, N., Bunyatratthata, W., Riddech, N., & Mongkolthanaruk, W. (2018). Compost seed of *Trichoderma harzianum* UD 12-102 in controlling collar and stem rot of tomato caused by *Sclerotium rolfsii*. *Environment and Natural Resources Journal*, 16(2), 20-28.
- Tan, S., Dong, Y., Liao, H., Huang, J., Song, S., Xu, Y. & Shen, Q. (2013). *Antagonistic bacterium Bacillus amyloliquefaciens* induces resistance and controls the bacterial wilt of tomato. *Pest Management Science*, 69(11), 1245-1252.
- The Royal Agricultural Station Inthanon. (2018). *Report of income of The Royal Agricultural Station Inthanon 2018*. Chiang Mai: The Royal Agricultural Station Inthanon. (in Thai)
- Viterbo, A., Wiest A., Brotman, Y., Chet, I., & Kenerley, C. (2007). The 18mer peptaibols from *Trichoderma virens* elicit plant defence responses. *Molecular Plant Pathology*, 8(6), 737-746.



พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส
ในเลือดของเกษตรกร อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย
Agricultural Chemical Using Behaviors and
Cholinesterase Enzymes Level in Blood of Farmers
in Banmi District Lopburi Province Thailand

วิราสิริ วะวีระสิริ,¹ สุรีย์ จันทรมาลี,¹ ศิริวรรณ วิเศษแก้ว² และทิพย์สุคนธ์ ศรีลาธรรม³
Wirasiri Waseewerasi,¹ Suree Chanthamolee,¹ Siriwan Wisetkaew² and Tipsukhon Srilatham³

¹คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

¹Faculty of Health Sciences, Western University

²โรงพยาบาลบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี

² Banmi Hospital, Lopburi Province

³คณะพยาบาลศาสตร์บุรีรัมย์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

³Faculty of Nurse Buriram, Western University.

Received: March 6, 2019

Revised: May 21, 2019

Accepted: May 29, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed method) มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของกลุ่มเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร (2) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรที่มีผลเลือดเสี่ยงหรือไม่ปลอดภัย จำนวน 84 คน เก็บข้อมูลโดยการตอบแบบสอบถาม สัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม ระหว่างวันที่ 1-30 กันยายน 2560 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ไคสแควร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน การทำนายอิทธิพลด้วยสถิติถดถอยพหุคูณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีผลต่อระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด ร้อยละ 63.1 มีพฤติกรรมถูกต้อง สม่่าเสมอ ร้อยละ 31.0 มีพฤติกรรมถูกต้องไม่สม่ำเสมอ ร้อยละ 6.0 มีพฤติกรรมไม่ถูกต้อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) ได้แก่ ประเภทการทำเกษตร รายได้ต่อเดือน จำนวนวันที่ใช้สารเคมี ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ทักษะการตัดสินใจการใช้สารเคมีทางการเกษตร และปัจจัยที่มีอิทธิพลและสามารถคาดการณ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) ได้แก่ รายได้ต่อเดือน ประเภทการทำเกษตร และสถานภาพสมรส สามารถคาดการณ์ได้ ร้อยละ 20 ผลการศึกษานี้เสนอแนะให้สาธารณสุขอำเภอ ดำเนินการประชาสัมพันธ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยและการปรับทัศนคติต่อการใช้สารเคมีของเกษตรกร

คำสำคัญ: พฤติกรรมการใช้สารเคมี, ความรู้, ทัศนคติ, ระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส

Abstract

This research was a mixed method study with the aims and objective of (1) to study the correlation of agricultural chemical usage behavior with cholinesterase enzyme levels in the blood of farmers, and (2) to study factors related with the agricultural chemical usage behavior and cholinesterase enzymes levels in blood of farmers. The samples were comprised of 84 farmers who had risky or unsafe blood results. Data were collected by using questionnaires, in-depth interviews, and group discussions during 1–30 September 2017. The data were then analyzed by using frequency, percentage, mean, standard deviation, Chi-square analysis, Pearson's Product Moment Correlation Coefficient, and predictive influences with multiple regression statistics. Referring to qualitative research, data were analyzed by means of the content analysis method to summarize the topics and issues to cover the data. The result this research showed that the behavior of farmers who had used agricultural chemicals affecting the level of cholinesterase enzymes level in blood as follows: the farmers had right behavior practice regularly at 63.1%; they had right behavior, but practice not regularly. at 31.0%, and had incorrect behavior at 6.0% respectively. The factors related to the agricultural chemical usage behavior and cholinesterase enzymes level in blood of farmers were statistically significant ($p\text{-value} < .05$), including the types of farming, monthly income and a number of days spent using chemicals, the knowledge of using agricultural chemicals, and the attitudes towards using agricultural chemicals. Additionally, the factors influencing and predicting the agricultural chemical usage behaviors and cholinesterase enzymes level in blood of farmers were statistically significant ($p\text{-value} < .05$) They were shown at predicting at 20%, including the monthly income, marital status and type of agriculture. The results of this study suggest that public health executives should conduct public relations about correct self-use of behaviors when using chemicals so that farmers can adapt their attitudes when using agricultural chemicals.

Keywords: chemical use behavior, knowledge, attitude, Cholinesterase enzymes levels



บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการนำสารเคมีมาใช้ในการทำเกษตรกรรมจำนวนมาก ถึงแม้บริษัทที่ผลิตสารเคมีต่างๆจะมีคู่มือในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยแต่ก็พบว่า ผู้ใช้สารเคมีนั้นยังไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำที่ให้ไว้อย่างครบถ้วนถูกต้อง ทำให้เกิดผลเสียหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบด้านสุขภาพ (Siriphanit, 2015) ที่สามารถตรวจสอบได้ โดยการยืนยันผลการตรวจหาสารเคมีตกค้างทางเลือดได้ สถานการณ์ปัญหาการใช้สารเคมีในการเกษตร พ.ศ. 2556 ปริมาณ

การนำเข้าสารกำจัดวัชพืช 137,049 ตัน สารกำจัดแมลง 21,485 ตัน สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 10,350 ตัน คิดเป็นมูลค่า 23,902 ล้านบาท พ.ศ.2557 ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดวัชพืช 117,645 ตัน สารกำจัดแมลง 13,910 ตัน สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 10,988 ตัน คิดเป็นมูลค่า 22,156 ล้านบาท พ.ศ.2558 ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดวัชพืช 119,971 ตัน สารกำจัดแมลง 12,927 ตัน สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 11,088 ตัน คิดเป็นมูลค่า 18,539 ล้านบาท (Office of Epidemiology, 2016) จากการที่สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ถูกนำมาใช้

อย่างแพร่หลาย ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค ตลอดจนเกิดปัญหาการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม การเกิดพิษสารกำจัดแมลงศัตรูพืช การได้รับสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกาย ทั้งทางปาก ผิวหนังและการหายใจ มีผลทำให้เกิดการเจ็บป่วยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

จากสถิติอัตราป่วย/แสนประชากร จากการได้รับสารพิษกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ข้อมูลระดับประเทศ อัตราป่วย 0.67 จังหวัดลพบุรี อัตราป่วย 0.66 พ.ศ. 2557 ข้อมูลระดับประเทศ อัตราป่วย 0.43 จังหวัดลพบุรี อัตราป่วย 0.53 พ.ศ.2558 ข้อมูลระดับประเทศ อัตราป่วย 0.29 จังหวัดลพบุรีอัตราป่วย 0.92 (Banmi District Public Health Office, 2015) การบริหารจัดการในการดำเนินงานมาตรการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคและภัยสุขภาพผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ได้ให้ความสำคัญต่อการดูแลสุขภาพเกษตรกร โดยมีการตรวจคัดกรองสุขภาพกลุ่มเกษตรกรที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมตด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (reactive paper) เพื่อตรวจหาระดับเอ็นไซม์โคลรีนเอสเตอเรสในร่างกายของผู้สัมผัสสารเคมี (Office of Occupational Diseases and the Environment, 2016) โดยมอบให้ห้องการเกษตรกรรมเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายให้สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนำไปใช้ในการตรวจคัดกรองสุขภาพให้แก่เกษตรกร มีการรายงานผลการตรวจคัดกรองเพื่อหาระดับเอ็นไซม์โคลรีนเอสเตอเรสในเลือดเกษตรกรด้วยกระดาษทดสอบพิเศษ (reactive paper) พ.ศ. 2556 คัดกรอง 314,805 ราย มีผลเสีย 96,277 ราย คิดเป็นร้อยละ 30.57 พ.ศ.2557 คัดกรอง 317,600 ราย มีผลเสีย 108,062 ราย คิดเป็นร้อยละ 34.02 พ.ศ. 2558 คัดกรอง 341,039 ราย มีผลเสีย 110,672 ราย คิดเป็นร้อยละ 32.45 (Banmi District Public Health Office, 2016)

อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ประชาชนประกอบอาชีพหลัก คือ การเกษตร ทำนา ทำไร่ จึงมีการใช้สารเคมีในการทำเกษตรกรรมจำนวนมาก การดำเนินงานด้านการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2558 ได้ดำเนินการเจาะเลือดเกษตรกรเพื่อตรวจคัดกรองโดยใช้กระดาษทดสอบพิเศษ (reactive paper) จำนวน

545 คนจากจำนวนประชากรที่อยู่ในแรงงานภาคเกษตรจำนวน 1,298 คน คิดเป็นร้อยละ 41.99 ผลการตรวจพบมีความเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย 189 คน คิดเป็นร้อยละ 34.68 (Banmi District Public Health Office, 2015) และจากการประเมินความเสี่ยงในการทำงานด้วยแบบ นบก. 1-56 มีผู้ทำแบบประเมิน 1,295 คน พบว่ามีจำนวนผู้ที่เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนสารเคมีทันที ณ จุดทำงาน หลังเลิกการฉีดพ่น ทุกครั้งและจำนวนผู้ที่อาบน้ำทำความสะอาดร่างกายหลังเลิกงานทันที ณ บริเวณที่ทำงาน เมื่อเสื้อผ้าเปื้อนกลุ่มสารเคมีเพียงร้อยละ 39.54 และมีจำนวนผู้สวมถุงมือยางป้องกันสารเคมี ขณะทำงานกับสารเคมี ทุกครั้ง และมีจำนวนผู้สวมใส่รองเท้าบูท หรือรองเท้าน้ำที่ปิดมิดชิดกันสารเคมี ทุกครั้งร้อยละ 44.63 ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นความเสี่ยง ทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ ถึงแม้ว่าเกษตรกรจะทราบว่าสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชนี้จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Wilson, 1999, 2001) แต่ไม่ทราบถึงวิธีการหรือหลักการที่จะปฏิบัติตนให้เกิดความปลอดภัยต่อตนเอง หรือเกิดความประมาทระหว่างการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงมีการใช้งานและการปฏิบัติที่เสี่ยงต่ออันตราย จนเกิดเป็นความเคยชินด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ความรู้เกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชและความตระหนักในความรับผิดชอบต่อสังคมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ปัญหาและอุปสรรคในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร คือ การขาดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องของเกษตรกร รวมถึงความเชื่อ ทัศนคติที่ไม่ถูกต้องของเกษตรกรในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชในอัตราและปริมาณที่เพิ่มขึ้น (Nuthong, 2013) ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลรีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลรีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี เพื่อใช้ผลการวิจัยที่ได้เป็นข้อมูลสำคัญในการบริหารจัดการวางแผนร่วมกับภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานสาธารณสุข หน่วยงานภาคเกษตรจังหวัด หน่วยงานคุ้มครองผู้บริโภค ภาคเอกชนร้านค้าที่จัดจำหน่ายสารเคมี ในการช่วยจัดการลดความเสี่ยงในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ให้มีสุขภาพที่ดี ลดภาวะ

เสี่ยงต่อการมีสารเคมีในเลือด สามารถประกอบอาชีพได้โดยไม่มีโรคภัยไข้เจ็บ สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ สามารถสร้างผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดรายได้ เพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศในลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ประเทศไทยแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัยซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ (1) ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (2) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมและพฤติกรรมการใช้สารเคมี (3) ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (4) ทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ (5) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับทัศนคติ (6) แนวคิดความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรค โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตร ความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรค ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการใช้สารเคมีและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร แบ่งเป็น พฤติกรรมก่อนใช้สารเคมี พฤติกรรมขณะใช้สารเคมี พฤติกรรมหลังใช้สารเคมี

สมมติฐานการวิจัย

1. ปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน จำนวนวันในการใช้สารเคมีต่อเดือน ประเภทการทำการเกษตรมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร
2. ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร
3. ทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมี

ทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร

4. ความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรคของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร

5. ปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตร ความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรค มีอิทธิพลและสามารถคาดการณ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed method research) คือ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่ได้รับการประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยใช้แบบประเมิน นบก. 1-56 จำนวน 644 คน จากการดำเนินงานโครงการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในอำเภอบ้านหมี่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2558-กันยายน 2559 ได้กลุ่มตัวอย่างความเสี่ยงหลังการประเมินความเสี่ยง จำนวน 544 คน และผู้วิจัยได้ชี้แจงแนะนำเกษตรกรกลุ่มเสี่ยงทุกคนเพื่อรับการเจาะเลือดตรวจคัดกรองโดยใช้ Cholinesterase Reactive papers หลังจากเจาะเลือดตรวจคัดกรองแล้ว ได้กลุ่มตัวอย่างที่ผลเลือดมีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัย จำนวน 84 คน ซึ่งมีผลการตรวจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) เกษตรกรที่มีผลระดับ เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสเสี่ยง 70 คน (2) เกษตรกรกลุ่มที่มีผลระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสไม่ปลอดภัย 14 คน และนำกลุ่มตัวอย่างที่ได้ไปดำเนินการทำ focus group โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมาทำแบบสัมภาษณ์ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกและตอบแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการดัดแปลงมาจากการทบทวน

วรรณกรรม มีเนื้อหาที่ครอบคลุมตัวแปรที่ต้องการศึกษา ดังนี้ ตอนที่ 1 มี 5 ส่วน ส่วนที่ 1 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ จำนวน 8 ข้อ ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรจำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นปรนัย ชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินความรู้ การแปลผลค่าร้อยละโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Bloom and Benjamin (1975) ที่กำหนด ดังนี้ ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับมาก ร้อยละ 60-79 ระดับปานกลาง น้อยกว่าร้อยละ 60 ระดับน้อย ส่วนที่ 3 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรจำนวน 15 ข้อ ส่วนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเชื่อเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรคในการใช้สารเคมีของเกษตรกร จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบสอบถามลิเคิร์ต (5 ระดับ) แบ่งเป็นข้อความทางบวก กำหนดคะแนน 5 4 3 2 1 ข้อความทางลบ กำหนดคะแนน 1 2 3 4 5 แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับมาก ร้อยละ 60-79 ระดับปานกลาง น้อยกว่าร้อยละ 60 ระดับน้อย ส่วนที่ 5 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรจำนวน 15 ข้อ เป็นแบบสอบถามลิเคิร์ต (5 ระดับ) แบ่งเป็นข้อความทางบวก กำหนดคะแนน 5 4 3 2 1 ข้อความทางลบ กำหนดคะแนน 1 2 3 4 5 แบ่งเป็น 3 ระดับ ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับมาก มีพฤติกรรมถูกต้องปฏิบัติสม่ำเสมอ ร้อยละ 60-79 ระดับปานกลาง มีพฤติกรรมถูกต้องปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ น้อยกว่าร้อยละ 60 ระดับน้อย มีพฤติกรรมไม่ถูกต้อง ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลเดือนตุลาคม 2558-กันยายน 2559 การดำเนินการวิจัยในพื้นที่อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงลึกโดยทำ focus group โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และสร้างแบบสัมภาษณ์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา เพื่อสรุปข้อมูลที่ได้จากการ

ศึกษาใช้ในการบรรยายลักษณะของข้อมูล โดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ไคสแควร์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน การทำนายอิทธิพลด้วยสถิติถดถอยพหุคูณ

2. การประมวลข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสรุปใจความครั้งละประเด็นจนครอบคลุมข้อมูลจากทุกกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพพบว่า (1) ด้านความรู้เกษตรกรมีความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีว่าเป็นยาฆ่าแมลงและกำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การผสมสารเคมีต้องทำตามคำแนะนำที่ฉลากข้างขวดและวิธีการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง มีตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เวลาฉีดพ่น ต้องยืนอยู่เหนือลมและเลือกช่วงเวลาฉีดที่เหมาะสม แต่งกายให้มิดชิด (2) ด้านทัศนคติ สารเคมีจำเป็นต่อการทำการเกษตรเพราะช่วยกำจัดแมลง ศัตรูพืช วัชพืช โรคพืชต่าง ๆ และทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (3) ความเชื่อด้านสุขภาพ มีโอกาสเสี่ยงในการได้รับอันตราย (4) พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร มีการปฏิบัติตนก่อนการฉีดพ่นสารเคมีโดยเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้พ่นสารเคมีให้พร้อมใช้งาน แต่งกายโดยสวมเสื้อผ้าให้มิดชิด คุกกี้ทางลม ขณะการฉีดพ่นสารเคมี คือหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมี ทางผิวหนัง ปาก จมูก ทำให้เกิดผลเสียในระยะยาว ร่างกายไม่แข็งแรง เจ็บป่วยได้ง่าย จากข้อมูลเชิงลึกไปดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 1-30 กันยายน 2560 โดยตรง ไม่ดื่มน้ำ ไม่สูบบุหรี่ การปฏิบัติตนหลังการฉีดพ่นสารเคมี คือเปลี่ยนเสื้อผ้า อาบน้ำสระผม ขำระล้างร่างกายให้สะอาดล้างอุปกรณ์เก็บให้เรียบร้อย

ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 70.2 ส่วนมากมีอายุ 40-60 ปี ร้อยละ 48.8 โดยมีอายุน้อยสุด 21 ปี และอายุมากที่สุด 74 ปี อายุเฉลี่ยเท่ากับ 55.05 ปี (SD=11.816) สถานภาพสมรส พบว่าส่วนใหญ่เป็นสถานภาพคู่ ร้อยละ 78.6 ส่วนมากมีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 48.8 ส่วนใหญ่ประกอบ

อาชีพเกษตรกรอย่างเดียว ร้อยละ 77.4 รายได้ต่อเดือน อยู่ในช่วง 400-5,000 บาท ร้อยละ 42.9 ร้อยละ 13.1 และมากกว่า 15,000 บาท ร้อยละ 9.5 โดยมีรายได้ต่ำสุด 400 บาทต่อเดือน รายได้สูงสุด 80,000 บาทต่อเดือน รายได้เฉลี่ยเท่ากับ 12,447.62 บาทต่อเดือน (SD=19363.588) เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีหรือสัมผัสสารเคมี 0-5 วันต่อเดือน ร้อยละ 70.2 ส่วนมากทำนาข้าว ร้อยละ 96.5 บาทต่อเดือน (SD=19363.588)

2. ระดับความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ของเกษตรกร ในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ร้อยละ 57.1 รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 26.2 และระดับน้อย ร้อยละ 16.7

3. ระดับทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตร ของเกษตรกร อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 65.5 ระดับน้อย ร้อยละ 19.0 ระดับมาก ร้อยละ 15.5 ตามลำดับ

ตาราง 1

พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร (n=84)

พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร	จำนวน	ร้อยละ
พฤติกรรมถูกต้อง ปฏิบัติสม่ำเสมอ	53	63.0
พฤติกรรมถูกต้อง ปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ	26	31.0
พฤติกรรมไม่ถูกต้อง	5	6.0

วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Chi-Square พบว่า ประสิทธิภาพการเกษตรมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร (p-value<.05) ดังแสดงในตาราง 2

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านรายได้ต่อเดือน (r=-0.249) และจำนวนวันที่ใช้สารเคมี (r=-0.228) มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสใน

4. ระดับความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรคของเกษตรกร อยู่ในระดับมาก ร้อยละ 59.5 รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 39.3 และระดับน้อย ร้อยละ 12.2 ตามลำดับ

5. เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร และระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด ร้อยละ 63.0 มีพฤติกรรมการปฏิบัติถูกต้อง ปฏิบัติสม่ำเสมอ ร้อยละ 31.0 พฤติกรรมการปฏิบัติถูกต้อง ปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ ร้อยละ 6.0 มีพฤติกรรมการปฏิบัติไม่ถูกต้อง แสดงดังตาราง 1

เลือดของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<.05) ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อนำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์มาทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอนเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลและคาดการณ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<.05) ได้แก่ รายได้ต่อเดือน ประสิทธิภาพการเกษตร และสถานภาพสมรส สามารถทำนายได้ ร้อยละ 20 แสดงดังตาราง 4

ตาราง 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ ประพฤติกรรมการทำการเกษตรกับ พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร ใช้วิธี คำนวณสถิติวิเคราะห์ไคสแควร์ (n=84)

ตัวแปร	พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร			p-value
	มาก (ร้อยละ)	ปานกลาง (ร้อยละ)	น้อย (ร้อยละ)	
เพศ				.661
-ชาย	39 (46.4)	17 (20.4)	3 (3.6)	
-หญิง	14 (16.6)	9 (10.6)	2 (2.4)	
สถานภาพสมรส				.076
-โสด	8 (9.5)	3 (3.6)	0 (0.0)	
-คู่	44 (52.4)	18 (21.4)	4 (4.8)	
-หม้าย/หย่า/แยก	1 (1.2)	5 (5.9)	1 (1.2)	
ระดับการศึกษา				.217
-ประถมศึกษา	22 (26.2)	17 (20.3)	2 (2.3)	
-มัธยมศึกษา	21 (25.0)	6 (7.1)	3 (3.6)	
-ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	10 (11.9)	3 (3.6)	0 (0.0)	
อาชีพ				.819
-ทำเกษตรกรรมอย่างเดียว	42 (50.0)	19 (22.6)	4 (4.8)	
-ทำเกษตรกรรมร่วมกับอาชีพอื่นเสริม	11 (13.1)	7 (8.3)	1 (1.2)	
ประเพณีการทำการเกษตร				.009*
-นาข้าว	51 (60.7)	26 (31.0)	4 (4.7)	
-ทำสวน/อื่น ๆ	1 (1.2)	1 (1.2)	1 (1.2)	

*p-value<.05

ตาราง 3

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรโดยวิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (n=84)

ตัวแปร	พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร	
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(r)	p-value*
-อายุ	.088	.424
-รายได้ต่อเดือน	-.249	.023*
-จำนวนวันที่ใช้สารเคมี	-.228	.037*
-ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมี	-.211	.044*
-ทัศนคติต่อการใช้สารเคมีทาง	-.324	.003*
-ความเชื่อด้านสุขภาพฯ	-.153	.165

* p-value<.05 (Pearson's Correlation)

ตาราง 4

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบมีขั้นตอน ระหว่างตัวทำนายและพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร

ตัวทำนาย	B	Std. Error (B)	Standardized Coefficients (Beta)	t	p-value*
รายได้ต่อเดือน	-8.765	0.00	-0.280	-2.841	.006
ประเภทการทำเกษตร	0.50	0.223	0.221	2.240	.027
สถานภาพสมรส	0.299	0.131	0.228	2.290	.025

B (0)=0.860 Std. Error B (0)=0.418 R²=0.239 Adj R²=0.20 Sig F<0.043

การอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยได้ ดังนี้ คือ

1. พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี พบว่า เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตร ดังนี้ ร้อยละ 63.0 มีพฤติกรรมปฏิบัติที่ดี สม่่าเสมอ ร้อยละ 31.0 มีพฤติกรรมปฏิบัติที่ดี แต่ไม่สม่ำเสมอ ร้อยละ 6.0 มี

พฤติกรรมปฏิบัติที่ไม่ดี และจากการสัมภาษณ์พบว่า เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติตนก่อนการใช้สารเคมีขณะใช้สารเคมีและหลังการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง สามารถอธิบายได้ว่าพฤติกรรมการใช้สารเคมีของบุคคลจะเป็นไปตามประสบการณ์จริงและการปฏิบัติตามคู่มือเกษตรกรปลอดภัยสำหรับเกษตรกรและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จากการสนทนากลุ่มพบว่าเกษตรกรมีพฤติกรรมและวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสมตามคู่มือฯ แต่การปฏิบัติตัวดังกล่าวนั้นไม่ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยจากสารเคมี ดังจะเห็นได้จากการที่เกษตรกรมีระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดผิดปกติ แสดงว่าพฤติกรรมการใช้สารเคมีถึงจะปฏิบัติตัวได้ดีเพียงใดแต่ฤทธิ์ของสารเคมีก็

ยังมีความรุนแรงและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกร อย่างน่าเป็นห่วงซึ่งสอดคล้องกับวัชรภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ (Wongsakoonkan, 2016) ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการใช้ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสใน เลือดของเกษตรกร: กรณีศึกษาอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัด ปทุมธานี พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการใช้ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชระดับดีร้อยละ 75.5 รองลงมา มีการ ปฏิบัติตนปานกลางและปฏิบัติตนไม่ดีร้อยละ 21.8 และ ร้อยละ 2.7 ตามลำดับ ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสใน เลือดของเกษตรกรอยู่ในระดับเสี่ยงร้อยละ 53.6 รองลง มาอยู่ในระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 34.5 และอยู่ในระดับ ปลอดภัย ร้อยละ 11.8

2. ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร ได้แก่

2.1 รายได้ต่อเดือน ($r=-0.249$) มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับน้อยกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<.05$) สามารถอธิบายได้ว่า การที่เกษตรกรมีรายได้น้อย ก็จะต้องยิ่งเร่งรับจ้างทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรหรือถ้าเป็นเกษตรกรที่มีพื้นที่ทำการเกษตรเองก็จะมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกันมากขึ้นเพราะต้องการให้ผลผลิตของตนที่เพาะปลูกไว้ปราศจากโรคและแมลงมาทำลายจนก่อให้เกิดความเสียหายและต้องการให้ผลผลิตดีมีรายได้เพิ่มขึ้นโอกาสได้รับสารเคมีจึงเพิ่มขึ้นไม่สอดคล้องกับณัฐธญา วิไลวรรณ (Wilaiwan, 2016) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี พบว่ารายได้ของครอบครัวไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 จำนวนวันในการใช้สารเคมีต่อเดือน ($r=-0.228$) มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับน้อย สามารถอธิบายได้ว่าการใช้สารเคมีไม่ว่าจะมีจำนวนวันที่ใช้สารเคมีมากหรือน้อยก็ส่งผลต่อสุขภาพได้ ยิ่งจำนวนการใช้สารเคมีมากวันก็ยิ่งส่งผลต่อสุขภาพมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันนั้นเกษตรกรอาจจะมีความเคยชินต่อการใช้สารเคมีและไม่มี

อาการผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น จึงทำให้ขาดความระมัดระวัง ทำให้ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน ก็จะทำให้ได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากขึ้น สอดคล้องกับวิมรัตน์ กุดทิงและมานพ คณะโต (Kudting & Kanato, 2015) ที่ศึกษาเรื่องความรู้พฤติกรรมและผลกระทบด้านสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสุขสำราญ ตำบลนาด่าน อำเภอสวรรคุดหา จังหวัดหนองบัวลำภู ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาการใช้สารเคมีมีความสัมพันธ์กับผลกระทบด้านสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($95\% \text{ CI}=1.14\text{--}6.76$) สอดคล้องกับ วิมรัตน์ กุดทิงและมานพ คณะโต (Kudting & Kanato, 2015) ที่ศึกษาเรื่องความรู้พฤติกรรมและผลกระทบด้านสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลสุขสำราญ ตำบลนาด่าน อำเภอสวรรคุดหา จังหวัดหนองบัวลำภู ผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาการใช้สารเคมีมีความสัมพันธ์กับผลกระทบด้านสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($95\% \text{ CI}=1.14\text{--}6.76$)

2.3 ประเภทการทำการเกษตรของเกษตรกรสามารถอธิบายได้ว่าการทำเกษตรประเภทเดียวกัน ประเภทการใช้สารเคมีก็จะเหมือนกัน ทำให้เกษตรกรได้รับสารเคมีในปริมาณที่มากขึ้น จากการใช้สารเคมีชนิดนั้นในการทำการเกษตรของตนเองหรือการไปรับจ้างในการฉีดพ่นสารเคมีให้กับพื้นที่การเกษตรใกล้เคียง รวมทั้งมีการใช้สารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นในคราวเดียวกันจึงทำให้ได้รับสารเคมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับคู่มือเกษตรกรปลอดภัยสำหรับเกษตรกรและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านมีใจความว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิด หลากหลายชื่อการค้า บางครั้งเกษตรกรใช้สารเคมีผสมรวม ๆ กันเพราะมีความเชื่อว่าจะได้ผลดี แต่บางครั้งก็ไม่ทราบว่าเป็นชนิดเดียวกันและยังเป็นชนิดที่มีความเป็นพิษสูง เกษตรกรจึงมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับจิตติพัฒน์ สืบสมิมาและคณะ (Seabsimma et al., 2017) ที่ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรเพาะปลูกพริกผู้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กรณีศึกษาตำบลสวนกล้วย อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่า การฉีดพ่นสารเคมีในการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น

มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$)

3. ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร ($r = -.211$) มีความสัมพันธ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) สามารถอธิบายได้ว่าความรู้มีความสัมพันธ์ที่ผกผันกับพฤติกรรมการใช้สารเคมี ในการวิจัยพบว่าเกษตรกรที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง แต่เกษตรกรยังพฤติกรรมในการใช้สารเคมีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับจิตติพัฒน์ สืบสิมมาและคณะ (Seabsimma et al., 2017) ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรเพาะปลูกพริกผู้ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช: กรณีศึกษาตำบลสวนกล้วย อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่าระดับความรู้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้และการป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

4. ทักษะต่อการใช้สารเคมีทางการเกษตร ($r = -0.324$) ความสัมพันธ์เชิงลบในระดับน้อยกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) สามารถอธิบายได้ว่า ทักษะมีความสัมพันธ์ผกผันกับพฤติกรรมการใช้สารเคมี ในการวิจัยพบว่าเกษตรกรที่มีทักษะที่ดีและตระหนักถึงอันตรายจากการใช้สารเคมีแต่ก็ยังมีความรู้พฤติกรรมการใช้สารเคมีในปริมาณเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับณัฐญา วิไลวรรณ (Wilaiwan, 2016) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการป้องกันอันตรายจากการใช้ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกรอำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี พบว่าทักษะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากอันตรายในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

5. ความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรคของเกษตรกร ($r = -.153$) ไม่มีความสัมพันธ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร สามารถอธิบายได้

ว่าอาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรค แต่มีพฤติกรรมความเคยชิน ประสพการณ์การใช้สารเคมีและมีความต้องการรายได้เพิ่มขึ้น จึงขาดความระมัดระวังในความปลอดภัยจากการใช้สารเคมี ทำให้ไม่เกิดความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรค สอดคล้องกับชุดินา ดานะ (Dana, 2014) ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรไร้อยู่ ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรไร้อยู่ทั้งหมดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางและความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นถึงว่าเกษตรกรไม่มีความเชื่อด้านสุขภาพเกี่ยวกับการรับรู้ของการเกิดโรคจากสารเคมี

6. ปัจจัยที่มีอิทธิพลและสามารถคาดการณ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร ได้แก่ รายได้ต่อเดือน ประเภทการทำการเกษตร และสถานภาพสมรส สามารถคาด ทำนายได้ ร้อยละ 20 สามารถอธิบายได้ว่ารายได้ต่อเดือน เนื่องจากเกษตรกรมีรายได้น้อย ก็จะต้องรับจ้างทำงานพ่นสารเคมีทางการเกษตรหรือถ้าเป็นเกษตรกรที่มีพื้นที่ทำการเกษตรเองก็จะมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกันมากขึ้นเพราะต้องการให้ผลผลิตของตนที่เพาะปลูกไว้ปราศจากโรคและแมลงมาทำลายจนก่อให้เกิดความเสียหายและต้องการให้ผลผลิตมีรายได้เพิ่มขึ้น สถานภาพสมรส มีอำนาจการทำนายเนื่องจากครอบครัวต้องมีค่าใช้จ่าย มีภาระที่รับผิดชอบมาเลี้ยงครอบครัวเพิ่มขึ้น และประเภทการทำการเกษตรกรรม (นาข้าว) มีอำนาจการทำนายเนื่องจากความต้องการผลผลิตที่เพิ่มขึ้น จึงใช้สารเคมีเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการเกษตร (นาข้าว) ที่เป็นอาชีพหลักของเกษตรกร ไม่สอดคล้องกับวิชชาดา สิมลาและตัม บุญรอด (Simla & Boonrod, 2012) ที่ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรตำบลแหลมโดนด อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง พบว่า เพศ ระดับการศึกษา ระยะเวลา ในการทำการเกษตร จำนวนครั้งของการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การได้รับความรู้หรือคำแนะนำหรือเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และความเชื่อด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันสารเคมี

สรุป

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มีผลต่อระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือด มีพฤติกรรมการปฏิบัติที่ดี สม่ำเสมอ ร้อยละ 63.1 ปัจจัยส่วนบุคคล ด้านรายได้ต่อเดือน จำนวนวันที่ใช้สารเคมี มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำกับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร นอกจากนี้ประเภทรายการทำการเกษตร ความรู้และทัศนคติเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) ผลการวิเคราะห์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลและสามารถคาดการณ์พฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .05$) ได้แก่ รายได้ต่อเดือน ประเภทการทำการเกษตร สามารถคาดการณ์ได้ ร้อยละ 20 จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในการใช้สารเคมีที่ดีตามคู่มือเกษตรกรปลอดภัยสำหรับเกษตรกรและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านและมีการปฏิบัติตนในการใช้สารเคมีที่ดีแต่ยังพบว่าเกษตรกรมีระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดผิดปกติ

ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น สาธารณสุขอำเภอ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ควรรณรงค์ให้เกษตรกรปรับพฤติกรรมการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัดโดยการรณรงค์ให้ใช้สารชีวภาพ

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีนโยบายร่วมกันทุกภาคส่วนในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อป้องกันอันตรายจากภาวะแทรกซ้อนของการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร

3. มีนโยบายในการควบคุมร้านค้าหรือแหล่งผลิตสารเคมีทางการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.มน มณีฉาย สาธารณสุขอำเภอบ้านหมี่ ที่กรุณาอนุญาตให้เก็บข้อมูลในการทำวิจัย รศ.ดร.ประภาพรรณ สุวรรณ รศ.ดร.ชุติมา มุสิกานนท์ และ รศ.ดร.สุธรรม นันทมงคลชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนะ และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความถูกต้องและความครบถ้วนในเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ในอำเภอบ้านหมี่ เกษตรกรอำเภอบ้านหมี่ที่มีส่วนในการตอบแบบสัมภาษณ์ และขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้



References

- Banmi District Public Health Office. (2015). *Report on the operation of the surveillance of occupational diseases. The profession of a sub-district hospital in Banmi District Lopburi Province, 2015*. Lopburi: Banmi District Public Health Office. (in Thai)
- Banmi District Public Health Office. (2016). *Report on the operation of the surveillance of occupational diseases. The profession of a sub-district hospital in Banmi District Lopburi Province, 2016*. Lopburi: Banmi District Public Health Office. (in Thai)

- Bloom, S. J., & Benjamin, S. J. (1975). *Taxonomy of education objective, hand book 1: Cognitive domain*. New York: David Mckay.
- Dana, C. (2014). *Behaviors of using chemical pesticides among sugarcane farmers*. Master of Nursing Thesis Community Practice Nursing, Graduate School, Khon Kaen University. (in Thai)
- Kudting, W., & Kanato, M., (2015) Factors affecting the knowledge, behaviors and health impacts of pesticide users in the area responsible for health promotion hospitals, Suksaran Sub-District Na Dan Subdistrict Suwannakhuha District Nong Bua Lamphu Province. *Journal of Community Health Development Khon Kaen University*, 3(1), 133-146. (in Thai)
- Nuthong, V. (2013). *The pesticide use behavior of agriculturists at the Sai-noi Subdistrict Sai-noi District Nonthaburi Province*. Master of Social Sciences Thesis, (Environment). Mahidol University. (in Thai)
- Office of Epidemiology The Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2016). *Report a patient who received a chemical toxin removal pesticides (pesticide poisoning), disease surveillance data, Nonthaburi*. Nonthaburi: The Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (in Thai)
- Office of Occupational Diseases and the Environment. the Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (2016). *The report from the toxic pesticides (Pesticide poisoning). And Risk behavior of farmers from pe. Patients who received sticides (NMG 1-56). Occupational Health Services Administration guide for public health officials to update*. Nonthaburi: The Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (in Thai)
- Seabsimma, J., Silawan, T., & Kansakal, N. (2017). The pesticides use and personal protective behavior, pesticide poisoning among chilli farm sprayers in Suan kluai SubDistrict Kantharalak District Sisaket Province. *Thai Toxicology Journal 2017*, 32(1), 9-25. (in Thai)
- Simla, W., & Boonrod, T. (2012). Factors related to pesticide prevention behavior of farmers in Laem Tanot Sub-district Khuan Khanun District Phatthalung Province. *Journal of Public Health*, 42(2), 103-113. (in Thai)
- Siriphanit, S. (2015). The situation and the health effects from the use of chemical pesticides protection 2013. *Epidemiological surveillance reports, weekly, 2013*, 44(44), 689-692. (in Thai)
- Wilaiwan, N. (2016). Factors related to the use of harmful pesticides in pathumthani farmers group, Muang District Pathumthani Province. *3rd national academic conference and research presentation step into the decade 2. Integration of research Use knowledge to sustainability "17 June 2016 at Nakhon Ratchasima College, Muang District, Nakhon Ratchasima Province* (p. 399). Nakhon Ratchasima: Nakhon Ratchasima College (in Thai)

- Wilson, B. W. (1999). *Cholinesterases*. In W. F., Loeb & F. W., Quimby: The clinical chemistry of laboratory animals. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Wilson, B. W. (2001). *Cholinesterases*. In R. I., Krieger, J., Doull, D., Ecobichon, D., Gammon, E., Hodgson, L., Reiter & J., Ross: *Handbook of pesticide toxicology* (2nd ed.). San Diego, California: Academic Press.
- Wongsakoonkan, W. (2016). Pesticide usage behavior and cholinesterase blood Level of farmers: Case study of Latlumkaeo District, Pathumthani Province. *Ratchaphruek Journal*, 16(1), 55-64. (in Thai)



คุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

Quality of Life and Level of Hemoglobin A1c Among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

สุวรรณี สร้อยสงค์¹, อังคณา เรือนก้อน¹, ภณทิรา เฟื่องทอง² และคุณญา แก้วทันคำ³
Suwannee Sroisong¹, Angkhana Rueankon¹, Panthiracha Fuongtong² and Kunnaya Kaewtankham³

¹วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช

¹Boromarajonani College of Nursing, Buddhachinaraj

²วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรธานี

²Boromarajonani College of Nursing, Udon Thani,

³คลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแพร่

³DM clinic, Out-Patient Department, Phrae Hospital

Received: April 1, 2019

Revised: July 16, 2019

Accepted: July 22, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (descriptive research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มาตรวจคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแพร่ จำนวน 343 คน เก็บรวบรวมด้วยแบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลสุขภาพ และแบบวัดคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวาน ทดสอบค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .85 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพชีวิตในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.01, และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.34) คุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดมีความสัมพันธ์กันทางลบ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -.156$, $p = .004$) สรุปผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้เข้าใจเกี่ยวกับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จะมีปัญหาสุขภาพและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ส่งผลให้ผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตแย่ลง

คำสำคัญ: คุณภาพชีวิต, ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด, ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

Abstract

The aim of this descriptive research was to study the relationship between Quality of Life--QoL and the level of Hemoglobin A1c-HbA1c. Using purposive sampling, the sample size was 343 patients with Type 2 Diabetes Mellitus--T2DM who were receiving medical services in DM(DM--Diabetes Mellitus) clinic at the out-patient department at Amphorae Hospital. Data were collected by using the following questionnaires: Socio-demographic data, Health profiles and, The Diabetes Quality of Life Questionnaire, which had a reliability of the Alpha Cronbach's coefficient of .85. Data were analyzed using descriptive statistics and Pearson Correlation Coefficients. The results showed that the overall score of QOL was high ($M=5.01$, $SD=1.34$). Relationship between QOL of T2DM patients and HbA1c levels revealed a negative correlation and significant level ($r=.156$, $p=.004$). In conclusion, the study led to understandings about poorer glycemic control related to health problems and comorbidity and low quality of life for patients with T2DM.

Keywords: quality of life, hemoglobin A1c, patients with type 2 diabetes mellitus



บทนำ

เบาหวานเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของทุกประเทศทั่วโลก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ รายงานสถานการณ์ ในปี พ.ศ. 2560 มีผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 425 ล้านคน และคาดว่าจะในปี พ.ศ. 2588 จะมีผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นร้อยละ 48 หรือมากกว่า 629 ล้านคน (International Diabetes Federation--IDF, 2017) สำหรับประเทศไทย จากรายงานการตรวจสุขภาพประชาชนไทย อายุ 15 ปี ขึ้นไป โดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2552 พบเพียงร้อยละ 6.9 เป็นผู้ที่เป็เบาหวานจำนวน 3.3 ล้านคน ปีพ.ศ. 2557 ความชุกของโรคเบาหวาน เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 8.9 คิดเป็นจำนวน 4.8 ล้าน (Aekplakorn, 2016) ทั้งนี้มีการคาดการณ์ว่า ใน พ.ศ. 2583 ผู้ป่วยเบาหวานจะมีจำนวนถึง 5.3 ล้านคน โดยในวัยผู้ใหญ่จำนวน 7.5 ล้านคน มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานถึงร้อยละ 70 (Rattasarn, 2017)

โรคเบาหวานเป็นกลุ่มโรคทางเมตาบอลิก ที่มีการเผาผลาญอาหารผิดปกติ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง เบาหวานมักเกิดร่วมกับโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง และ

ไขมันในเลือดสูง (Trikkalinou, Papazafiropoulou & Melidonis, 2017) โรคนี้ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนอย่างเรื้อรังต่อหลอดเลือดทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก (micro-and macro-vascular complication) ของสมอง หัวใจ ตา ไต ซึ่งก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อย ได้แก่ โรคไตเรื้อรัง (chronic kidney disease) พบความชุกของโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานสูงถึงร้อยละ 17.35 (Nitiyannant, 2016) ความชุกเบาหวานขึ้นตาหรือจอประสาทตาเสื่อม (retinopathy) พบร้อยละ 15.57-42.6 และตาบอดร้อยละ 2 (Pawarangsagoon, 2017) ปลายประสาทเสื่อม (neuropathy) ทำให้สูญเสียการรับรู้ความรู้สึกเท้าจึงเกิดแผลที่เท้าได้ง่าย ร้อยละ 50 เกิดความบกพร่องทางเพศ (sexual dysfunction) ทั้งในผู้ป่วยเบาหวานชายและหญิง (Tafazoli, Paman & Azmoude, 2017) และเกิดผลกระทบต้อจิตใจและอารมณ์ ได้แก่ หงุดหงิด โกรธง่าย เครียด วิตกกังวล ท้อแท้หรือซึมเศร้า ความสุขในการใช้ชีวิตลดลง (Lewko & Misiak, 2015) หากผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ จะเกิดโรคร่วมและเกิดภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะของร่างกายดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตลดลง (Lewko & Misiak, 2015; Tafazoli,

Paman & Azmoude, 2017; Trikkalinou, Papazafropoulou & Melidonis, 2017)

ผู้ป่วยเบาหวานที่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี จะมีคุณภาพชีวิตที่ดี (Chew, Mohd-Sidik & Shariff-Ghazali, 2015) คุณภาพชีวิตเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญของภาวะสุขภาพ และเป็นเป้าหมายการดำรงอยู่ของชีวิตอย่างมีคุณภาพและมีความสุขตามการรับรู้ของบุคคล (Trikkalinou, Papazafropoulou & Melidonis, 2017) คุณภาพชีวิต ประกอบด้วย มิติสุขภาพทางกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และความเชื่อของบุคคล ทั้งนี้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน ถูกคุกคามด้วยพยาธิสภาพของโรคทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ส่งผลกระทบต่อจิตใจ ครอบครัวและการดำเนินชีวิตในสังคม ดังนั้นผู้ป่วยเบาหวานจะต้องควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (American Diabetes Association, 2014; Chatreewarote & Navicharern, 2015)

การควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (Glycated hemoglobin--HbA1c) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์ คือ เป้าหมายการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน (American Diabetes Association, 2014; Berard, Blumer, Houlden, Miller & Woo, 2013) เมื่อระดับน้ำตาลสะสมในเลือดลดลง 1 เปอร์เซ็นต์ จะลดการเกิดภาวะหัวใจขาดเลือด (myocardial infarction) ร้อยละ 14 ลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อหลอดเลือดขนาดเล็กร้อยละ 37 และลดการเสียชีวิตที่สัมพันธ์กับโรคเบาหวาน 21 เปอร์เซ็นต์ (IDF, 2017) อีกทั้งผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะความดันโลหิตสูง และสามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์ จะลดความรุนแรงของโรคไตเรื้อรัง (CKD progression) ได้ 0.76 เท่า (Sonthon et al, 2017) และผู้ป่วยเบาหวานมีสุขภาพจิตดีขึ้น (Chew, Shariff-Ghazali & Fednandez, 2014) หากผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ (inadequate glycemic control) หรือระดับน้ำตาลสะสมในเลือดสูงเกิน 7 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานมากกว่า 10 ปี จะสัมพันธ์กับการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานที่คุกคามต่อชีวิต และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน (Rattarasarn, 2017)

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน และระดับน้ำตาลสะสมในเลือด และ ดังเช่น การศึกษาของ Shim, Lee, Toh, Tang & Ko (2012) พบว่าคุณภาพชีวิตกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานมีความสัมพันธ์ทางลบในระดับต่ำ ($r=-.02$, $p=.001$) ผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลสะสมในเลือดสูงจะมีคุณภาพชีวิตต่ำ (Trikkalinou, Papazafropoulou & Melidonis, 2017) สำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ จะมีคุณภาพชีวิตดี เนื่องจากผู้ป่วยยอมรับความเจ็บป่วย มีการสนับสนุนทางสังคม รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ได้รับความรัก การเอาใจใส่จากครอบครัว ทำให้ผู้ป่วยปรับตัว มีกำลังใจในการดำเนินชีวิต จึงส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตดี (Chatreewarote & Navichareem, 2015; Chew, Mohd-Sidik and Shariff-Ghazali, 2015)

จังหวัดแพร่เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีผู้ป่วยเบาหวานจำนวนมาก และจำนวนผู้ป่วยเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558 มีอัตราป่วยด้วยโรคเบาหวานเท่ากับ 12.26, 21.75 และ 29.35 ต่อแสนประชากร (Bureau of Non Communicable Diseases, 2016) ซึ่ง สอดคล้องกับจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการ ที่คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลแพร่ มีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ปี พ.ศ. 2557-2559 พบว่า มีจำนวน 2,490 คน, 2,500 คน และ 2,282 คน ตามลำดับ (Diabetes Clinic, Out-Patient Department, Phrae Hospital, 2016) คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลแพร่ มุ่งเน้นการบริการเพื่อดูแลรักษา ผู้ป่วยเบาหวานให้สามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือด และลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรค ซึ่งจะทำให้เกิดผลลัพธ์การบริการพยาบาลที่ดีและผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตดี อีกทั้งยังไม่ปรากฏการศึกษาเกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวานและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดที่คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลแพร่ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือดในคลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลแพร่ เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ในการส่งเสริมคุณภาพชีวิต และป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ชีวิตเป็นองค์รวมประกอบด้วย กาย จิต อารมณ์ สังคม และจิตวิญญาณ คุณภาพชีวิตเป็นการรับรู้ของปัจเจกบุคคล ต่อสถานการณ์การดำรงอยู่ของชีวิต ความอยู่ดีมีสุขภายใต้บริบททางสังคม เศรษฐกิจ การศึกษา ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม สิ่งแวดล้อม (Tafazoli, Paman & Azmoude, 2017; Trikkalinou, Papazafropoulou & Melidonis, 2017) ความพึงพอใจ เป้าหมาย หรือความคาดหวังของตนเอง ครอบครัวหรือสังคม คุณภาพชีวิตมีหลายมิติ (multidimensional dimensions) เปลี่ยนแปลงตามบริบทของงานที่ศึกษา การวัดคุณภาพชีวิตประเมินจากการรับรู้ ความคิดเห็นต่อสถานการณ์หรือประสบการณ์ของบุคคล การแพทย์และสาธารณสุขจะวัดคุณภาพชีวิตในมิติสุขภาพ ประกอบด้วย มิติทางกาย มิติทางจิตใจ มิติอารมณ์ มิติความเชื่อ มิติสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังเช่น แบบวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลก (WHO-QOL) เป็นแบบวัดคุณภาพชีวิตที่ใช้แพร่หลายทั่วโลก แบบวัดนี้แบ่งคุณภาพชีวิตเป็น 6 มิติ/ด้าน (domains) ได้แก่ (1) มิติด้านสุขภาพกาย (physical health) เช่น พลังงานและ

ความเหนื่อยล้า (energy and fatigue) ความเจ็บป่วยและความไม่สบาย (pain and discomfort) (2) มิติด้านสุขภาพจิต (psychological health) เช่น ความรู้สึกเชิงลบหรือเชิงบวก (negative/positive feeling) (3) มิติด้านระดับความอิสระ (level of independence) เช่น การเคลื่อนไหว (mobility) กิจกรรมประจำวัน (activity of daily living) (4) มิติด้านความสัมพันธ์กับสังคม (social relation) เช่น สัมพันธภาพของบุคคล (personal relations) แรงสนับสนุนทางสังคม (social support) กิจกรรมทางเพศ (sexual activity) (5) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (environment) และ (6) มิติด้านจิตวิญญาณ/ศาสนา/ความเชื่อส่วนบุคคล (spiritual/ religion/ personal beliefs) เป็นต้น มิติทั้ง 6 ด้าน จะบ่งบอกถึงคุณภาพชีวิตของบุคคลนั้น ๆ (World Health Organization, 2019)

ผู้ป่วยเบาหวานถูกคุกคามด้วยพยาธิสภาพของโรคเบาหวานอย่างเรื้อรัง ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะของร่างกาย ผู้ป่วยอาจเกิดความเครียด ผู้ป่วยบางรายสามารถปรับตัวเรียนรู้ที่จะอยู่กับโรค (learn to live with it) และสามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดได้ (American Diabetes Association, 2014) หากผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดได้ จะทำให้มีคุณภาพชีวิตแย่ลง (Trikkalinou, Papazafropoulou & Melidonis, 2017) จึงสรุปได้ว่า คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด ดังภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย

คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน ประกอบด้วย

1. ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต 6 มิติ/ด้าน ดังนี้
 - 1.1 การควบคุมเบาหวาน
 - 1.2 ความมีเรื้อรังและความถี่การปรับยา
 - 1.3 ความวิตกกังวล
 - 1.4 ภาระทางสังคม
 - 1.5 เพศสัมพันธ์
 - 1.6 ปัญหาสุขภาพอื่นและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน
2. คุณภาพชีวิตในภาพรวม และระดับความรุนแรงของโรคเบาหวาน

ค่าน้ำตาลสะสมในเลือด

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาที่คลินิกเบาหวานหรือคลินิกผู้ป่วยนอก แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแพร์

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาที่คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลแพร์ กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยกำหนดคุณสมบัติการเลือกเข้าศึกษา (inclusion criteria) ดังนี้

1. มีอายุ 18 ปี ขึ้นไป
2. สามารถอ่าน เขียน ฟังภาษาไทยได้
3. ไม่มีภาวะเจ็บป่วยรุนแรง
4. ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (exclusion criteria) ดังนี้

1. ตอบแบบสอบถามไม่ครบตามที่กำหนด
2. ผลทางห้องปฏิบัติการไม่มีค่าน้ำตาลสะสมในเลือด

กำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูป หาขนาดกลุ่มตัวอย่างของอิสราเอล (Israel, 2003) ที่ระดับความเชื่อมั่น (confidence level) เท่ากับ 95 %, $p=0.5$) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 343 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพสมรส ศาสนาอาชีพ ระดับการศึกษารายได้

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกข้อมูลสุขภาพ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย (BMI) ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด ระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวานและโรคร่วม

ส่วนที่ 3 แบบวัดคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวาน (the quality of life of people with diabetes: diabetes-39) ของเกร็กกอรี่ บอยเยอร์ (Gregory Boyer) ซึ่งกรรณิการ์ สงรक्षा และสงวน ลือเกียรติบัณฑิต แปลเป็นภาษาไทย (Diabetes-39 Thailand) (Songraksa & Lerkiatbundit, 2009) แบบสอบถามนี้ รวมทั้งสิ้น 41 ข้อ มีดังนี้

1. วัดผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิต มี 6 มิติ/ ด้าน รวม 39 ข้อ ประกอบด้วย

- 1.1 การควบคุมเบาหวาน (diabetes control) จำนวน 13 ข้อ
- 1.2 ความมีเรี่ยวแรงและความกระปรี้กระเปร่า (energy and mobility) จำนวน 10 ข้อ
- 1.3 ความวิตกกังวล (Anxiety and worry) จำนวน 4 ข้อ
- 1.4 ภาระทางสังคม (social burden) จำนวน 6 ข้อ
- 1.5 เพศสัมพันธ์ (sexual functioning) จำนวน 3 ข้อ
- 1.6 ปัญหาสุขภาพอื่นและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (other health problems and comorbidity) จำนวน 3 ข้อ

2. วัดคุณภาพชีวิตในภาพรวมจำนวน 1 ข้อ และวัดระดับความรุนแรงของโรคเบาหวาน จำนวน 1 ข้อ

แบบวัดคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวาน เป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข 1-7 คะแนน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะคะแนนเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิตและความรุนแรงของโรค แบ่งเกณฑ์การแปลผล 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 1.00-3.00 หมายถึง ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิตและความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับต่ำ

คะแนน 3.01-5.00 หมายถึง ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิตและความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 5.01 -7.00 หมายถึง ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิตและความรุนแรงของโรคอยู่ในระดับมาก

2. วัดคุณภาพชีวิต แบ่งเกณฑ์การแปลผล 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 1.00-3.00 หมายถึง คุณภาพชีวิตน้อย

คะแนน 3.01-5.00 หมายถึง คุณภาพชีวิตปานกลาง

คะแนน 5.01 -7.00 หมายถึง คุณภาพชีวิตดี

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดำเนินการ ดังนี้ ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตใช้แบบวัดคุณภาพชีวิตสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจาก ดร. เกร็กกอรี่ บอยเยอร์ซึ่งเป็นผู้สร้างเครื่องมือและขออนุญาตกรรมการ สังรักษา และสงวนลิขสิทธิ์บัณฑิต ซึ่งเป็นผู้แปลและพัฒนาแบบวัดคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวาน เป็นฉบับภาษาไทย จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (try out) กับผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำไปทดสอบหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ.85

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยโดยทำหนังสืออนุเคราะห์เก็บข้อมูลจากวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช ถึงโรงพยาบาลแพร่ เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ มกราคม 2559-มิถุนายน 2560

2. ผู้วิจัยศึกษาประวัติจากเวชระเบียนของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารักษาในคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแพร่ เพื่อดำเนินการผู้ป่วยตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ผู้วิจัยเข้าพบผู้ป่วยเบาหวานฯ ในวันที่มาตรวจตามนัด และขออนุญาตคัดกรองคุณสมบัติ และขอความร่วมมือในการเข้าร่วมการวิจัยขณะรอแพทย์ตรวจและขณะรอรับยา จนครบ 343 คน

4. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อคำถาม และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 343 ฉบับ

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลแพร่ เลขที่ 3/2559 ลงวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2559 ผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดโครงการวิจัย โดยบอกวัตถุประสงค์การวิจัย อธิบายประโยชน์เกี่ยวกับการเข้าร่วมการวิจัย ดำเนินการเก็บข้อมูลเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ยินยอมและลงนามเข้าร่วมวิจัยเท่านั้น กลุ่มตัวอย่างสามารถหยุดหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยได้ตลอดเวลา ซึ่งจะไม่มีความกระทบใดๆ ต่อการรักษาพยาบาลของกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นความลับและการนำเสนอข้อมูลในภาพรวมโดยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ข้อมูลทั่วไปหาความถี่ ร้อยละ ข้อมูลสุขภาพหาค่าความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีจำนวนทั้งสิ้น 343 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.06 มีอายุมากกว่า 60 ปี ร้อยละ 53.64 มีสถานภาพสมรสคู่มากที่สุด ร้อยละ 68.51 รองลงมาเป็นสถานภาพหม้าย/หย่า ร้อยละ 23.03 ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 99.42 ทำอาชีพรับจ้าง/เกษตรกร ร้อยละ 37.90 และไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 37.90 ส่วนใหญ่ไม่ได้เรียน/มีระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 72.59 มีรายได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 60.64 ดังตาราง 1

ตาราง 1

จำนวนและร้อยละกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลักษณะทั่วไป (n=343)

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
-ชาย	137	39.94
-หญิง	206	60.06
อายุ (ปี)		
-20-40	16	4.67
-40-60	143	41.69
-มากกว่า 60	184	53.64
	Min-Max=23-87 ปี	ค่าเฉลี่ย= 60.95 ปี, SD=11.279
สถานภาพสมรส		
-โสด	29	8.46
-คู่	235	68.51
-หย่า/หม้าย/แยก	79	23.03
ศาสนา		
-พุทธ	341	99.42
-คริสต์	2	0.58
อาชีพ		
-รับจ้าง/เกษตรกร	130	37.90
-ค้าขาย/ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	83	24.20
-ไม่ได้ประกอบอาชีพ	130	37.90
การศึกษา		
-ไม่ได้เรียน/ประถมศึกษา	249	72.59
-มัธยมศึกษา	38	11.08
-อนุปริญญา/ปริญญาตรี	23	6.71
-ปริญญาตรี และสูงกว่า	33	9.62
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
-น้อยกว่าหรือเท่ากับ 6,000	208	60.64
-6,000-10,000	67	19.53
-มากกว่า 10,000	68	19.83

2. จำนวนและร้อยละ ข้อมูลสุขภาพ (n=343) กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีดัชนีมวลกาย มากกว่าหรือเท่ากับ 25.0 กก./ม² ร้อยละ 42.27 ระยะเวลาการเป็นเบาหวาน มากกว่า 5 ปี ร้อยละ 62.35 ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด

(HbA1c) มากกว่า 7 % ร้อยละ 62.39 เป็นโรคร่วม ได้แก่ ความดันโลหิตสูงร้อยละ 66.76 ไขมันในเลือดสูงร้อยละ 59.77 และไตวาย/ไตวาย ร้อยละ 18.37 ดังตาราง 2

ตาราง 2

จำนวนและร้อยละ ข้อมูลสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง (n=343)

ข้อมูลสุขภาพ	จำนวน	ร้อยละ
ดัชนีมวลกาย (BMI) (กก./ม²)		
-น้อยกว่า 18.5	17	4.96
-18.50-22.99	119	34.69
-23.00-24.99	62	18.08
-มากกว่าหรือเท่ากับ 25.0	145	42.27
ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1c) (%)		
-น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7	129	37.61
-มากกว่า 7	214	62.39
	Min-Max=4.20-15.00	ค่าเฉลี่ย=7.712, SD= 1.736
ระยะเวลาการเป็นเบาหวาน (ปี)		
-1- 5	136	39.65
-มากกว่า 5	207	60.35
	Min-Max=1-48	ค่าเฉลี่ย=9.723, SD=8.003
โรคร่วม		
ความดันโลหิตสูง		
-เป็นโรคความดันโลหิตสูง	229	66.76
-ไม่เป็นโรคความดันโลหิตสูง	114	33.24
ไขมันในเลือดสูง		
-มีภาวะไขมันในเลือดสูง	205	59.77
-ไม่มีภาวะไขมันในเลือดสูง	138	40.23
ไตเสื่อม/ไตวาย		
-เป็นโรคไตเสื่อม/ไตวาย	63	18.37
-ไม่เป็นโรคไตเสื่อม/ไตวาย	280	81.63

3. คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน (n=343) ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับต่ำ ทั้ง 6 มิติ/ด้าน ดังตารางที่ 3 และคุณภาพชีวิตใน

ภาพรวมอยู่ในระดับดี (Mean=5.009, SD=1.339) ส่วน ความรุนแรงของโรคเบาหวานอยู่ในระดับต่ำ (Mean= 2.152, SD=1.445) ดังตาราง 4

ตาราง 3

ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต 6 มิติ/ด้าน (n=343)

ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต 6 มิติ	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. ปัญหาสุขภาพอื่นและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน	1.762	.897	ต่ำ
2. ความมีเรี่ยวแรงและความกระปรี้กระเปร่า	1.604	.557	ต่ำ
3. การควบคุมเบาหวาน	1.507	.443	ต่ำ
4. ภาระทางสังคม	1.373	.488	ต่ำ
5. ความวิตกกังวล	1.328	.512	ต่ำ
6. เพศสัมพันธ์	1.240	.449	ต่ำ

ตาราง 4

คะแนนคุณภาพชีวิตในภาพรวม และความรุนแรงของโรคเบาหวาน (diabetes severity) (n=343)

ตัวแปร		ระดับ			$\bar{X}$	SD	แปลผล
		ต่ำ	ปานกลาง	มาก			
คุณภาพชีวิตในภาพรวม	จำนวน	17	83	243	5.009	1.339	ดี
	(ร้อยละ)	(5.00)	(24.20)	(70.80)			
ความรุนแรงของโรคเบาหวาน	จำนวน	247	64	32	2.152	1.445	ต่ำ
	(ร้อยละ)	(72.00)	(18.70)	(9.30)			

4. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (n=343)

คุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวม มีความสัมพันธ์ทางลบกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-.156$, $p=.004$) ซึ่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต

ด้านความวิตกกังวล และความรุนแรงของโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=.114$, $p=.035$) ดังตาราง 5

ตาราง 5

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (n= 343)

ตัวแปร	ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด	
	Correlation coefficient (r)	p-value
1. ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต 6 มิติ ได้แก่		
1.1 ความวิตกกังวล	.114*	.035
1.2 ปัญหาสุขภาพอื่นและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน	.088	.105
1.3 ภาระทางสังคม	.085	.115
1.4 การควบคุมเบาหวาน	.080	.141
1.5 ความแข็งแรงและความกระปรี้กระเปร่า	.067	.218
1.6 เพศสัมพันธ์	.049	.362
2. คุณภาพชีวิตในภาพรวม	-.156**	.004
3. ความรุนแรงของโรคเบาหวาน	.146**	.007

หมายเหตุ * p<.05; ** p<.01

การอภิปรายผล

1. คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จากผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดี และความรุนแรงของโรคเบาหวานมีผลกระทบต่อผู้ป่วยเบาหวานในระดับต่ำ อธิบายได้ว่า ผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตที่ดีแสดงถึงการดำรงชีวิตอยู่กับโรคเบาหวานด้วยการเรียนรู้ที่จะอยู่กับโรค (learn to live with it) และมีความสามารถจัดการดูแลตนเองเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (American Diabetes Association, 2014) ซึ่งผู้ป่วยเบาหวานที่มีคุณภาพชีวิตดีจะสามารถปรับตัวในการกระทำกิจกรรมอย่างเหมาะสม และมีกลไกการปรับตัวทางสุขภาพจิตเชิงบวก (positive psychological health) (Chew, Shariff-Ghazali & Fednandez, 2014) เนื่องจากผู้ป่วยรู้สึกตนเองมีคุณค่า (self esteem) มีความพึงพอใจในการเรียนรู้การจัดการตนเอง และได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัวและสังคม (Chew, Mohd-Sidik & Shariff-Ghazali, 2015; Kumar, Agarwal, Singh, Pandey, Ranjan & Kumar, 2016)

การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริทิพย์ โจนสันเพียะ (Klaonsanteau, 2011) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่มีคุณภาพชีวิตค่อนข้างดี เนื่องจากผู้ป่วยเบาหวานไม่

วิตกกังวลเกี่ยวกับโรค และมีความสัมพันธ์ที่ดีกับสมาชิกในครอบครัว คล้ายคลึงกับการศึกษาของ มลฤดี ชาตรีโรจน์ และรุ่งระวี นาวิ (Chatreewarote & Navicharern, 2015) พบว่า คุณภาพชีวิตโดยรวมผู้ป่วยภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาอยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการจัดการตนเองเกี่ยวกับโรคเบาหวานและมีแรงสนับสนุนทางสังคมที่ต่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r=.72$ และ $r=.53$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ จินณพัต ธีรอภิศักดิ์ และพีรพนธ์ ลือบุญธวัชชัย (Theera-apisakul & Lueboonthavatchai, 2009) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตระดับปานกลาง ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากมีปัญหาในการปรับตัว วิตกกังวล ซึมเศร้า และมีปัญหาความสัมพันธ์ในครอบครัว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rogon, Kasprzak and Szczesniak (2017) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานจะมีความเครียดเกี่ยวกับการจัดการอาหาร สถานะทางการเงิน และความคาดหวังเกี่ยวกับอนาคต จึงทำให้คุณภาพชีวิตแย่ลง

เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างรายด้านทั้ง 6 มิติ พบว่า ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้ง 6 มิติ อยู่ในระดับต่ำ โดยมีมิติที่กระทบต่อคุณภาพ

ชีวิตมากที่สุด คือ ปัญหาสุขภาพอื่นและโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน อธิบายได้ว่า โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่ก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะหลายระบบของร่างกายและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานที่พบบ่อย ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ไตเสื่อม (nephropathy) จอประสาทตาเสื่อม (retinopathy) ตาบอด ปลายประสาทเสื่อม (neuropathy) และเกิดแผลเรื้อรังของอวัยวะส่วนปลาย จนกระทั่งถูกตัดเท้า/ขา (Kumar et al., 2016) และการศึกษาของ มลฤดี ชาตรีเวโรจน์ และรุ่งระวี นาวีเจริญ (Chatreewarote & Navicharern, 2015) พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยภาวะเบาหวานขึ้นจอประสาทตาจำนวน 140 คน มีภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังของโรคเบาหวาน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\eta^2=.52$) ส่วนผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตรองลงมา คือ มิติความมีเรี่ยวแรงและความกระปรี้กระเปร่า อธิบายได้ว่า ผู้ป่วยเบาหวานมักเกิดอาการอ่อนเพลียหรืออ่อนล้า (fatigue) ซึ่งเป็นอาการที่พบได้บ่อย อาการนี้เกิดได้ทั้งทางร่างกายและ/หรือจิตใจ (physical and psychology fatigue) เนื่องจากความเครียด และไม่สามารถควบคุมโรคเบาหวานได้ (uncontrolled diabetes) อีกทั้งการออกกำลังกายหรือทำงานหนักเกินไป จะทำให้ผู้ป่วยเบาหวานเกิดความเหนื่อยล้า (Kalra & Sahay, 2018) หากผู้ป่วยเบาหวานมีอาการอ่อนเพลีย ไม่ค่อยมีเรี่ยวแรง ควรติดตามหรือประเมินระดับน้ำตาลในเลือด สอบถามเกี่ยวกับปริมาณของยาเบาหวานที่ได้รับ ปริมาณอาหารที่รับประทาน อาหาร และความเครียดหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจนไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ (Kalra & Sahay, 2018) จากการศึกษาของ Jodar-Gimeno et al. (2015) พบว่า อาการอ่อนเพลียที่พบบ่อย คือ ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) ทำให้มีอาการเหงื่อออก หน้ามืด ใจสั่น อ่อนเพลีย หิว ปวดศีรษะ สับสน มึนงง ถ้าอาการรุนแรงอาจหมดสติและเสียชีวิต ผลที่เกิดขึ้นทั้งต่อร่างกายและจิตใจ ผู้ป่วยเบาหวานจึงกลัวการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ๆ ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถทำงานประกอบอาชีพได้ตามปกติ สูญเสียรายได้ และเสียค่าใช้จ่ายที่ต้องเข้ารับการรักษาเพิ่มขึ้น สิ่งที่เกิดขึ้นจึงมีผลกระทบทำให้ผู้ป่วยเบาหวานมีคุณภาพชีวิตลดลง ขณะที่การศึกษาของ สุวรรณิ สร้อยสงค์ และคณะ

(Sroisong et al., 2017) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง มีอาการอ่อนเพลีย ไม่มีแรงทำงาน จึงต้องรับประทานอาหารหวานและดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง และไม่ออกกำลังกาย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ผู้ป่วยกลุ่มนี้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ นอกจากนี้การอ่อนเพลีย อาจเกิดจากอาการอ่อนล้าทางจิตใจ (psychology of fatigue) ซึ่งเป็นภาวะเครียด จนไม่สามารถจัดการตนเองเกี่ยวกับโรคเบาหวานได้ จึงทำให้เกิดวงจรปัญหาอย่างต่อเนื่อง (vicious cycle) ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ เรียกว่า กลุ่มอาการอ่อนเพลีย/อ่อนล้าของโรคเบาหวาน (diabetes fatigue syndrome) (Kalra & Sahay, 2018)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จากผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตและระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง มีความสัมพันธ์ทางลบ กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณภาพชีวิตในระดับดี น้อยกว่าหรือเท่ากับ จะมีระดับน้ำตาลสะสมในเลือดต่ำ (HbA1c น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 %) ในทางตรงกันข้ามกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณภาพชีวิตระดับต่ำ จะมีระดับน้ำตาลสะสมในเลือดสูง (HbA1c > 7 %) อธิบายได้ว่า ระดับน้ำตาลสะสมในเลือดเป็นค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด (average glycemic exposure) ที่บุคคลบริโภคอาหารใน 3-4 เดือนที่ผ่านมา เป้าหมายที่กำหนดสำหรับการควบคุมโรคเบาหวาน (setting glycemic goals) คือ HbA1c น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 % หาก HbA1c ลดลงร้อยละ 1 ความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือดขนาดเล็กจะลดลงร้อยละ 37 และความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากโรคเบาหวานลดลงร้อยละ 21 (Stratton et al., 2000) และทำให้สุขภาพจิตของผู้ป่วยเบาหวานดีขึ้น (Lau, Qureshi, & Scott, 2004) การควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดได้ จะลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน และส่งผลให้คุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวานดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Shim et al. (2012) คุณภาพชีวิตมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด ($r=-.02$, $p=.001$) ซึ่งสรุปได้ว่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือด มีผลต่อคุณภาพชีวิตทั้งมิติด้านร่างกายและจิตใจ

ส่วนความรุนแรงของโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด อธิบายได้ว่า

กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับน้ำตาลสะสมในเลือดสูงหรือควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ (HbA1c มากกว่า 7 %) จะทำให้มีความรุนแรงของโรคเบาหวาน มีอาการไม่สบายทางร่างกาย และจิตใจ กลัวการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Sroisong et al. (2017) พบว่า ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ จะมีความเครียด จากการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการวิจัย ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยคัดสรรตัวอื่น ๆ ที่มีผลต่อการจัดการระดับน้ำตาลสะสมในเลือดให้น้อยกว่า 7 % ได้แก่ ปัจจัยด้านจิตใจ ความรุนแรงของโรคเบาหวาน ความสามารถจัดการตนเอง การสนับสนุนทางสังคม เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ในการจัดโปรแกรมที่

ส่งเสริมความสามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือด และคุณภาพชีวิตผู้ป่วยเบาหวาน

2. ด้านวิชาการ ความรู้ที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลพยาบาลและผู้เกี่ยวข้องเข้าใจถึงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยเบาหวานมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลสะสมในเลือด ความรุนแรงของโรค ความวิตกกังวล และมีสุขภาพ

3. ด้านบริหาร ผู้บริหารทางการแพทย์และ/หรือผู้บริหารสาธารณสุข สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้วางแผนติดตามระดับน้ำตาลสะสมในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระดับน้ำตาลสะสมในเลือดที่สูง เป็นตัวสะท้อนถึงแนวโน้มการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น อีกทั้งพัฒนารูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานกลุ่มนี้ซึ่งอยู่ในวัยสูงอายุ ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



Reference

- Aekplakorn, W. (2016). *Thai National Health Examination Survey V--NHES V study group*. Nonthaburi: Health System Research Institute. (in Thai)
- American Diabetes Association. (2014). Standards of medical care in diabetes-2014. *Diabetes Care*, 37(Supplement 1), S14-S77.
- Berard, L. D., Blumer, I., Houlden R., Miller, D., & Woo, V. (2013). Clinical practice guideline: monitoring glycemic control. *Canadian Journal of Diabetes*, 37(supplement 1), S5-39.
- Bureau of Non Communicable Diseases. (2016). *Number and rate of illness in non communicable diseases in 2015*. Retrieved from <http://www.thaincd.com/2016/mission/documents.php?tid=32&gid=1-020> (in Thai)
- Chatreewarote, M., & Navicharern, R. (2015). Factors related to quality of life in patients with diabetic retinopathy. *Journal of Nursing Science Chulalongkorn University*, 27(1), 70-82. (in Thai)
- Chew, B. H., Shariff-Ghazali, S., & Fednandez, A. (2014). Psychological aspects of diabetes care: Effecting behavioral change in patients. *World Journal of Diabetes*, 5(6), 796-808.

- Chew, B. H., Mohd-Sidik, S., & Shariff-Ghazali, S. (2015). Negative effects of diabetes-related distress on health-related quality of life: An evaluation among the adult patients with type 2 diabetes mellitus in three primary healthcare clinic in Malaysia. *Health and Quality of life Outcomes*, 13(187), 1-16.
- Diabetes Clinic, Out-Patient Department. Phrae Hospital (2016). *Number of patients with diabetes*. Phrae: Out patient Department, Phrae Hospital. (in Thai)
- International Diabetes Federation. (2017). *IDF diabetes atlas* (8th ed). Retrieved from <http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html>
- Israel, G.D. (2003). *Determining sample size*. Retrieved from <https://www.tarleton.edu/academicassessment/documents/Samplesize.pdf>
- Jodar-Gimeno, E., Alvarez-Guisasola, F., Avila-Lachica, L., Palomares-Ortega, R., Roldan-Suarez, C., & Lizan-Tudela, L. (2015). Quality of life and fear for hypoglycemia in patients with type 2 diabetes mellitus. *Revista Clínica Española*, 215(2), 91-97.
- Kalra, S., & Sahay, R. (2018). Diabetes fatigue syndrome. *Diabetes Therapy*, 9(4), 1421-1429.
- Klaonsanteau, S. (2011). Quality of life of diabetic mellitus persons: A case study at Muangyang Hospital, Nakhonratchasima. *The Journal of Boromarajonani College of Nursing, Nakhonratchasima*, 17(1), 31-44.
- Kumar, P., Agarwal, N., Singh, C. M., Pandey, S., Ranjan, A., & Kumar, D. (2016). Diabetes and quality of life-a pilot study. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 5(6), 1143-1147.
- Lau, C. Y., Qureshi, A. K., & Scott, S. G. (2004). Association between glycemic control and quality of life in diabetes mellitus. *Journal of Postgrad Medical*, 50(3), 189-194.
- Lewko, J., & Misiak, B. (2015). Relationships between quality of life, anxiety, depression and diabetes. *Annals of Depression and Anxiety*, 2(1), 1040-1041.
- Nitiyannant, W. (2016). *Increasing a number of patients with diabetic mellitus are more than 5 million persons who has a common complications as "chronic kidney disease."* Retrieved from <https://www.hfocus.org/content/2016/11/12992> (in Thai)
- Pawaranggoon., W. (2017). Prevention of diabetic retinopathy in type 2 diabetic patients, Nunah Hospital, Bangkok. *Chiangrai Medical Journal*, 9(2), 73-82. (in Thai)
- Rattarasarn, C. (2017). *Current situation and cooperation to reform diabetes care in Thailand*. Retrieved from [https://www.novonordisk.com/.../Thailand%20Blueprint %20for%20Change_2017](https://www.novonordisk.com/.../Thailand%20Blueprint%20for%20Change_2017) (in Thai)

- Rogon, I., Kasprzak, Z., & Szczesniak, T. (2017). Perceived quality of life and acceptance of illness in people with type 2 diabetes mellitus. *Menopause Rev*, 16(3), 79-85.
- Shim, Y. T., Lee, J., Toh, M. P., Tang, W.E., & Ko, Y. (2012). Health-related quality of life and glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus in Singapore. *Diabetic Medicine*, 29(8), 241-248.
- Sonthon, P., Promthet, S., Changsirikulchai, S., Rangsin, R., Thinkhamrop, B., Rattanamonakolgul, S., & Hurst, C. P. (2017). The impact of the quality of care and other factors on progression of chronic kidney disease in Thai patients with type 2 diabetes mellitus: A nationwide cohort study. *PLoS ONE*, 12(7), 1-15.
- Songraksa, K., & Lerkiatbundit, S. (2009). Development of a disease specific quality of life instrument: Thai version of the Diabetic-39. *Songklanagarind Medical Journal*, 27(1), 35-49. (in Thai)
- Sroisong, S., Rueankon, A., Apichantramethakul, K., Nunta, N., & Sukkaseam, J. (2017). Perceived self-care behavior among patients with type 2 diabetes mellitus with poor glycemic control. *Journal of Phrapokklao College*, 28(2), 93-103. (in Thai)
- Stration, I. M., Adler, A.I., Andrew, H., Neil, W., Mathres, D. R., Manley, S. E., & Cull, C.A. (2000). Association of glycemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): Prospective observational study. *BMJ*, 321(12),405-412.
- Tafazoli, M., Parman, A., & Azmoude, E. (2017). Sexual function and quality of life in diabetic women referring to health care centers in Mashhand. *Journal of Education and Health Promotion*, 6(25), 1-7.
- Theera-apisakkul, J., & Lueboonthavatchai., P. (2009). Quality of life associated psychosocial factors of non-insulin dependent diabetes mellitus patients in Somdejphraputthalertla Hospital, Samutsongkram Province. *Journal of the Psychiatric Association of Thailand*, 54(2), 185-196. (in Thai)
- Trikkalinou, A., Papazafropoulou, A. K., & Melidonis, A. (2017). Type 2 diabetes and quality of life. *World Journal of Diabetes*, 8(4), 120-129.
- World Health Organization. (2019). *WHOQOL: Measuring quality of life*. Retrieved from <https://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/>



การศึกษาสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลเพื่อความเป็นฉนวนกันความร้อน The Study of Paint with Silica Aerogel for Thermal Insulation

จรัล รัตนโชตินันท์¹ และพิธาน ไพโรจน์¹

Jaran Ratanachotinun¹ and Pithan Pairojn¹

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

Received: April 24, 2019

Revised: May 29, 2019

Accepted: June 4, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพความฉนวนกันความร้อนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจล โดยการทดสอบในหน้างานจริงเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกันความร้อนกับสีทาอาคารกันความร้อนแบบเดิมที่จำหน่ายในท้องตลาดและสีแบบปกติทั่วไปตาม มอก. 2321-2549 การทดสอบจะสำรวจประสิทธิภาพการกันความร้อนของสีทั้ง 3 ชนิดในช่วงเวลาที่พร้อมกันและการรับแสงอาทิตย์ที่ไม่มีผลกระทบจากเงาแดด ผลการวิจัยพบว่า สีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลมีประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสีทาอาคารกันความร้อนที่ผสมเซรามิก สีแบบปกติ และอุณหภูมิภายนอกห้องมีค่าลดลงเฉลี่ย 0.73, 0.81 และ 3.58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความเป็นไปได้ในการลงทุนและใช้งานในบ้านพักอาศัยในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศร้อนจัด

คำสำคัญ: สีทาอาคารกันความร้อน, ซิลิกาแอโรเจล, ฉนวนกันความร้อน

Abstract

This research aims to study the thermal insulation performance of building paints that are mixed with silica aerogels by testing them on the actual work site and comparing the thermal protection performance with the thermal insulation paint and with the typical paint that is sold in the market according to TIS. 2321-2549. The testing was conducted to explore the performance of a heat-resistant paint for all paints during that time and when the sun was not affected by shadows. The results showed that

the paint with silica aerogels effectively reduced the temperature inside the building better than thermal insulation paints (ceramic). The typical paint and outdoor temperature are about 0.73, 0.81 and 3.58 Degree Celsius respectively and feasibility for costing and using building in Thailand which is tropical area.

Keywords: thermal insulation paints, silica aerogel, thermal insulation



บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกในปัจจุบัน อันเนื่องจากสภาวะโลกร้อนที่มีระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศของโลกที่ร้อนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนานวัตกรรมเพื่อมารองรับสภาวะโลกร้อนจึงได้รับความสนใจอย่างมากเพื่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ที่สบายมากขึ้น อาคารที่พักอาศัยถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการดำรงชีวิต การออกแบบก่อสร้างอาคารที่เหมาะสม จะช่วยให้การพักอาศัยและการใช้พลังงานภายในอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้น วัสดุสำหรับก่อสร้างกรอบอาคาร ซึ่งหมายถึงผนังและหลังคาถือว่ามีส่วนสำคัญที่จะช่วย ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยเฉพาะประเทศไทย ที่มีสภาพภูมิอากาศค่อนข้างร้อนจัด สีทาอาคารหรือสีทาบ้านเป็นวัสดุก่อสร้างสำหรับการตกแต่งอาคารบ้านเรือน เพื่อความสวยงามและป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายใน อาคารโดยสีทาอาคารแบบปกติทั่วไปไม่มีคุณสมบัติกันความร้อน และมีราคาไม่แพงเหมาะกับการใช้งานในอาคารที่ต้นทุนต่ำ สักกันความร้อนที่จำหน่ายและนิยมใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีต้นทุนที่สูงและมีส่วนผสมของเซรามิกหรือไทเทเนียมซึ่งเป็นตัวสะท้อนความร้อนที่มาจากแสงอาทิตย์ แต่เมื่อใช้งานไปในระยะเวลาหนึ่งจะมีคุณสมบัติการสะท้อนความร้อนลดลง อันเนื่องมาจากคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุที่เสื่อมสภาพเป็นปกติของวัสดุกันความร้อนทุกชนิดจนไม่สะท้อนความร้อน ซึ่งส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับผนังอาคารเข้าสู่ภายในอาคารทั้งหมด การรายงานของ Yodyingyong (2017) อธิบายไว้ว่า Silica Aerogel เป็นวัสดุที่ได้รับการบันทึก Guinness World Records ว่าเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีที่สุดในปัจจุบัน

ด้วยโครงสร้างภายในที่ประกอบด้วยรูพรุนขนาดเล็กระดับนาโนเมตรทำให้การถ่ายเทความร้อนผ่าน Silica Aerogel เกิดขึ้นได้ช้าหรือน้อยมาก Silica Aerogel จึงเป็นฉนวนกันความร้อนและกันเสียงที่ดีมาก อีกทั้งยังมีน้ำหนักเบา กันน้ำ และไม่ดูดซับความชื้น จึงสามารถใช้เคลือบพื้นผิววัสดุเพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นพื้นผิวที่ทำความสะอาดตัวเองได้ (self-cleaning surface) จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุที่ต้องการให้มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันร้อน กันเสียง กันน้ำ โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้กับวัสดุต่าง ๆ อาทิ ผสมกับกาวเพื่อใช้สำหรับการเคลือบ (coatings) ผสมใยแก้วเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น (blankets) ผสมกับ Gypsum Cement หรือ PU เพื่อทำเป็นแผ่นฉนวน (composite boards) ผสมกับ Polymer ทำเป็น ฟิล์มบางเคลือบผิววัสดุ วัสดุซิลิกาสามารถผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตร จากรายงานของ Worathanakul (2010) ได้ศึกษาการผลิตซิลิกาจากข้าวเจ้าขานอ้อย โดยขานอ้อยนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีจำนวนมากของประเทศไทย และการศึกษาของ Jongsuwanpaisan (2009) ที่ใช้ซิลิกาที่สกัดจากแกลบมาดัดแปลงใช้กับผนังภายในอาคารเพื่อลดความชื้น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในประเทศไทยที่มีมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวตั้งในการผลิตซิลิกาต้นทุนต่ำได้ต่อไปในอนาคต งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสีกันความร้อน อาทิ เช่น การศึกษาสีอะคริลิกสำหรับหลังคาเย็นของอาคารโดยสำรวจในฤดูร้อนและอายุการใช้งานสำหรับพื้นที่เมดิเตอร์เรเนียน โดย De Masia et al. (2018) มีการแสดงข้อมูลการใช้สีอะคริลิกสีขาวสำหรับทาหลังคาเย็นของอาคารที่สำรวจในช่วงฤดูร้อนที่มีผลต่ออายุการใช้งานของสีและค่าการสะท้อนความร้อนที่เปลี่ยนแปลง การศึกษาสีอะคริลิกสำหรับใช้งานเคลือบเพื่อลดการใช้พลังงานในช่วงฤดูร้อนในสภาพ

ภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการและวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดย Antonaia et al. (2016) งานวิจัยนี้อธิบายสื่อบรรจุเพื่อการใช้งานอาคาร ผลการทดลองแสดงว่าพลังงานและประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบกับหลังคาแบบดั้งเดิม สามารถช่วยด้านค่าใช้จ่ายที่ลดลงประมาณ 50% ในส่วนต้นทุนของวัสดุและแรงงาน การศึกษาอิทธิพลของไททาเนียมไดออกไซด์ต่อการป้องกันของสึนวนกันความร้อนที่โดนน้ำของโครงสร้างเหล็ก โดย Mariappan, Agarwal and Ray (2017) โดยศึกษาผลกระทบของ TiO_2 ต่อสึนวนกันความร้อนที่มีผลต่อการป้องกันตัวจากน้ำ อัตราส่วนน้ำหนักที่แตกต่างกันของ TiO_2 กับแอมโมเนียมรวม (APP) รวมถึงสีที่ไม่มีส่วนผสมของ TiO_2 ผลการทดลองพบว่า สัดส่วนของทั้งสองส่วนผสม (TiO_2 : APP) มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการป้องกันตัวของสึนวนกันความร้อนที่ทาบนโครงสร้างเหล็ก การพัฒนาและประเมินสมรรถนะของการเก็บความร้อนของสีด้วย MPCM สำหรับการใช้กับวัสดุหลังคา โดย Jeong et al. (2016) เป็นการทดสอบวัสดุ microencapsulated phase-change materials--MPCM ที่เป็นส่วนผสมในสีสำหรับทาหลังคาอาคารและผลกระทบต่อการเก็บความร้อนของหลังคา ผลการทดลองพบว่าส่วนผสมในสีที่เป็น (MPCM) มีผลกระทบโดยตรงต่อการเก็บความร้อนในสีที่ทาหลังคาอาคารส่งผลต่อการลดภาระทำความเย็นและการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญในอาคาร การศึกษาทดสอบการเคลื่อนสึนวนกันความร้อนด้วย โดย Bozsaky (2015) เป็นการทดสอบเพื่อพิสูจน์ความสามารถในการนำความร้อนที่ต่ำและการสะท้อนความร้อนของนาโนเซรามิคเหลว ผลการทดลองอธิบายได้ว่า คุณสมบัติสึนวนกันความร้อนที่ดีของสึนวนกันความร้อนที่เคลือบด้วยนาโนเซรามิคเหลวเกิดจากการนำความร้อนต่ำมากและความต้านทานการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศและพื้นผิวของโครงสร้างอาคารนอกที่มีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มีการนำซิลิกาแอโรเจลไปผสมสีทาอาคารเพื่อการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารจากสาเหตุต้นเหตุซิลิกาแอโรเจลที่สูงและต้องนำเข้าจาก ต่างประเทศแต่ในปัจจุบันสามารถผลิตในประเทศได้แล้ว และด้วยคุณสมบัติและข้อได้เปรียบของซิลิกาแอโรเจลจึงมีความเป็นไปได้ในการผสมลงในสีทา

อาคารสำหรับงานก่อสร้างเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์แบบเดิมที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศยังไม่มีการผลิตซิลิกาแอโรเจลลงในสีทาอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นฉนวนกันความร้อน ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารให้เย็นลง และมีต้นทุนที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสีกันความร้อนที่มีอยู่เดิม จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพฉนวนกันความร้อนและศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน โดยทดสอบในหน่วยงานจริงเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพความเป็นฉนวนกันความร้อนกับสีทาอาคารกันความร้อนแบบเดิมที่จำหน่ายในท้องตลาด และวิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนสำหรับการใช้งานในบ้านพักอาศัยในประเทศไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกันความร้อนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลกับสีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปที่ผสมเซรามิค
2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางการลงทุนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลสำหรับการใช้งานจริง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผนังและหลังคาถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาคารสำหรับการป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารจากการที่ประเทศไทยอยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตรส่งผลให้มีสภาพภูมิอากาศของแบบร้อนชื้น ความสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องให้ความสำคัญในการออกแบบอาคาร หลักการทั่วไปนิยมเลือกก่อสร้างผนังและหลังคาของอาคารที่ใช้วัสดุที่มีค่าความต้านการถ่ายเทความร้อนสูงเพื่อลดการสะสมความร้อนและสภาพอุณหภูมิภายในอาคารไม่ให้สูงมาก การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคาอาคารเข้าสู่ภายในอาคารมี 3 รูปแบบ คือ การนำความร้อน (conduction) โดยสำหรับตัวกลางที่มีสถานะไม่ใช่อากาศ ในการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลาง โดยอนุภาคภายในตัวกลางมีการเคลื่อนที่กระทบกัน จึงส่งผลให้เกิดการถ่ายพลังงานระหว่างอนุภาคจากการชนกัน ใน

ระยะทางการส่งผ่านความร้อนจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันชนิดหรือคุณสมบัติของวัสดุตัวนำความร้อนและพื้นที่รับความร้อนจะมีอิทธิพลต่อการสร้างการนำความร้อน การพาความร้อน (convection) สำหรับตัวกลางที่มีสถานะเป็นของไหลทั้งแบบของเหลวและก๊าซ และการแผ่รังสี (radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนในลักษณะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อวัสดุหรือตัวกลางที่ได้รับความร้อนจนส่งผลให้เกิดการแผ่รังสีความร้อน การถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคารซึ่งผ่านตัวกลางที่เป็นผนังและหลังคาจะเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนเป็นหลัก ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการนำความร้อนของวัสดุผนังและหลังคาโดยให้มีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุดจะสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ดีที่สุด เช่น การใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นฉนวนกันความร้อนและการทาสีกันความร้อนซึ่งเป็นอีกทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพดังกล่าว

สีทาอาคารกันความร้อนที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบันมักมีส่วนผสมชนิดพิเศษที่ช่วยป้องกันและสะท้อนความร้อนได้ มีวัสดุผสมหลักที่ทำหน้าช่วยสะท้อนความร้อนคือ เซรามิก โดยปกติเซรามิกโดยทั่วไปที่พบเห็นในชีวิตประจำวันจะมีทั้ง ถ้วย ชาม สุขภัณฑ์ห้องน้ำ กระเบื้อง คุณสมบัติการนำความร้อน (thermal conductivity) ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาผลิตตัวเซรามิกซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 1.50–3 W/m.K มีเซรามิกเป็นส่วนผสมที่สำคัญของสีทาอาคารกันความร้อน ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนให้กับกระสวยอวกาศ คุณลักษณะที่มีความเกลี้ยงของพื้นผิวเซรามิก จึงสามารถสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ และคุณสมบัติความกลวงทำหน้าที่เสมือนสารกันร้อนที่ช่วยลดซับความร้อน ในสีบางยี่ห้อจะมีวัสดุผสมที่ทำหน้าที่สะท้อนความร้อน คือ ไทเทเนียม ซึ่งมีค่าการนำความร้อนประมาณ 22 W/m.K ราคาของสีทาอาคารกันความร้อนที่จำหน่ายในท้องตลาดประเทศไทยอ้างอิงในปี

2560 ขนาดถังใหญ่ 18 ลิตร มีราคาตั้งแต่ 2,700 บาท ถึง 6,500 บาทต่อถัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับยี่ห้อและคุณลักษณะพิเศษเพิ่มเติมที่ทางผู้ผลิตกำหนดไว้

Yodyingyong (2017) ได้อธิบายถึงซิลิกาแอโรเจล (silica aerogel) ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีที่พิเศษโดยทำให้โครงสร้างของซิลิกาเปลี่ยนแปลงเกิดรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก (ระดับนาโนเมตร) โดยทั่วไปแล้วซิลิกาแอโรเจลจะมีอากาศอยู่ภายในโครงสร้างมากกว่า 90% ซิลิกาแอโรเจลเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในโลก เพราะมีความสามารถในการนำความร้อนที่ต่ำมากเหมาะสำหรับการนำไปประกอบเป็นวัสดุที่ประหยัดพลังงาน (energy saving material) นอกจากคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีแล้ว ซิลิกาแอโรเจลยังมีความสามารถอื่นอีก เช่น การเป็นวัสดุของแข็งที่เบาที่สุดในโลก ฉนวนกันเสียงที่ดี (มีรูพรุนสูง) เป็นวัสดุดูดซับสารที่ไม่ละลายน้ำ และสามารถนำไปใช้เป็น filler ในงานอุตสาหกรรมได้อีก ปัจจุบันในต่างประเทศมีผู้ผลิตซิลิกาแอโรเจลรายใหญ่เพียง 3-4 บริษัทเท่านั้น ที่สามารถผลิตซิลิกาแอโรเจลได้มากพอที่จะจำหน่ายในเชิงอุตสาหกรรม โดยมากจะจำหน่ายในรูปของซิลิกาแอโรเจลแบบผง และซิลิกาแอโรเจลแบบแผ่น ซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ของบริษัทประเภท ฉนวนกันความร้อน ฉนวนกันเสียง สี ทนความร้อน ยิปซัม และงาน textile เป็นต้น คุณสมบัติโดยทั่วไปของซิลิกาแอโรเจลที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัยนี้ ซึ่งได้จาก Yodyingyong (2017) สามารถแสดงได้ดังนี้ คือ Particle size range $\pm 20\mu\text{m}$, Pore diameter 20 nm (mean), Bulk density 0.05-0.10 g/cm³, Surface chemistry Super hydrophobic (contact angle > 150°), Thermal conductivity 0.010-0.020 W/m.K และ Surface Area 800-1,000 m²/g, Porosity > 95%

ดังภาพ 1



ภาพ 1 ซิลิกาแอโรเจล (silica aerogel)

จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ค่าการนำความร้อนของวัสดุผสมในสัทอาคารกัณความร้อนที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างทั้ง เซรามิคและไทเทเนียม (3 W/m.K และ 22 W/m.K ตามลำดับ) ยังมีค่าที่สูงอยู่ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนของซิลิกาแอโรเจลที่มีค่าประมาณ 0.02 W/m.K ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้และเหมาะสมที่จะผสมซิลิกาแอโรเจลลงในสัทอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกัณความร้อนที่ดีขึ้นเพื่อการใช้งานจริงและความคุ้มค่าทางด้านการลงทุน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาสัทอาคารผสมซิลิกาแอโรเจลที่มีประสิทธิภาพกัณความร้อนได้ดีกว่าสัทอาคารแบบปกติ และสัทอาคารกัณความร้อนแบบทั่วไป และมีความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงและความคุ้มค่าเหมาะสมในการลงทุนเชิงพาณิชย์

สมมติฐานการวิจัย

1. สัทอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลมีประสิทธิภาพกัณความร้อนดีกว่าสัทอาคารกัณความร้อนแบบทั่วไปที่ผสมเซรามิค
2. สัทอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลมีประสิทธิภาพกัณความร้อนดีกว่าสัทอาคารกัณความร้อนแบบทั่วไปที่ผสมเซรามิค

3. สัทอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการใช้งานจริง

วิธีดำเนินการวิจัย

สร้างห้องตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ห้อง ขนาด $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ เมตร (ภาพ 2) โดยโครงสร้างหลักเป็นเหล็กและกรุผนังซีเมนต์บอร์ดเสริมฉนวนกัณความร้อน 4 ด้าน เพื่อป้องกันความร้อนและกำหนดให้ความร้อนถ่ายเททางด้านผนังที่ทำสัสำหรับทดสอบด้านเดียว เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสัทอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลเปรียบเทียบกับสัทอาคารกัณความร้อนแบบทั่วไปและสัทอาคารแบบปกติ โดยตั้งอยู่บริเวณข้างอาคาร 12 ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม การทำสัทั้ง 3 ประเภทจะตามมาตรฐานการก่อสร้าง คือ ทาสีรองพื้น 1 รอบ และทาสีจริง 2 รอบ เครื่องมือวิจัยได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ และความเข้มแสงอาทิตย์อัตโนมัติโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดยี่ห้อ Vernier รุ่น Labquest2 (ภาพ 3-6)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

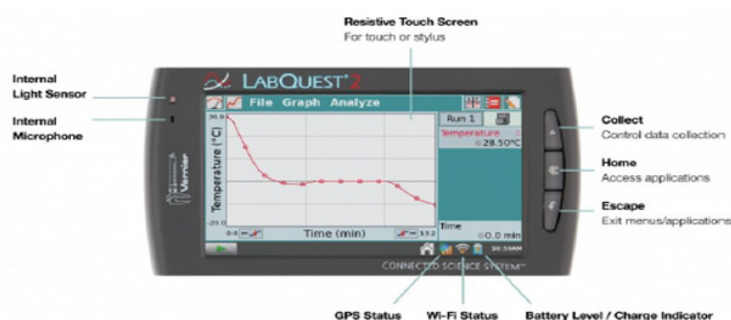
1. สัทอาคารแบบปกติทั่วไปมาตรฐาน มอก. 2321-2549 สัทอาคารแบบกัณความร้อนและซิลิกาแอโรเจล
2. บ้านกล่องตัวอย่างขนาด $1.0 \times 1.0 \times 1.0$ เมตร จำนวน 3 กล่อง ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 บ้านกล่องตัวอย่างสำหรับทดสอบ

3. เครื่องเก็บข้อมูลอัตโนมัติใช้สำหรับเก็บข้อมูล อุณหภูมิตลอด 24 ชั่วโมง ยี่ห้อ Vernier รุ่น LabQuest2 (range -50 to 150 °C, accuracy ± 0.2 °C, resolution 0.07 °C) แสดงดังภาพ 3 ซึ่งการสำรวจจะพิจารณาข้อมูลในช่วง กลางวันมาวิเคราะห์สำหรับการแสดงผล และอุปกรณ์วัดค่า ต่าง ๆ คือ อุณหภูมิภายนอกและภายในบ้านกล่องตัวอย่าง

(range -40 to 135 °C, accuracy ± 0.2 °C, resolution 0.03 °C) ตามภาพ 4 อุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอกและภายใน บ้านกล่อง (Range -25 to 125 °C, Accuracy ± 0.2 °C, Resolution 0.03 °C) ตามภาพ 5 ตัวอย่าง และความเข้ม แสงอาทิตย์ (range 0 to 1100 watts/m², accuracy $\pm 5\%$, resolution 0.3 watts/m²) ตามภาพ 6



ภาพ 3 เครื่องเก็บข้อมูลอัตโนมัติ ยี่ห้อ Vernier รุ่น LabQuest2



ภาพ 4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิภายนอกและภายใน (stainless steel temperature probe)



ภาพ 5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิผิวผนัง (surface temperature probe)



ภาพ 6 เครื่องมือวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (pyranometer)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะสำรวจข้อมูลอุณหภูมิภายในและภายนอกบ้านห้องตัวอย่างทั้ง 3 ห้อง โดยติดตั้งเครื่องทดสอบดังแสดงในภาพ 7 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกันความร้อนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจล เปรียบเทียบกับสีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปและสีทาอาคารแบบปกติ โดยตัวอย่างสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลจะกำหนดสัดส่วนที่ผสมร้อยละ 0.5, 1.5 และ 2.5 ของน้ำหนักสีโดยผสมกับสีทาอาคารแบบปกติ การกำหนดสัดส่วนดังกล่าวอันเนื่องจากต้นทุนซิลิกาแอโรเจลที่ค่อนข้างสูงมากและการผสมสัดส่วนที่มากจะทำให้เนื้อสีมีความข้นมากจนไม่สามารถใช้งานทาได้สะดวก การเตรียมตัวอย่างสีสำหรับทดสอบสามารถแสดงในภาพ 8 การทดสอบจะทาสีที่ผสมซิลิกาแอโรเจลตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ เปรียบเทียบกับสีทาอาคารกันความร้อนทั่วไปที่นิยมใช้งาน (สีผสมเซรามิก) และสีทา

อาคารแบบปกติเป็น สีน้ำอะคริลิคสำหรับทาภายนอกและภายในระดับมาตรฐานทั่วไป โดยทาสีที่ผนังห้องทดสอบ 1 ด้านต่อห้องโดยมีขนาด 1.0x1.0 เมตรโดยประมาณ ทาสีตัวอย่าง 2 รอบต่อด้าน ตามมาตรฐานการก่อสร้างในประเทศไทย และหันหน้าขึ้นด้านบนฟ้าเพื่อรับแสงอาทิตย์ในแนวตั้งฉากมากที่สุดและทิศทางเดียวกันทั้ง 3 ห้องทดสอบ ผนังที่เหลื่อและหลังคาของห้องทดสอบจะกรุด้วยผนังเบาและเสริมฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในห้องทดสอบจากผนังที่ไม่ได้ทาสีตัวอย่าง โดยให้ความร้อนถ่ายเทผ่านเข้าห้องทดสอบเกิดจากด้านที่ทาสีเพียงด้านเดียว การเก็บข้อมูลเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน และอุณหภูมิภายในห้องตัวอย่างทดสอบ การสำรวจข้อมูลแต่ละสัดส่วนซิลิกาแอโรเจลจะเก็บข้อมูลช่วงละ 3 วันตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยต่อไป



ภาพ 7 การติดตั้งเครื่องมือสำรวจข้อมูล



ภาพ 8 การผสมซิลิกาแอโรเจลในสีทาอาคาร

การวิเคราะห์ข้อมูล

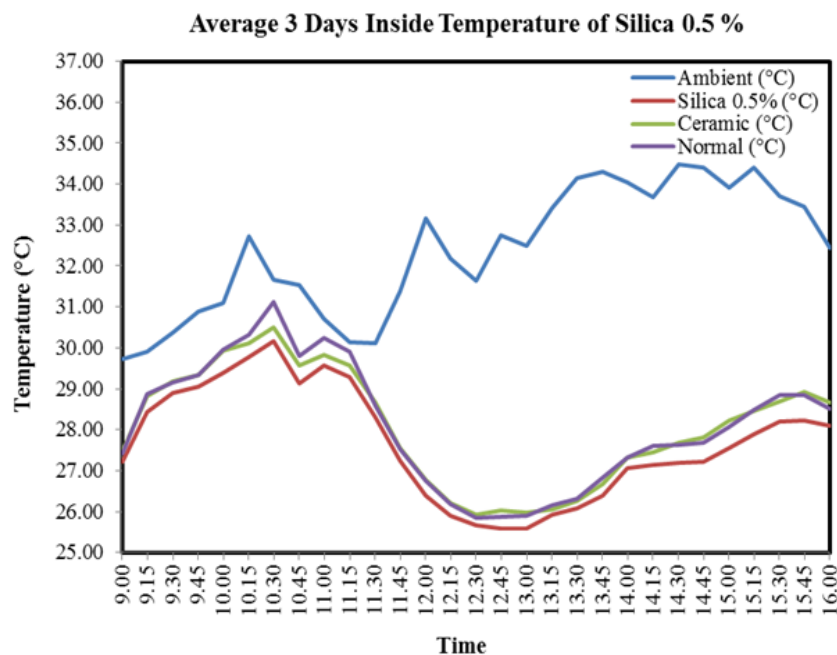
ข้อมูลที่สามารถได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของห้องตัวอย่างที่ทาส่วนผสมซิลิกาแอโรเจลในแต่ละสัดส่วนเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องทดสอบ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สำรวจสำหรับการวิเคราะห์จะสำรวจในแต่ละสัดส่วนของซิลิกาแอโรเจลโดยระยะเวลาสำรวจ 3 วันต่อสัดส่วนโดยการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง โดยนำอุณหภูมิช่วงเวลา 9.00-16.00 น. มาเฉลี่ยอัตราการถ่ายเทความร้อนและภาพถ่ายความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณผิวผนังที่

ทดสอบจากนั้นสรุปผลการทดลองสำหรับบ้านกล่องตัวอย่างแล้วทำการประเมินสัดส่วนผสมของซิลิกาแอโรเจลที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการกันความร้อน การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อความเหมาะสมกับการใช้งานจริงและเชิงพาณิชย์ในด้านต้นทุนการผลิตสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลและความคุ้มค่าในการลงทุน

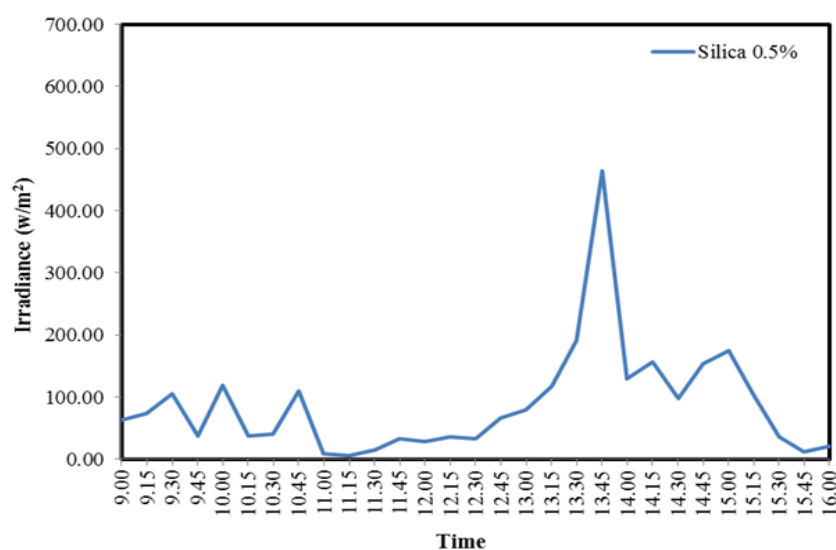
ผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยประสิทธิภาพกันความร้อนโดยความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในห้องพบว่า ห้องตัวอย่างที่ใช้สีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 0.5 มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 30.16 องศาเซลเซียส สีทาอาคารกันความร้อนแบบ

ทั่วไปมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 30.49 องศาเซลเซียส และสีทาอาคารแบบปกติมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 31.11 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 34.49 องศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 463.85 W/m^2 (ภาพ 9 และ 10)



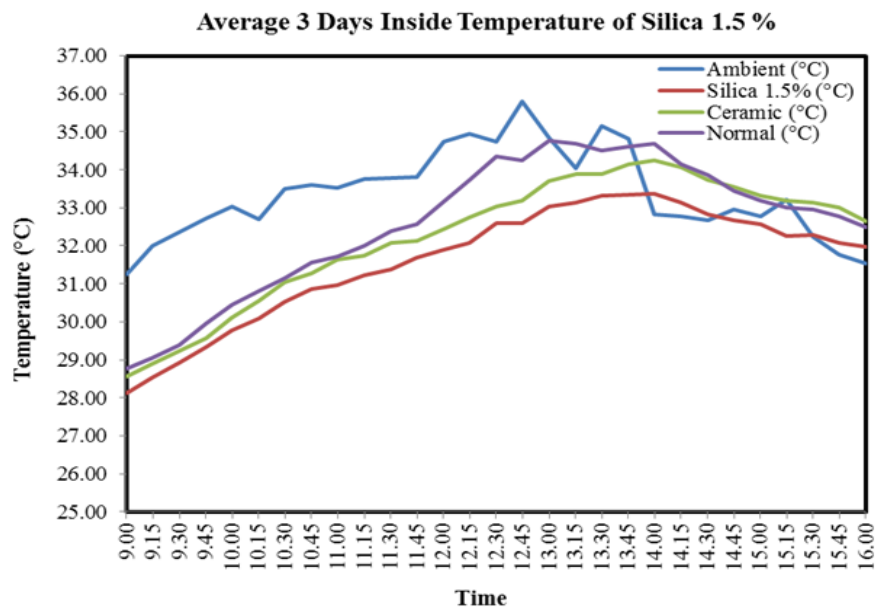
ภาพ 9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องตัวอย่างที่ใช้สีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 0.5 สีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปและสีทาอาคารแบบปกติ



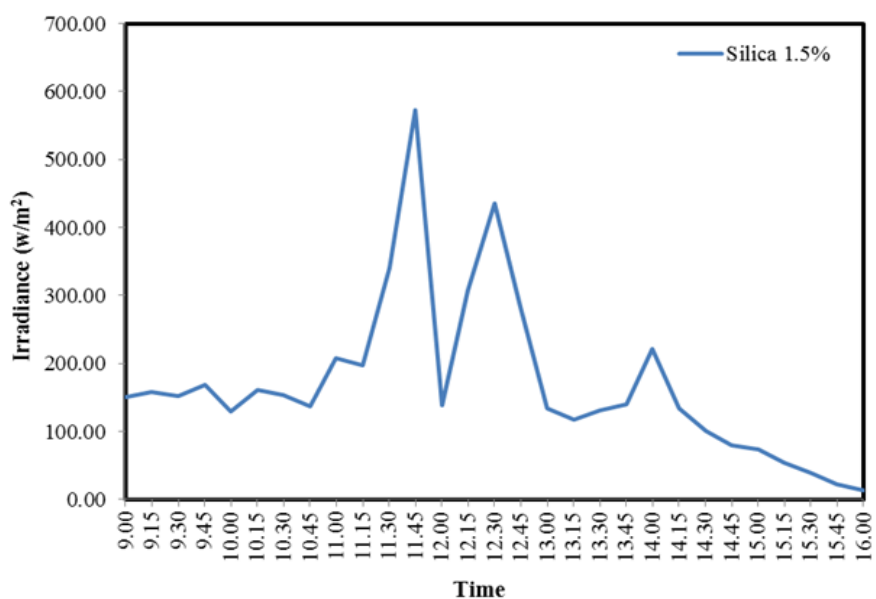
ภาพ 10 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ระหว่างการเก็บข้อมูลสีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 0.5

2. ห้องตัวอย่างที่ใช้สัฟฟสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 1.5 มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 33.38 องศาเซลเซียส สัฟฟาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 34.25 องศาเซลเซียส และสัฟฟาอาคารแบบปกติมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย

34.76 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 35.80 องศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 572.08 W/m² (ภาพ 11 และ 12)



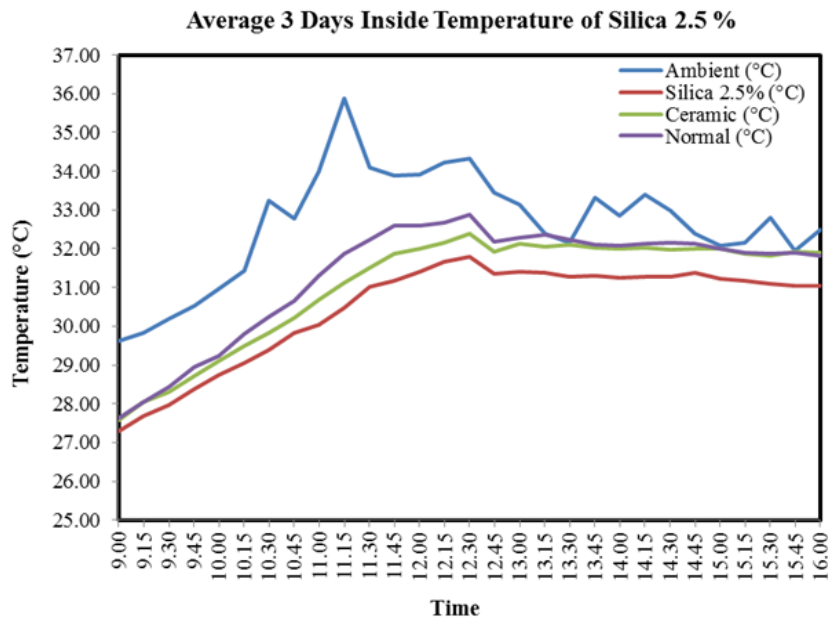
ภาพ 11 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องตัวอย่างที่ใช้สัฟฟสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 1.5 สัฟฟาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปและสัฟฟาอาคารแบบปกติ



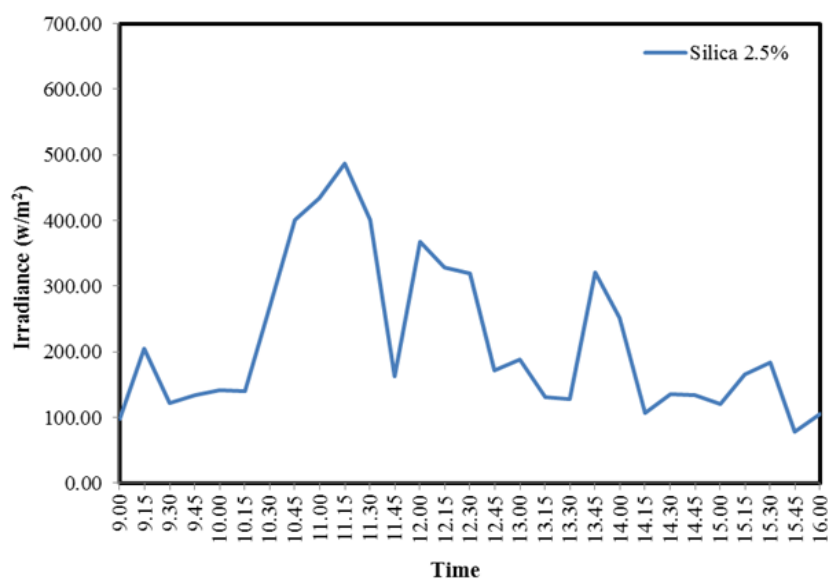
ภาพ 12 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ระหว่างการเก็บข้อมูลสัฟฟสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 1.5

3. ห้องตัวอย่างที่ใช้สีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 2.5 มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 31.79 องศาเซลเซียส สีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปมีอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 32.38 องศาเซลเซียส และสีทาอาคารแบบปกติมีอุณหภูมิภายใน

เฉลี่ย 32.87 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 35.87 องศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 486.42 W/m² (ภาพ 13 และ 14)



ภาพ 13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องตัวอย่างที่ใช้สีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 2.5 สีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปและสีทาอาคารแบบปกติ



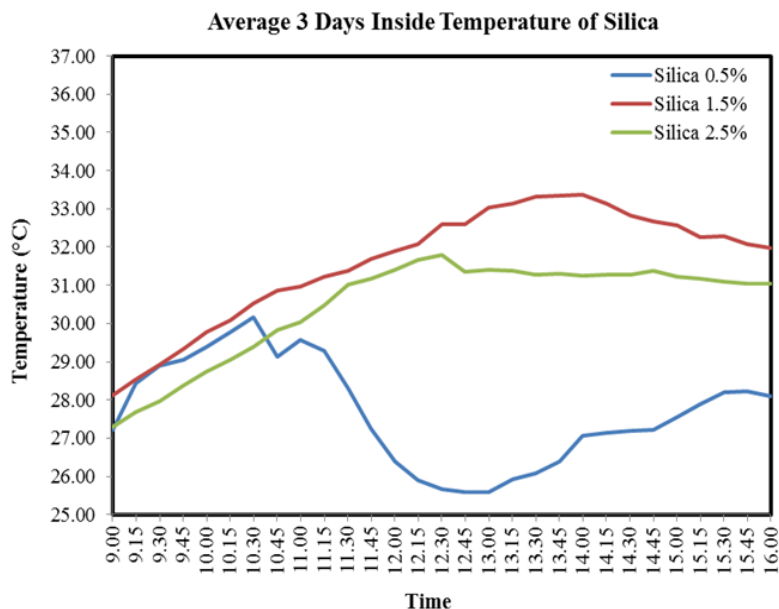
ภาพ 14 ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ระหว่างการเก็บข้อมูลสีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 2.5

การอภิปรายผล

1. สีที่ใช้ทดสอบเป็นสีมาตรฐาน มอก. 2321-2549 ห้องตัวอย่างที่ใช้สีทาผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 0.5 มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด ต่ำกว่าสีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปที่ผสมเซรามิก 0.34 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าสีทาอาคารแบบปกติ 0.95 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าอุณหภูมิภายใน 4.33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สรุปได้ว่า ห้องตัวอย่างที่ทาสีผสมซิลิกาแอโรเจลมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิภายในห้องและกันความร้อนได้ดีที่สุดเนื่องจากคุณสมบัติการนำความร้อนที่ต่ำมากของซิลิกาแอโรเจลที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกันความร้อนและปริมาณซิลิกาแอโรเจลที่เหมาะสมไม่มากเกินไปทำให้ความสามารถกันความร้อนมีประสิทธิภาพดีที่สุด

2. เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการลงทุนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลร้อยละ 0.5 ซึ่งใช้ซิลิกาแอโรเจลผสมในราคา 2 บาทต่อกรัมต่อตารางเมตร หรือ 10 บาทต่อตารางเมตร รวมแล้วมีราคา 87 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งถูกกว่าการใช้สีทาอาคารกันความร้อนแบบทั่วไปที่มีราคา 114 บาทต่อตารางเมตร จึงมีความคุ้มค่าในการลงทุน (ภาพ 15)

3. ผลิตภัณฑ์สีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลจากงานวิจัยนี้ (ภาพ 16) สามารถนำไปใช้ทาอาคารทั่วไปเพื่อลดอุณหภูมิภายในห้องทำให้ประหยัดค่าไฟจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และมีราคาถูกกว่าสีทาอาคารกันความร้อนทั่วไป (สีผสมเซรามิก) อีกด้วย



ภาพ 15 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลในอัตราส่วนที่ต่างกัน



ภาพ 16 สีทาผสมซิลิกาแอโรเจล (CRU Cool)

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในอนาคตควรมีการพัฒนากระบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อการลดต้นทุนของสีทาอาคารที่ผสมซิลิกาแอโรเจลซึ่งจะสามารถลดต้นทุนได้ถูกลงอีกจากต้นทุนที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ และการพัฒนาโชนสีที่หลากหลาย

มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัยงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม



References

- Jongsuwanpaisan, T. (2009). Rice-husk silica dehumidifying wall unit. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 6(1), 49-63.
- Worathanakul, P. (2010). Sol-gel. *Technology Bio*, 36(209), 39-43.
- Antonaia, A., Ascione, F., Castaldo, A., D'Angelo, A., Rosa, F., Ferrara, M., ..., & Vitiello, G. (2016). Cool materials for reducing summer energy consumptions in Mediterranean Climate: In-lab experiments and numerical analysis of a new coating based on acrylic paint. *Applied Thermal Engineering*, 102(1), 91-107.
- Bozsaky, D. (2015). Laboratory tests with liquid nano-ceramic thermal insulation coating. *Procedia Engineering*, 123(1), 68-75.
- Jeong, S.G., Chang, Seong J., Wi, S., Kang, Y., & Kim, S. (2016). Development and performance evaluation of heat storage paint with MPCM for applying roof materials as basic research. *Energy and Buildings*, 112(1), 62-68.
- Mariappan, T., Agarwal, A., & Ray, S. (2017). Influence of titanium dioxide on the thermal insulation of waterborne intumescent fire protective paints to structural steel. *Progress in Organic Coatings*, 111(1), 67-74.
- Yodyingyong, S. (2017). Method of preparing a spherical silica aerogel. *13th Taipei international invention show & technomart* (pp. 9-10). Taipei: Taiwan External Trade Development Council.
- De Masia, R.F., Ruggieroa, S., & Vanoli, G.P. (2018). Acrylic white paint of industrial sector for cool roofing application: Experimental investigation of summer behavior and aging problem under Mediterranean Climate. *Solar Energy*, 169(1), 468-487.



การพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์

The Development of a Coordinate System for Medical Tourism Trip Planning

วรียา จิรพัฒน์เจริญ¹ และสุชาย ธนวาสัตย¹

Waratsayaree Jirapatcharoen¹ and Suchai Thanawasatien¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยชินวัตร

¹ Faculty of Science and Technology, Shinawatra University

Received: April 26, 2019

Revised: June 8, 2019

Accepted: June 14, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สำรวจปัญหาและความต้องการที่เกิดขึ้นในการประสานงานขอข้อมูลจากทางโรงพยาบาลเพื่อการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ในประเทศไทย (2) พัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถสนับสนุนการประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ และ (3) ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ประสานงานฝ่ายต่างประเทศของโรงพยาบาลพระราม 9 ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาประสานงานของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ผ่านหลายช่องทางการติดต่อของโรงพยาบาลมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด และต้องการให้ระบบกลางที่สามารถอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานระหว่างนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์กับโรงพยาบาลเพื่อลดความซ้ำซ้อนดังกล่าวอยู่ในระดับมาก โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 14 โมดูล (1) login/logout (2) register (3) view details (4) choose medical service (5) request proposal (6) suggest proposal (7) manage proposal (8) view profile (9) request more information (10) input information (11) obtain helps (12) manage details (13) notify activities (14) print report ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนในการประสานงานขอข้อมูลก่อนนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์จะเดินทางมารับบริการการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, การท่องเที่ยวเชิงการแพทย์, การวางแผนการท่องเที่ยว, การประสานงาน

Abstract

This research aimed to (1) survey problems and needs coordination for requesting information from the hospital for medical tourism in Thailand, (2) develop information system to support coordination for medical tourism trip planning, and (3) evaluate the efficiency and user's satisfaction of the developed coordination system for medical tourism trip planning. The samples under this research were coordinators and marketing officers of Praram 9 Hospital. The survey results showed that the coordination of medical tourists through multiple channels to contact the hospital, the problem is at the highest level and needs to have a system that can facilitate the coordination between medical tourists and hospitals in order to reduce such duplication at a high level. The developed coordinate system for medical tourism trip planning consisted of 14 modules (1) login/logout (2) register (3) view details (4) choose medical service (5) request proposal (6) suggest proposal (7) manage proposal (8) view profile (9) request more information (10) input information (11) obtain helps (12) manage details (13) notify activities (14) print report. It is in accordance with the process of coordinating the request for information before medical tourists will come to receive medical tourism services. The evaluation of the efficiency and user's satisfaction of the developed system is at a high level.

Keywords: information system, medical tourism, trip planning, coordination



บทนำ

การท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ หมายถึง การที่บุคคลเดินทางข้ามพรมแดนไปยังต่างประเทศเพื่อเข้ารับบริการทางการแพทย์ที่ได้มาตรฐานเทียบเท่าหรือดีกว่าในประเทศที่ตนพำนักอาศัย (Heung et al., 2010) เนื่องจากเหตุผลด้านค่าบริการทางการแพทย์ที่ต่ำกว่า หรือบริการทางการแพทย์ดังกล่าวไม่สามารถหาได้ในประเทศของตน หรือสามารถเข้าถึงบริการทางการแพทย์ได้ง่ายกว่า ไม่ต้องรอคิวในการเข้ารับบริการทางการแพทย์เป็นเวลานาน ทั้งนี้บริการทางการแพทย์ที่นักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์เลือกใช้บริการอาจเป็นเพียงการตรวจสุขภาพ (health check-up) บริการเสริมความงาม (cosmetic) ทันตกรรม (dental) หรือการรักษาพยาบาลโรคเฉพาะทาง เช่น การผ่าตัดหัวใจ (heart surgery) หรือเปลี่ยนเข่า/สะโพก (knee/hip replacement) World Tourism Organization (2017) การจัดอันดับความนิยมของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ต่อประเทศปลายทางนั้น ประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับที่ 9 ของโลก อันเนื่องมาจาก

ประเทศไทยมีความได้เปรียบในหลายด้านเช่น มีศักยภาพด้านบุคลากรที่ให้บริการทางการแพทย์ ด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่มีความทันสมัย และด้านค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่งอื่น ๆ แต่สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่นับเป็นข้อได้เปรียบในแง่การท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ของประเทศไทย คือ การเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวหลัก โดยมีแหล่งท่องเที่ยวทาง ทะเล ป่าไม้ ภูเขา ศิลปวัฒนธรรม อาหาร สถานบันเทิง และแหล่งช้อปปิ้ง ซึ่งสามารถรองรับนักท่องเที่ยวที่ มาใช้บริการทางการแพทย์ได้เป็นอย่างดี เป็นต้น สำนักงานสถิติแห่งชาติได้รายงาน ว่า ในปี 2560 มีจำนวนนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ที่เดินทางเข้ามาใช้บริการที่ประเทศไทยทั้งสิ้น 4.23 ล้านราย ในจำนวนนี้เป็นผู้มารับบริการที่เป็นผู้ป่วยนอกชาวต่างประเทศ ร้อยละ 95.6 และผู้มารับบริการเป็นผู้ป่วยใน ชาวต่างประเทศ ร้อยละ 4.4 คิดเป็นรายได้กว่า 2.3 แสนล้านบาท (National Statistical Office, 2017).

ในปัจจุบันมีการเติบโตของเทคโนโลยีสารสนเทศเพิ่มมากขึ้น ด้านการท่องเที่ยวได้มีการนำเทคโนโลยี

สารสนเทศมาประยุกต์และสนับสนุนการใช้งาน ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าวสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานที่ครอบคลุมวงจรกระบวนการท่องเที่ยวพื้นฐาน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมตัวก่อนออกเดินทาง การคัดเลือกสถานที่ท่องเที่ยว การท่องเที่ยว ตลอดจนการเดินทางกลับประเทศต้นทาง เช่น การใช้ Search Engine ในการค้นหาข้อมูลเพื่อการท่องเที่ยว, การใช้ Social Media สำหรับการแสดงข้อคิดเห็นที่มีต่อสถานที่ท่องเที่ยว, การใช้ระบบ Airline Ticket System ในการจองตั๋วเครื่องบิน หรือ การใช้ระบบ Instant Messaging ในการติดต่อสื่อสารระหว่างการท่องเที่ยว เป็นต้น

สำหรับการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์นั้น จะมีกระบวนการและวงจรการรับบริการที่แตกต่างจากการท่องเที่ยวแบบปกติ กล่าวคือ นักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์จะต้องมีการติดต่อประสานงานกับผู้ให้บริการทางการแพทย์ ในการขอข้อมูล เช่นรายละเอียดการรักษา ค่าใช้จ่าย ตลอดจนข้อมูลการเดินทาง และสถานที่พักพิง เพื่อกำหนดการวางแผนการเข้ารับบริการทางการแพทย์และการท่องเที่ยวในคราวเดียวกัน

ดังนั้นการพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์เป็นระบบกลางในการสื่อสาร ประสานงานระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ จึงถือเป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ให้บริการและผู้รับบริการทั้งสองฝ่าย อันจะนำมาซึ่งประโยชน์ในการบริหารจัดการการร่วมกันวางแผนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ขั้นตอน/กระบวนการให้บริการและรับบริการของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ โดยพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับขั้นตอนกระบวนการให้บริการกับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ การติดต่อประสานงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทั้ง 2 ฝ่ายมีความเข้าใจในแผนการเดินทางที่ตรงกัน ผู้ให้บริการสามารถเตรียมการต้อนรับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์เมื่อเดินทางมาถึงประเทศไทย และทำการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาของกระบวนการรับบริการของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ และประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์
2. เพื่อพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประสานงาน หมายถึง การที่บุคคลหรือหน่วยงานในองค์กร ทำงานร่วมกับบุคคลและหน่วยงานอื่น เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายร่วมกัน มีลักษณะเป็นกระบวนการที่ต้องทำต่อเนื่องและสอดคล้องกันไปเพื่องานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ (Satchukorn, 2007) โดยวัตถุประสงค์หลักของการประสานงานคือจะต้องมีการสื่อสารที่เข้าใจต้องกันอย่างรวดเร็วและราบรื่น ช่วยประหยัดเวลา เงิน วัสดุ และสิ่งของต่าง ๆ ในการทำงาน และทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มความสำเร็จของงานให้มากขึ้น ช่วยลดข้อขัดแย้งในการทำงานป้องกันการก้าวร้าวหน้าที่ ขจัดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อน (Kityanyong, 2003)

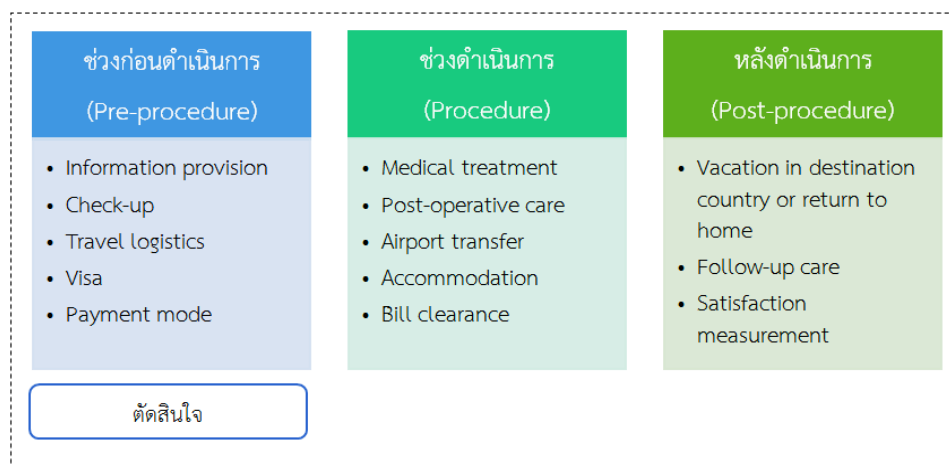
การท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ (medical tourism) เป็นส่วนหนึ่งของการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (health tourism) โดยจะเน้นที่การให้ความสำคัญกับการรักษาด้วยยาเป็นหลัก เช่น การผ่าตัด หรือการรับบริการทางการแพทย์ทั่วไป เป็นต้น ซึ่งทั้งนี้ก่อนการเดินทางไปยังประเทศปลายทาง ผู้ป่วยจะต้องได้รับการความสะดวกในการเตรียมการเดินทางทั้งหมด ได้แก่ ข้อมูลการเข้ารับการรักษาพยาบาล ข้อมูลการเดินทางภายในประเทศปลายทาง ข้อมูลการท่องเที่ยว (Eman, 2011) สำหรับประเทศไทยการท่องเที่ยวดังกล่าวสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้แบ่งประเภทของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ในประเทศไทยออกเป็น 4 ประเภท คือ (1) นักท่องเที่ยวที่ไม่ได้มาใช้บริการทางการแพทย์ (leisure tourist) (2) นักท่องเที่ยวที่ซื้อแพ็คเกจทัวร์จากบริษัท

ท่องเที่ยว (wellness tourist) (3) ชาวต่างชาติที่มาอาศัยอยู่ในประเทศไทย (expatriates) และ 4) นักท่องเที่ยวที่ตั้งใจเข้ามาใช้บริการทางการแพทย์ (medical traveler หรือ medical tourist) (Office of Small and Medium Enterprises Promotion, 2010)

รูปแบบของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์มี 4 รูปแบบดังนี้ (1) นักท่องเที่ยวต่างชาติติดต่อกับโรงพยาบาลในต่างประเทศโดยตรง (2) นักท่องเที่ยวต่างชาติติดต่อโรงพยาบาลผ่านตัวกลาง (3) นักท่องเที่ยวต่างชาติได้รับการส่งตัวจากบริษัทประกันหรือนายจ้างให้ไปรับการรักษา และ (4) โรงพยาบาลในประเทศส่งตัวผู้ป่วยไปรักษาตัวที่โรงพยาบาลในต่างประเทศ (Gan & Frederuck, 2011)

ห่วงโซ่คุณค่าของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ (medical tourism value chain) ห่วงโซ่คุณค่า (value chain) คือกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยธุรกิจ ตั้งแต่การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ การแปรรูป ตลอดจนถึงกระบวนการส่งมอบสินค้าและบริการให้กับลูกค้า โดยมุ่งสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ ด้วยการ

วิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน หรือกิจกรรม ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมหลัก (primary activities) และ กิจกรรมสนับสนุน (support activities) สำหรับห่วงโซ่คุณค่าของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์นั้น แสดงตามรูปที่ 1 ห่วงโซ่คุณค่าของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ จะมีกิจกรรมหลักอยู่ 3 กิจกรรม คือ (1) ก่อนเข้ารับบริการ (pre-procedure) ประกอบด้วยกิจกรรมสนับสนุน ได้แก่ การหาข้อมูลเบื้องต้น การเช็คข้อพข้อมูล ข้อมูลการเดินทาง การจัดทำวีซ่า กำหนดรูปแบบการชำระเงิน (2) การเข้ารับบริการ (procedure) กิจกรรมสนับสนุน ได้แก่ การเข้ารับบริการทางการแพทย์ การดูแลหลังการรักษา การเดินทางเมื่อถึงประเทศปลายทาง การพักฟื้น การชำระค่ารักษาพยาบาลและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น ณ ประเทศปลายทาง และ (3) หลังการเข้ารับบริการ (post-procedure) กิจกรรมสนับสนุน ได้แก่ การท่องเที่ยวในประเทศปลายทาง การเดินทางกลับประเทศต้นทาง การติดตามอาการหลังการรักษา การสำรวจความพึงพอใจต่อการรับบริการ เป็นต้น (Herberholz & Supakankunti, 2013)



ภาพ 1 ห่วงโซ่คุณค่าของการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์

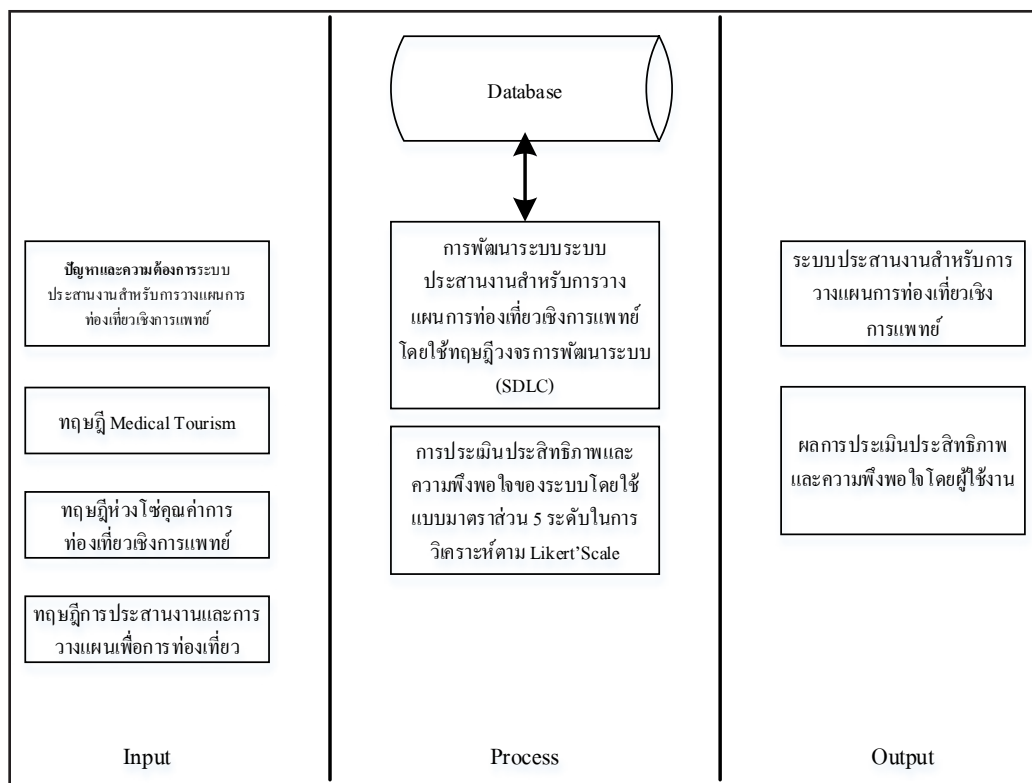
การวางแผน คือ การหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงาน โดยปัจจัยต่าง ๆ และมีเหตุผลเพื่อให้การดำเนินงานในอนาคตเป็นไปโดยเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการคิดและการตัดสินใจที่ละเอียดอ่อน และต้องการทำให้เสร็จสิ้น ก่อนจะมีการดำเนินกิจกรรม

การวางแผนเพื่อการท่องเที่ยว (trip planning) จะมีวงจรที่มาเกี่ยวข้องในการวางแผน 3 วงจร ดังนี้ (1) pre-trip เป็นช่วงของการเตรียมการ เช่น การจองที่พัก การจองตั๋วโดยสารสำหรับเดินทาง การวางแผนเยี่ยมชมในแหล่งท่องเที่ยว (2) on-trip เป็นช่วงระหว่างการท่องเที่ยวตามที่ได้วางแผนไว้ และ 3) post-trip เป็นช่วงหลัง

การท่องเที่ยว โดยจะเกี่ยวเนื่องกับช่วง pre-trip ซึ่งเป็นการแสดงความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวที่มีต่อสถานที่ท่องเที่ยว นั้น การแชร์ประสบการณ์การท่องเที่ยว เป็นต้น (Kadri & Agni, 2011)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แสดงกรอบแนวความคิด โดยให้เห็นถึงกระบวนการเชื่อมโยงตั้งแต่ปัจจัยนำเข้าข้อมูล (input) วิธีการดำเนินการวิจัย (research methodology) และผลลัพธ์ (output) แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 กรอบแนวความคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

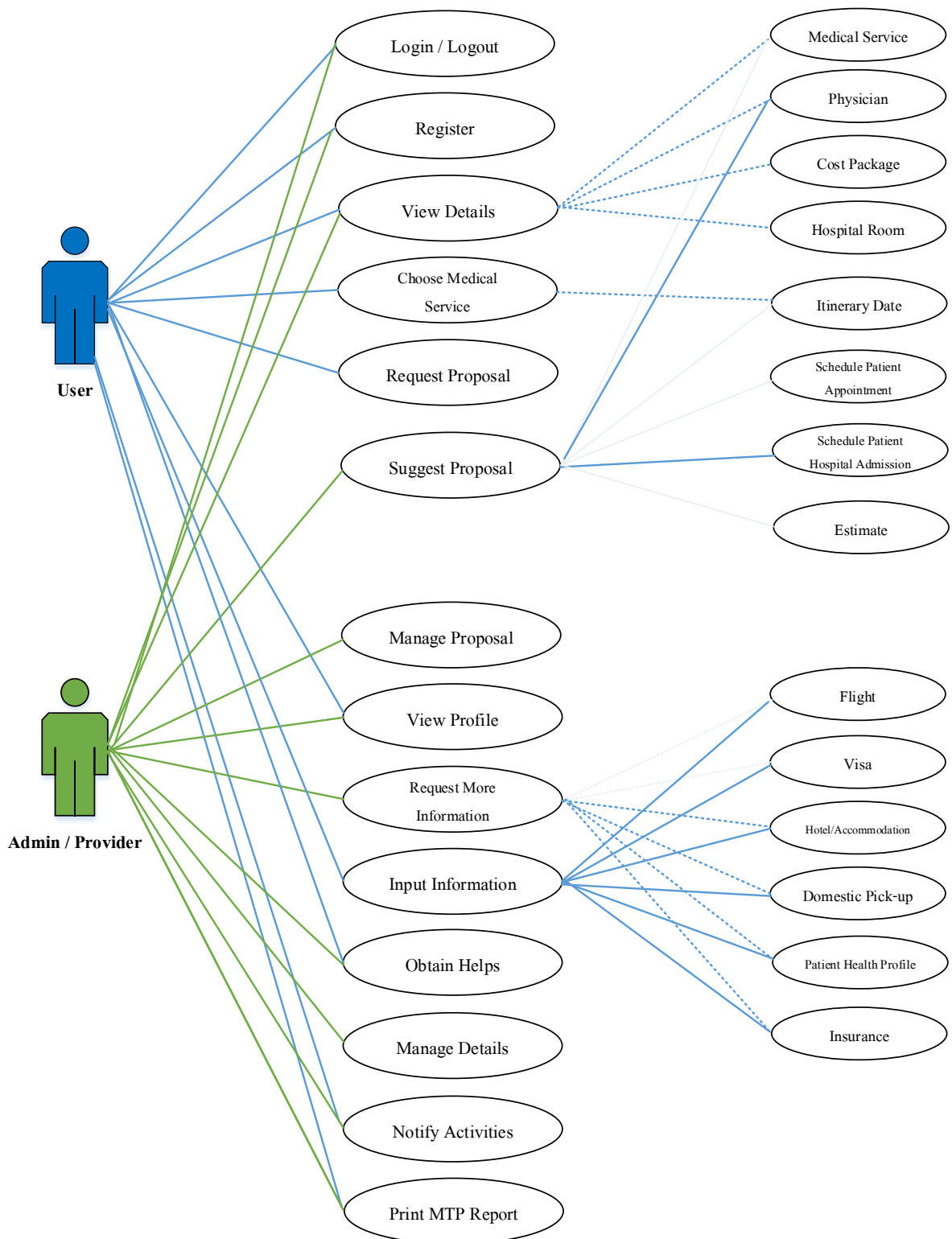
การพัฒนากระบวนงานสำหรับวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ที่พัฒนาขึ้นมาอยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถเข้าถึงได้ทางเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และสมาร์ตโฟน ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

1. การพัฒนาระบบ โดยใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ SCLD ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1.1 สำรวจปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน คือการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ปัญหาและศึกษาการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาสนับสนุนการประสานงานเพื่อวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ สำรวจปัญหาและความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าหน้าที่ให้บริการกับนักท่องเที่ยวต่างชาติที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 3 ปี จำนวน 10 คน โดยการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลสำรวจปัญหาการประสานงาน และขั้นตอนในการให้บริการกับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ สำหรับนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ เพื่อให้ได้ระบบที่สามารถสนับสนุนการประสานงานเพื่อการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์

1.2 วิเคราะห์ระบบ โดยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบที่พัฒนาขึ้น และหลักการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อกำหนดขอบเขต ฟังก์ชันของระบบและระบบฐานข้อมูล โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 14 โมดูล คือ (1) login/logout (2) register (3) view details (4) choose medical service (5) request

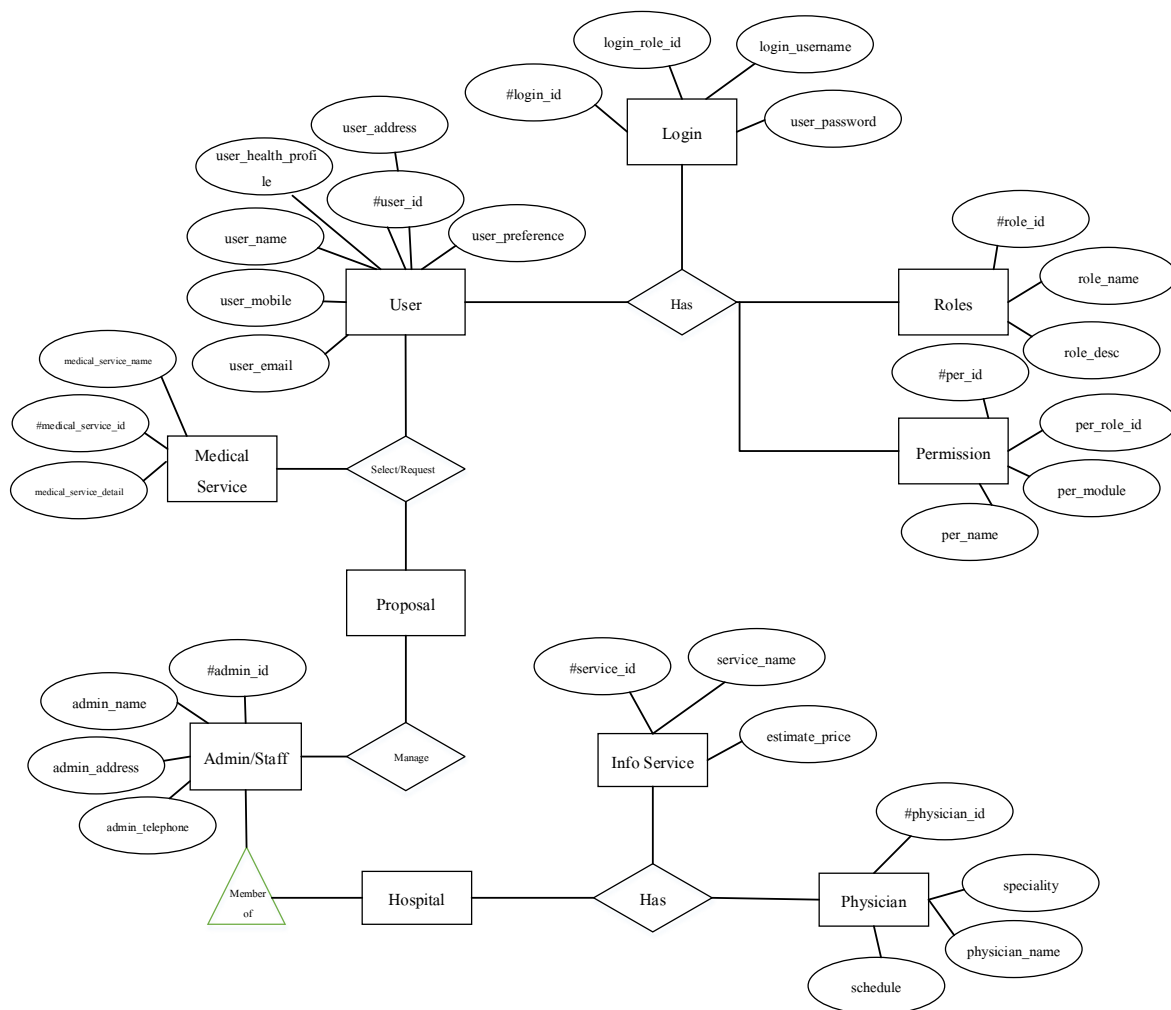
proposal (6) suggest proposal (7) manage proposal (8) view profile (9) request more information (10) input information (11) obtain helps (12) manage details (13) notify activities (14) print report แผนภาพแสดงการทำงานของระบบงาน (use case diagram) ในการพัฒนาระบบจำเป็นต้องเข้าใจภาพรวมของการทำงานของระบบและความสัมพันธ์ของระบบและผู้ใช้งานระบบ โดยลักษณะการประมวลผลของโมดูล ได้แก่ การ Login & Register การ Choose Medical Service การ Request Proposal การ Suggest Proposal การ Request More Information การ Input Information การ Notify Activities ที่เกิดขึ้นก่อนการเข้ารับบริการทางการแพทย์ และการออกรายงานสรุปแผนการเดินทางท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ซึ่งจะต้องมีการประสานงานส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานระบบกับผู้ให้บริการเพื่อร่วมกันวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ โดยที่ผู้ให้บริการหรือผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลได้ทุกโมดูล ต่างจากผู้ใช้งานระบบที่จัดการข้อมูลได้บางโมดูลเท่านั้น แสดงดังภาพ 3



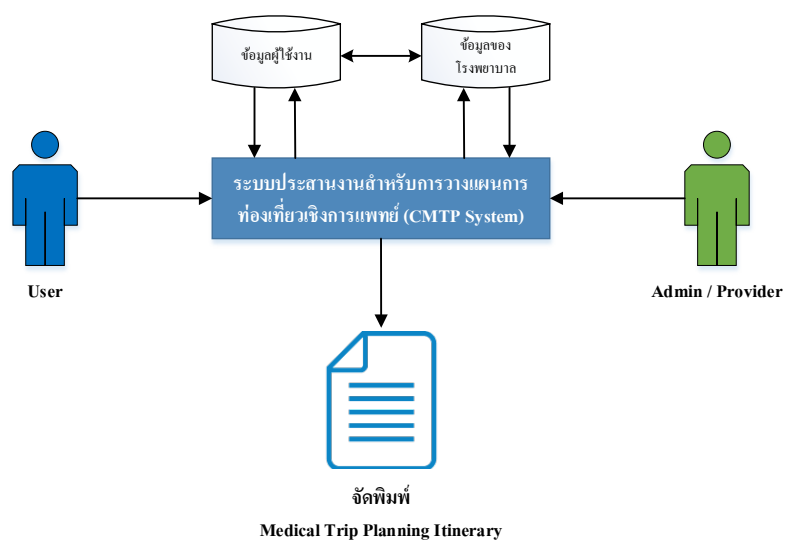
ภาพ 3 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบงานกับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานระบบ

1.3 ออกแบบระบบ โดยทำการออกแบบระบบงานใหม่ตามข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบ ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (user interface) ข้อมูลนำเข้า (input) การประมวลผล (process) และส่วนแสดงผลลัพธ์ (output)

โดยความสัมพันธ์ของข้อมูล E-R diagram ในส่วนความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบฐานข้อมูลด้วย ซึ่งแสดงดังภาพ 4 และภาพ 5 แสดงถึงกระบวนการติดต่อ ประสานงานขอข้อมูลเพื่อร่วมกันวางแผนท่องเที่ยวก่อนการเดินทางมารับบริการทางการแพทย์



ภาพ 4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วย E-R diagram



ภาพ 5 กระบวนการติดต่อประสานงานขอข้อมูลเพื่อร่วมกันวางแผนท่องเที่ยวก่อนการเดินทางมารับบริการทางการแพทย์

1.4 พัฒนาระบบ คือ ขั้นตอนการพัฒนาระบบให้สอดคล้องและตรงตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง กล่าวคือต้องการให้มีระบบกลางในการสื่อสารหรือประสานงานระหว่างผู้ให้บริการกับนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการสื่อสารผ่านช่องทางอื่น ๆ ของโรงพยาบาล และสร้างความเข้าใจที่ตรงกันในการเตรียมการวางแผนเพื่อการทองเที่ยวเชิงการแพทย์ โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และใช้โปรแกรม phpMyAdmin ในการจัดการฐานข้อมูล นอกจากนี้ยังสร้างฐานข้อมูลจำลองเพื่อจัดเก็บข้อมูลด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

1.5 ทดสอบการใช้งานระบบ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการทดสอบระบบเป็นระยะ ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น

1.6 ติดตั้งงานระบบ ในการติดตั้งโปรแกรมบนระบบของโรงพยาบาลเพื่อทดสอบใช้งานระบบนั้นไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากฐานข้อมูลของการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยเป็นข้อมูลที่เป็นความลับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำระบบแบบ Prototype สำหรับการทดลองการใช้งานและประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบแทน

1.7 บำรุงรักษาระบบ โดยจัดทำคู่มือการใช้งานระบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้ถูกต้อง

2. การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาขึ้นจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ท่าน คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ประสานงานฝ่ายต่างประเทศของโรงพยาบาลพระราม 9 ที่มีประสบการณ์ในการให้บริการกับนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์อย่างน้อย 3 ปี เพื่อทดลองการใช้งานระบบ และทำแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ โดยประเมินทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ (efficiency and benefits of the system) ด้านการสนับสนุนการใช้งาน (support and usage) และด้านความพึงพอใจต่อการใช้ระบบ (satisfaction with the system) เมื่อได้ข้อมูลจากแบบสอบถามผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ตาม Likert's Scale แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ซึ่งแบ่งระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่ประสานงานฝ่ายต่างประเทศของโรงพยาบาลพระราม 9 ที่มีประสบการณ์ในการให้บริการกับนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์อย่างน้อย 3 ปี จำนวน 10 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบร่วมกันวางแผนการทองเที่ยวสำหรับการทองเที่ยวเชิงการแพทย์ตามหลักทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ SDLC คือ (1) hardware ได้แก่ Computer Notebook ยี่ห้อ MacBook Pro 2016 Processor 2.6GHz, Intel Core i7 และ (2) Software ได้แก่ ภาษา PHP version 5.5, HTML, และ phpMyAdmin

2. เครื่องมือที่ใช้สำหรับการสำรวจปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน และประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนา มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การสัมภาษณ์เพื่อสอบถามและสำรวจปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ให้สัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 ข้อคำถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบจำนวน 14 ข้อ ได้แก่ (1) ในการให้บริการกับนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์มีขั้นตอนอะไรบ้าง (2) การให้บริการทางการแพทย์กับนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์ในแต่ละโรคมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (3) นักทองเที่ยวเชิงการแพทย์ที่ติดต่อกับทางโรงพยาบาล ติดต่อผ่านช่องทางใด (ตัวแทนนายหน้า, อินเทอร์เน็ต หรืออื่น ๆ) (4) เมื่อนักทองเที่ยวเชิงการแพทย์เริ่มติดต่อกับทางโรงพยาบาล มีความต้องการข้อมูลอะไรบ้าง เช่น โบชัวร์, ใบประเมินค่ารักษาพยาบาล, โปรโมชัน เป็นต้น (5) นักทองเที่ยวทางการแพทย์ติดต่อโรงพยาบาลด้วยวิธีใด (อีเมลล์, โทรศัพท์, ผ่านตัวแทนการทองเที่ยว) (6) เมื่อนักทองเที่ยวทางการแพทย์ตกลงเข้ารับการรักษาพยาบาลแล้ว ต้องการข้อมูลหรือรายละเอียดอะไรเพิ่มเติม (7) ด้านการทองเที่ยวเพื่อพักผ่อน ทางโรงพยาบาลเสนอหรือแนะนำสถานที่

ท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวทางการแพทย์หรือไม่ (8) ทางโรงพยาบาลต้องการข้อมูลหรือเอกสารอะไรบ้างจากผู้ป่วย (9) นักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์จะเป็นผู้ประสานงานกับทางโรงพยาบาลโดยตรงหรือญาติพี่น้อง ผู้ติดตามเป็นผู้ประสานงาน (10) ค่ารักษาพยาบาลของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ในแต่ละครั้ง มากกว่าหรือน้อยกว่าที่แจ้งประเมินไว้เบื้องต้น (11) นักท่องเที่ยวทางการแพทย์ใช้เวลารักษานานเท่าไร มากกว่าหรือน้อยกว่าที่แจ้งประเมินไว้เบื้องต้น (12) นักท่องเที่ยวทางการแพทย์ใช้เวลาพักผ่อนในสถานที่ท่องเที่ยวมากเท่าไร (13) โรงพยาบาลมีกฎระเบียบพิเศษสำหรับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์หรือไม่ อย่างไรต่อการบริการ (14) ในแต่ละแผนกมีบริการ แพทย์ท่องเที่ยวที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และส่วนที่ 3 ข้อคำถามที่ให้ผู้สัมภาษณ์ความต้องการของระบบ

2.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ (efficiency and benefits of the system) ด้านการสนับสนุนการใช้งาน (support and usage) และด้านความพึงพอใจต่อการใช้ระบบ (satisfaction with the system) จำนวน 27 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน

ค่า 5 ระดับ (rating scale) ตามรูปแบบของ Likert' Scale

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตาม 3 ขั้นตอน คือ

1. อธิบายวิธีการใช้งานระบบให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. ทำการแจกแบบประเมินให้กลุ่มตัวอย่าง
3. ตรวจสอบความครบถ้วนของคำตอบในแบบประเมินที่ได้แจกให้กับกลุ่มตัวอย่าง
4. นำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel และจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard division) โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$	$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$
เมื่อ $\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	เมื่อ SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เมื่อ $\sum X$ หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด	เมื่อ $\sum X$ หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
เมื่อ N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	เมื่อ $\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	เมื่อ N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การแปลความหมายของข้อมูลการประมาณค่า 5 ระดับ ได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาขอบเขตของคะแนนเพื่อใช้ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้ (Boonshom, 2002)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ระดับความคิดเห็นมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ระดับความคิดเห็นมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ระดับความคิดเห็นปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ระดับความคิดเห็นน้อย

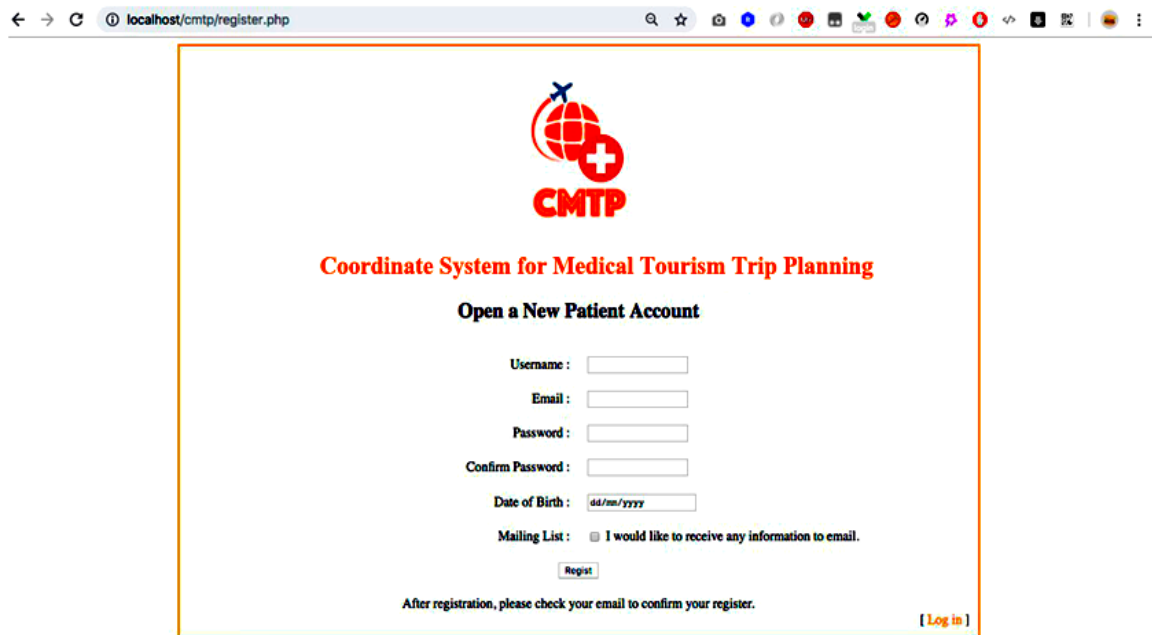
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการประยุกต์ใช้ระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ในการประสานงานติดต่อระหว่างนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์กับเจ้าหน้าที่ประสานงานของโรงพยาบาล ในการประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างระบบเป็นแบบ Prototype

สำหรับทดลองใช้งาน เนื่องจากข้อมูลของโรงพยาบาลเป็นข้อมูลที่มีความเป็นส่วนบุคคลสูงจึงไม่สามารถติดตั้งระบบเข้ากับเซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลได้ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะมีเมนูต่าง ๆ ที่ช่วยสนับสนุนการทำงานของทั้ง 2 ฝ่ายตามขั้นตอนในการให้บริการและการเตรียมตัวก่อนการเข้ารับบริการการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ภาพ 6-8 แสดงถึงหน้าจอการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของระบบ หน้าจอ

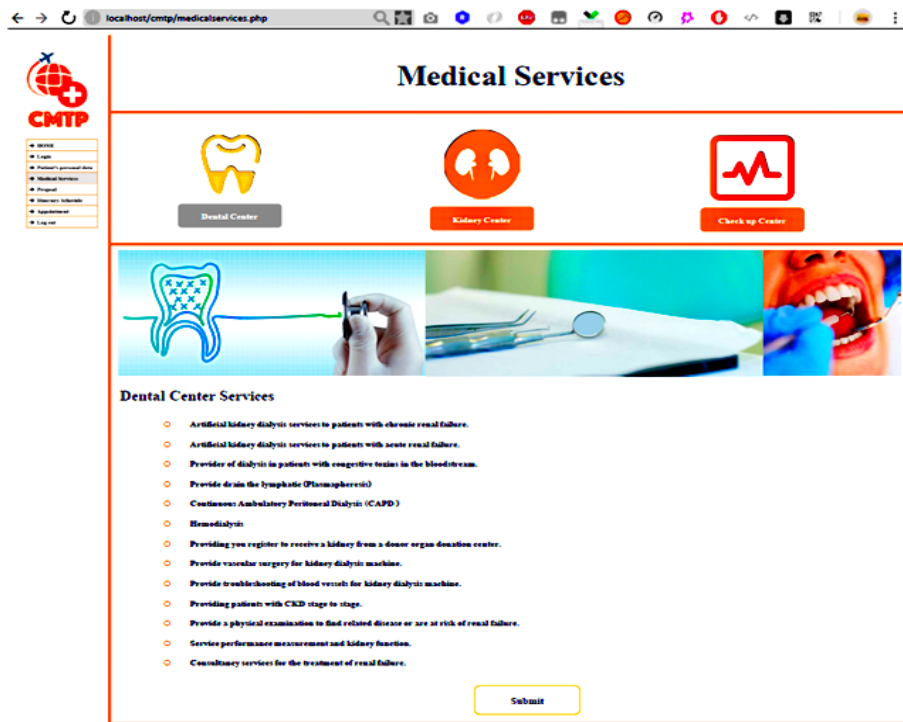
ล็อกอินเข้าสู่ระบบของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ และหน้าจอการนำเสนอบริการทางการแพทย์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้เลือกขอรับบริการ นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถใส่ข้อมูลเพื่อบันทึกประวัติการเป็นผู้ป่วยของโรงพยาบาล และสามารถอัปโหลดไฟล์เอกสารประวัติการรักษาเพื่อส่งให้กับโรงพยาบาลได้ ตามภาพ 9



ภาพ 6 หน้าจอการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของระบบ



ภาพ 7 หน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์



ภาพ 8 หน้าจอการนำเสนอบริการทางการแพทย์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้เลือกขอรับบริการ

ภาพ 9 หน้าจอแบบฟอร์มการลงทะเบียนเป็นผู้ป่วยบนเว็บไซต์

2. การพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นเป็นระบบกลางที่ใช้ในการประสานงานระหว่างนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์กับเจ้าหน้าที่ประสานงานของโรงพยาบาลผู้ให้บริการ ซึ่งผู้ใช้งานทั้ง 2 ฝ่ายสามารถเข้าใช้งานระบบได้โดยตรง จึงทำให้มีความสะดวกมากขึ้นและลดปัญหาการติดต่อประสานงานที่ซับซ้อนหรือผ่านช่องทางอื่นของโรงพยาบาล ในการใช้งานนั้น ผู้ใช้งานระบบทำการลงทะเบียนและใส่ข้อมูลประวัติส่วนบุคคล ประวัติการรักษา

จากนั้นเลือกรูปแบบบริการทางการแพทย์ที่ต้องการรับบริการ ช่วงเวลาที่ต้องการรับบริการ ทางฝ่ายโรงพยาบาลเมื่อได้รับข้อมูลจากนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์จะดำเนินการนำเสนอข้อมูลเช่น ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและเตรียมจัดทํานัดกับนายแพทย์ตามช่วงเวลาที่กำหนดให้กับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ โดยระบบสามารถจัดพิมพ์สรุปแผนการเดินทางสำหรับให้ทั้งสองฝ่ายมีความเข้าใจที่ตรงกันในการเตรียมตัวก่อนเดินทางและต้อนรับผู้เดินทาง ตามภาพ 10

Medical Trip Planning Itinerary

General Hospital

Patient Information

Name : Mr. ANNVA VARUNA
Age : 65y9m5d
Nationality : Bruneian
Contact : Mrs. AISHA VARUNA
Tel : +6731234567
e-mail : Myzvaruna@gmail.com

Appointment

Medical Service : Dental Implant
Department : Dental
Physician : Dr. CHONTACHA HARNIRATISAI
Date : October 19, 2018
Time : 10.00 - 10.30 AM

Itinerary Details

Depart date : Oct 17, 2018 Flight# TG4605 (2hr45min) BWN - BKK
09.10 PM - 12.55 AM
Return date : Oct 22, 2018 Flight# TG4604 (2hr45min) BKK - BWN
06.40 PM - 08.25 PM
Accommodation : AVANI Atrium Bangkok
Followers : 3 persons

Requestment

Translator : Miss Sunisa A.
Language : Arab
Medical facilities Wheelchair
Pickup : Rental car from Airport with Driver
Food : Soft diet
Food Constraint -
Others : -

Please hand this form to the department indicated above
If you cannot keep this appointment, please notify us between 8.00 - 20.00 hr. at Tel. +62-315-9999 and ask for the line of the department indicated above.

ภาพ 10 ตัวอย่างสรุปแผนการเดินทาง

3. การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ (efficiency and benefits of the

system) ด้านการสนับสนุนการใช้งาน (support and usage) และด้านความพึงพอใจต่อการใช้ระบบ (satisfaction with the system) จำนวน 27 ข้อ ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.27$) ตามตาราง 1

ตาราง 1

ผลสรุปการวิเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ

ระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์	$\bar{X}$	SD	ระดับ ความคิดเห็น
1. ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ			
1.1 ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน	4.10	0.74	มาก
1.2 ระบบมีเมนูที่เข้าใจง่าย	4.20	0.79	มาก
1.3 การประมวลผลในแต่ละขั้นตอนของระบบนั้นรวดเร็ว	3.90	0.57	มาก
1.4 การตอบสนองที่รวดเร็วของระบบ	4.60	0.52	มากที่สุด
1.5 ระบบสารสนเทศประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	4.30	0.67	มาก
1.6 การจัดการความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้	4.10	0.74	มาก
1.7 การเชื่อมต่อของระบบฐานข้อมูลนั้นมีประสิทธิภาพสำหรับการใช้งาน	4.20	0.79	มาก
1.8 ความง่ายในการใช้งาน	3.90	0.57	มาก
1.9 ระบบช่วยให้สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น	4.60	0.52	มากที่สุด
1.10 ภาษาที่ใช้ในระบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.30	0.67	มาก
1.11 ความปลอดภัยของข้อมูลในระบบมีความเหมาะสม	4.10	0.74	มาก
1.12 หน้าจอเหมาะสมต่อการใช้งาน ทันสมัย	3.40	0.52	ปานกลาง
1.13 รูปแบบของ Lay out ง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน	3.90	0.74	มาก
1.14 ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย	4.60	0.52	มากที่สุด
1.15 ความเร็วในการแสดงภาพ และข้อมูลต่าง ๆ	4.50	0.53	มากที่สุด
2. ด้านการสนับสนุนการใช้งาน (support and usage)			
2.1 ความรวดเร็วในการตอบสนองเมื่อเกิดปัญหา	4.10	0.74	มาก
2.2 สามารถใช้ระบบสารสนเทศได้ทุกที่ ทุกเวลา และใช้งานได้ทั้งบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือแบบเคลื่อนที่	4.20	0.42	มาก
2.3 ระบบมีความเหมาะสมที่จะใช้งานได้จริง	4.00	0.82	มาก
2.4 ระบบอำนวยความสะดวกในการจัดหาข้อมูล	4.60	0.52	มากที่สุด
2.5 ระบบสอดคล้องกับข้อกำหนดที่จะนำไปใช้งาน	4.50	0.53	มากที่สุด
2.6 ระบบสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ	4.50	0.67	มากที่สุด
2.7 ระบบสะดวกต่อการใช้งาน	4.70	0.48	มากที่สุด
3. ด้านความพึงพอใจต่อการใช้ระบบ (satisfaction with the the system)			
3.1 ระบบสารสนเทศนี้มีประโยชน์เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้จริง	4.30	0.74	มาก
3.2 ระบบสารสนเทศนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมข้อมูล	4.50	0.53	มากที่สุด
3.3 ระบบสารสนเทศนี้สอดคล้องกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน	4.40	0.70	มาก
3.4 ระบบสารสนเทศนี้ประมวลผลและสรุปผลได้รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ	4.30	0.67	มาก
3.5 ระบบสารสนเทศนี้มีความสะดวก ใช้งานง่าย	4.30	0.48	มาก

การอภิปรายผล

จากการวิจัยทำให้ค้นพบประเด็นต่าง ๆ ที่สามารถนำมาสรุปเพื่ออภิปรายผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ 3 ประเด็น ดังนี้

1. สรุปผลการสำรวจปัญหาและความต้องการพบว่า ปัญหาโดยรวมของการประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์อยู่ในระดับที่มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 และมีความต้องการระบบสารสนเทศมาช่วยจัดการและประสานงานกับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์อยู่ในระดับที่มาก เช่นเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ทั้งนี้เนื่องจากทุกเดือนจะมีจำนวนนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์สนใจติดต่อขอข้อมูลเพื่อตัดสินใจก่อนการเข้ารับบริการเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ประสานงานฝ่ายต่างประเทศของโรงพยาบาลผู้ให้บริการต้องประสบปัญหาการประสานที่ซ้ำซ้อนในการให้ข้อมูลผ่านหลายช่องทาง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า การมีระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดการการประสานงานสำหรับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์จะช่วยแก้ไขปัญหาลำบากนี้ได้

2. สรุปผลการพัฒนาระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการประสานงานกับนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์นั้นช่วยลดความซ้ำซ้อนในการประสานผ่านช่องทางอื่น ๆ ของโรงพยาบาล และสามารถสนับสนุนการประสานงานได้มีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Satchukorn (2007). นอกจากนี้ระบบสารสนเทศที่พัฒนา

ขึ้นสามารถรองรับการให้บริการทางด้านข้อมูลเพื่อตัดสินใจ และสามารถสร้างแผนการเดินทางก่อนเข้ารับบริการซึ่งตรงตามต้องการของผู้ใช้งานทั้งระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และโมดูลที่พัฒนาขึ้นในระบบสารสนเทศนั้นครอบคลุมกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วง Pre-procedure ตามห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ของ Herberholz and Supakankunti (2013)

3. สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบประสานงานสำหรับการวางแผนการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์โดยรวมอยู่ในระดับที่มาก และสรุปเป็นรายด้านพบว่า ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ อยู่ในระดับที่มาก ด้านการสนับสนุนการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับที่มาก

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ในอนาคตควรพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการใช้งานจริง โดยเพิ่มเติมให้มีหลายภาษาที่นอกเหนือจากภาษาอังกฤษ ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานระบบชาวต่างชาติเช่น ภาษาจีน ภาษาอาหรับ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มความนิยมในปัจจุบันสำหรับการเดินทางมารับบริการของนักท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ชาวจีนและชาวอาหรับ และอาจขออาสาสมัครที่เป็นนักท่องเที่ยวจริงมาทดสอบระบบ และควรคำนึงถึงระบบรักษาความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ด้วย



References

- Boonshom, S. (2002). *Preliminary research*. Bangkok: Sureewiyasart. (in Thai)
- Eman, M. H. (2011). Benchmarking the Egyptians medical tourism sector against international best practices: An exploratory study. *Journal of Tourism*, 6(2), 293-297.
- Gan, L., & Frederuck, J.R. (2011). Medical tourism facilitators: Patterns of service differentiation. *Journal of Vacation marketing*. 17(3), 1-19.

- Herberholz, C., & Supakankunti, S. (2013). *Medical tourism in Malaysia, Singapore and Thailand*. Retrieved from <https://dokterinternasionalindonesia.net/wp-content/uploads/2014/07/Medical-Tourism-in-Malaysia-Singapore-and-Thailand.pdf>
- Heung, V.C.S., Kucukusta, D., & Song, H. (2010). A conceptual model of medical tourism: Implication for future research. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 27(3), 236-251.
- Kadri, S., & Agni, D. (2011) A survey on tourist trip planning systems, *Journal of Arts & Sciences*, 4(9), 13-26.
- Kityanyong, S. (2003). *Service team development*. Bangkok: Info Media Book. (in Thai)
- National Statistical Office. (2017). *The National statistical office reveals the results of the survey of private hospitals and nursing homes*. Retrieved from <http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/News/2561/N24-10-61.aspx>. (in Thai)
- Office of Small and Medium Enterprises Promotion. (2010). *Guide for medical tourism services for travel agent operators*. Bangkok: Author. (in Thai)
- Satchukorn, S. (2007). *The collaboration's skill*. Retrieved from http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=394&read=true&count, (in Thai)
- World Tourism Organization (2017). *UNWTO tourism highlights 2017*. Retrieved from http://people.unica.it/carlamassidda/files/2017/06/UNWTO_Tourism-Highlights_2017.pdf



การสร้างแม่แบบภาษามลายูแบบอักษรยาวีด้วยเทคนิคแบบเทรชโฮลด์

A Template Creation Bahasa Melayu of Jawi Language Using Thresholding

ศิริเรือง พัฒน์ช่วย¹ และ มหศักดิ์ เกตุฉำ¹

Siriruang Phatchuay¹ and Mahasak Ketcham¹

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Received: May 23, 2019

Revised: July 16, 2019

Accepted: July 22, 2019

บทคัดย่อ

ภาษามลายูนิยมใช้กันมากที่สุดใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ ภาษามลายูแบบอักษรยาวีมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจกนิยมใช้ในการเรียนการสอนของกลุ่มโรงเรียนในระดับประถมศึกษา การติดต่อสื่อสารทางราชการ รวมถึงเอกสารและป้ายสัญลักษณ์ในสถานที่ราชการ ดังนั้นวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการการสร้างแม่แบบคำแปลจากอักษรยาวีเป็นคำไทยด้วยเทคนิคแบบเทรชโฮลด์ โดยกระบวนการเริ่มจากการนำตัวอักษรแบบเขียนด้วยลายมือมาพิมพ์เป็นคำ และสร้างเป็นไฟล์ภาพ โดยใช้ภาพ จำนวน 100 ภาพ ซึ่งในงานวิจัยได้นำเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ ได้แก่ การปรับปริภูมิสี การหาค่าเทรชโฮลด์ การหาทิศทางของขอบภาพ และการตัดภาพเฉพาะส่วนที่เป็นข้อความ โดยแม่แบบที่ได้จากการสร้างจะเก็บไว้ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับกระบวนการแปลภาษาต่อไป โดยผลจากการสร้างแม่แบบอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ต่อในขั้นตอนต่อไปของงานวิจัยได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ภาษามลายู, อักษรยาวี, การสร้างแม่แบบ

Abstract

The Bahasa Melayu language is a widely used language of 3 southern border provinces in Thailand. Jawi is an important alphabet of Bahasa Melayu. Handwritten letters are generally used in these areas for studying in elementary school, official communication, documents and use in signs and in government places. Therefore, the purposes of this research were to develop a template

matching translation process for Jawi alphabet into Thai language with thresholding techniques. In the initial process, handwritten letters were transformed to typewritten words and creating an image file using 100 image datasets. This research used image processing techniques including color spaces adjustment, thresholding values, gradient direction and Image segmentation. Thus, in the Create Template Matching was stored in a database for translation processes method/ The results provided in this study can be continued in the next step of research correctly.

Keywords: Bahasa Melayu, Jawi, template creation



บทนำ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารของมนุษย์มีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ทำให้รู้จักผู้คนที่ใช้ภาษาสำหรับการสื่อสารกันที่หลากหลายภาษา โดยในแต่ละประเทศ แต่ละท้องถิ่น ก็จะมีภาษาถิ่น เป็นของตัวเองเพื่อใช้สำหรับสื่อสารกันโดยรูปแบบภาษาก็จะเหมาะสมกับรูปแบบของการใช้งาน อีกอย่างหนึ่งสำหรับในประเทศไทยเอง ก็มีภาษาที่ใช้สื่อสารกันหลายภาษาเช่นกัน ลักษณะการใช้ภาษาก็ขึ้นอยู่กับแต่ละภูมิภาค อาทิ เช่น ภาคกลางใช้ภาษากลาง ภาคเหนือใช้ภาษาคำเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ภาษาลาวอีสาน และภาคใต้ใช้ภาษาไทยถิ่นใต้ ในงานวิจัยมุ่งเน้นศึกษาทางภาษาภาคใต้ โดยลักษณะการใช้ภาษาแบ่งออกเป็นช่วงจังหวัด เช่น ภาษาไทยถิ่นใต้ตะวันออก (สำเนียงนครศรีธรรมราช) บริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช, สุราษฎร์ธานี และภาษาไทยถิ่นใต้ตะวันตก บริเวณพื้นที่จังหวัดกระบี่, พังงา, ภูเก็ต, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, และชุมพร ภาษาไทยถิ่นใต้สำเนียงสงขลา บริเวณพื้นที่จังหวัดสงขลา บางส่วนของจังหวัดพัทลุง, จังหวัดปัตตานี และจังหวัดยะลา ภาษาไทยถิ่นใต้สำเนียงตากใบ หรือ ภาษาไทยถิ่นใต้สำเนียงเจ๊ะเห บริเวณพื้นที่จังหวัดนราธิวาส จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ที่ใช้ภาษาไทยถิ่นใต้สำเนียงเจ๊ะเห หรือเรียกอีกอย่างว่า ภาษายาวี สำหรับสื่อสาร ทำให้สนใจการใช้ภาษายาวี โดยได้ศึกษาแล้วทำให้รู้ว่าการเขียนภาษามลายู (Abdullah, 2008) ในท้องถิ่นในอดีตนั้นใช้อักขรยาวี ก่อนที่จะเปลี่ยนไปใช้อักขรรูมี ในปัจจุบัน ภาษามลายูเป็นภาษาที่มีบทบาทสำคัญสำหรับ

ประชาชนในภูมิภาคแหลมมลายูและในจังหวัดชายแดนภาคใต้ของไทย และเป็นภาษาที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาษามลายู อักขรยาวี และการนำแอปพลิเคชันมาช่วยแปลภาษายาวียังมีน้อย ซึ่งใน (Parhizkar, Oteng, Ndaba, Lashkari & Gebril, 2013) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการแปลภาษามลายูผ่านมือถือแบบเรียลไทม์ แต่ปัญหายังมีเนื่องจากหนังสือแต่ละชนิดแต่ละเล่มมีความแตกต่างกัน มีทั้งการพิมพ์ตัวอักษรด้วยสี ขาวดำ และบางเล่มยังมีรอยเปื้อน ทำให้เกิดปัญหาระหว่างการแปลได้ บางครั้งความหมายอาจผิดเพี้ยนไป ปัจจุบันการใช้ภาษามลายูอักขรยาวีมีความจำเป็นต่อทางระบบราชการเป็นอย่างมาก เนื่องจากเมื่อมีอาเซียนเข้ามาทำให้ภาษามลายูอักขรยาวีมีบทบาทต่อการทำงาน และติดต่อสื่อสารเป็นอย่างมาก และทางหน่วยงานการศึกษามีการจัดทำสื่อวัตกรรมการเรียนการสอนภาษามลายูเพื่อการสื่อสาร ตลอดจนสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา ยังมีการวางแผนยุทธศาสตร์ ระยะ 5 ปี (2560-2564) เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาการสอน และจัดทำเอกสารประกอบการสอนภาษามลายูให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพราะลักษณะของการแปลภาษามลายูยังอยู่ในรูปแบบลักษณะการแปลต้องแปลจากภาษามลายู อักขรยาวีเป็นภาษารูมี หรือ ภาษารูมีเป็นภาษายาวี ก่อนถึงจะได้ภาษาไทยออกมา อีกทั้งปัญหาของชนิดตัวอักษรที่ใช้ในงานในปัจจุบัน ตลอดจนความไม่เข้าใจระหว่างตัวอักษรของ 2 ภาษาที่ยังไม่สามารถเข้าใจกันได้

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาและสร้างแม่แบบภาษามลายูแบบอักษรยาวิด้วยการนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ ได้แก่ การปรับปริภูมิสี การหาค่าเทรชโฮลด์ การหาทิศทางของขอบภาพ และการตัดภาพเฉพาะส่วนที่เป็นข้อความ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับกระบวนการแปลภาษามลายูแบบอักษรยาวิเป็นภาษาไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

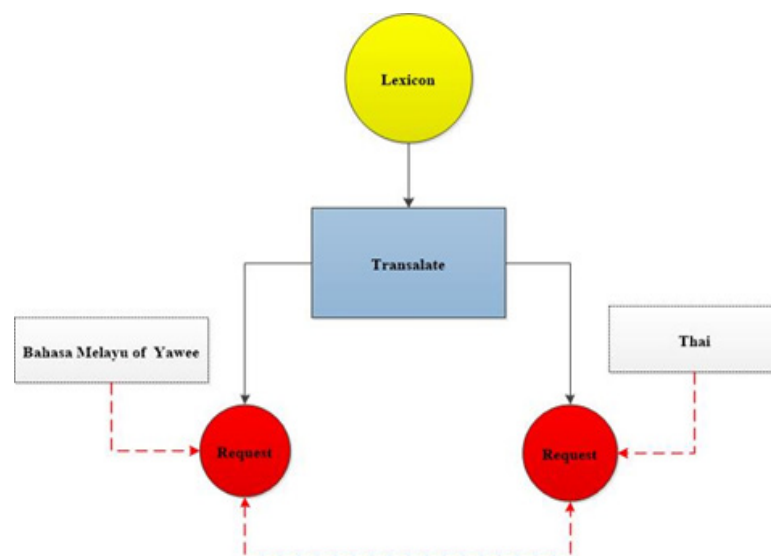
1. เพื่อสร้างต้นแบบของแม่แบบภาษาสำหรับใช้ในการแปลของภาษามลายูแบบอักษรยาวิเป็นภาษาไทย แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดวิธีและกระบวนการสร้างแม่แบบสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบแม่แบบ โดยได้แนวคิดจากวิจัยของ (Barni et al., 2010) และ(Rohlfing et al., 2012) สำหรับการสร้างแม่แบบของภาพ และจัดกลุ่มภาพ ได้นำหลักการวิจัยของ (Lin, Davis, Doermann & DeMenthon, 2007) โดยใช้วิธีการแบบเบย์มาช่วยในการตรวจจับและแบ่งส่วนของมนุษย์ โดยมีวิธีการสร้าง 3 ขั้นตอน คือ การจับคู่แบบโครงสร้างต้นไม้ และการดูความน่าจะเป็นของแม่แบบและขั้นตอนสุดท้ายคือ การจับคู่แบบลำดับขั้นเพื่อสร้างชุดแม่แบบไว้สำหรับทดสอบ โดยวิธีการนี้ สามารถตรวจจับรูปร่างของมนุษย์ได้พร้อมกันหลายคน อีกทั้งสามารถตรวจจับในกรณีที่ผู้คนพลุกพล่านได้ด้วย จุดเด่นของวิธีการนี้ คือ ภาพที่ตรวจจับสามารถทำได้ทั้งที่มีการลบพื้นหลังและไม่มี การลบพื้นหลัง

เทคนิคที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ เทคนิคแบบเทรชโฮลด์ เพราะเป็นขั้นตอนของการเตรียมภาพโดยสร้างภาพไบนารีจากภาพระดับสีเทาโดยเปลี่ยนพิกเซลที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ให้เป็นภาพสองระดับเพื่อแบ่งพิกเซลของภาพเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มสีขาวมีค่าเป็น 1 และกลุ่มสีดำมีค่าเป็น 0 ซึ่งได้แนวคิดจากงานของ (Raju & Neelima, 2012) ในการแบ่งส่วนภาพ อีกทั้ง (Sujji, Lakshmi & Jiji, 2013) ได้กล่าวถึงวิธีการใช้งานของ Global Thresholding

กรอบแนวคิดการวิจัย

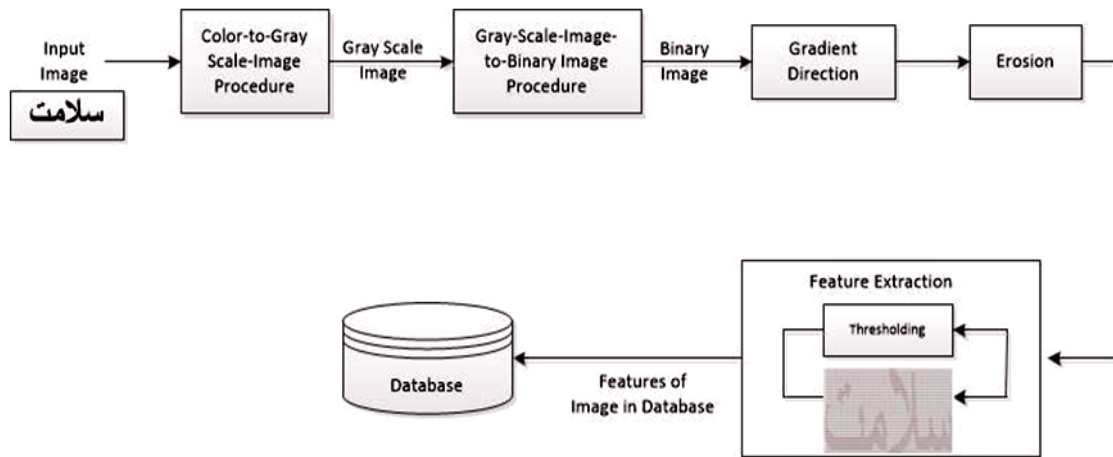
การสร้างแม่แบบภาษามลายูอักษรยาวินั้น มีกรอบแนวคิดขึ้นเพื่อให้ 2 ภาษาสามารถทำความเข้าใจลักษณะของรูปแบบและข้อความของแต่ละภาษาได้อย่างถูกต้อง โดยแม่แบบที่สร้างขึ้นจะดำเนินการสร้างตามกระบวนการของการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคแบบเทรชโฮลด์ โดยแม่แบบที่สร้างทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ที่พจนานุกรม (lexicon) เมื่อกระบวนการต้องการแปลข้อความ ก็เข้าสู่การร้องขอของแต่ละภาษา 2 ภาษา คือ ภาษามลายูอักษรยาวิ และ ภาษาไทย สามารถทำความเข้าใจความหมายของคำได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดของของงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างแม่แบบภาษามลายูอักษรยาวี ไว้สำหรับ การแปลงข้อความเป็นภาษาไทย ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้



ภาพ 2 ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลแม่แบบของภาษามลายูอักษรยาวี

จากภาพ 2 สำหรับขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล
แม่แบบของภาษามลายูอักษรยาวี จำนวน 100 คำ ผู้วิจัย

นำคำที่เขียนด้วยลายมือจากผู้ที่มีความรู้ด้านการเขียนและ
การใช้อักษรยาวี ในหน่วยงานราชการ แสดงดังภาพ 3

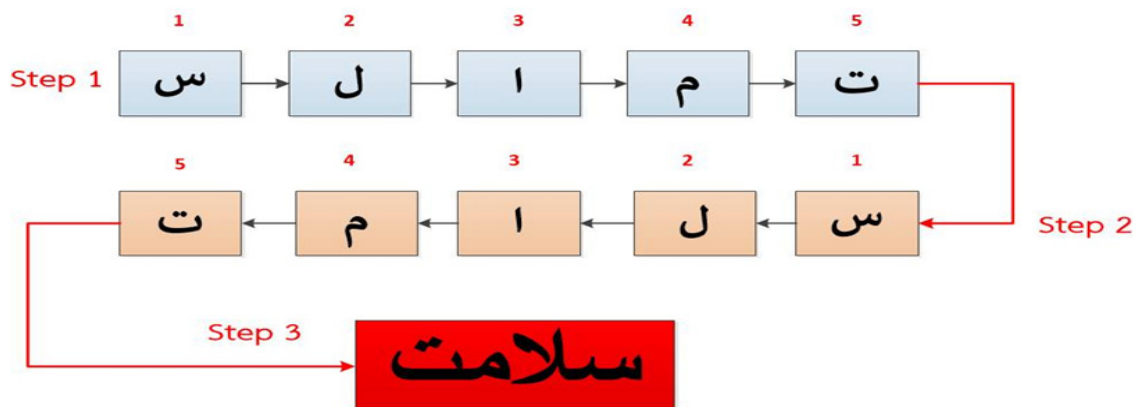
หนังสือ		< ๑๐ >
สมุด	✓	(๑๐)
ปากกา	✓	(๑๐)
ยางลบ	✓	(๑๐)
ไม้บรรทัด	✓	(๑๐)
ดินสอ	✓	(๑๐)
เครื่องคิดเลข	✓	(๑๐)
ป้าย	✓	(๑๐)

ภาพ 3 ตัวอย่างคำที่เขียนด้วยลายมือ

เมื่อได้ข้อมูลตัวอย่างคำแล้วกระบวนการต่อไป
คือ ขั้นตอนการสร้างกลุ่มคำจากตัวพิมพ์ โดยใช้ชนิดตัวอักษร
แบบ Arial ขนาด 48 สามารถ

แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยได้ ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างกลุ่มคำตัวอย่างจากการพิมพ์
ไว้ในฐานข้อมูล มีขั้นตอนดังภาพ 4 ดังนี้



ภาพ 4 ขั้นตอนการสร้างกลุ่มคำตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 คือ การพิมพ์ตัวอักษรในลักษณะคำ

ขั้นตอนที่ 2 ตัวอักษรที่ถูกพิมพ์เข้าไปจะเรียงจากขวาไปซ้าย

ขั้นตอนที่ 3 ลักษณะคำที่พิมพ์ตามขั้นตอนที่ 1-2 จะติด

กันเป็นลักษณะของภาษามลายูอักษรยาวี

นำกลุ่มคำที่สร้างจากคำพิมพ์มาแปลความหมาย และจัดทำเป็นฐานข้อมูล ซึ่งความหมายของคำหรือข้อความแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ความหมายของคำภาษามลายูแบบอักษรยาวี

อันดับที่	รหัสภาพ	ภาพประกอบ	คำอ่านยาวี	คำแปลเป็นไทย
1	1-2018	نام	นา-มอ	ชื่อ
2	2-2018	سلامت	สือ-ลา-มัต	สวัสดี
3	3-2018	جومف	จุม-ปะ	เจอ
4	4-2018	قيغضل	เมอ-นิง-กัล	จาก
5	5-2018	سلامت تيضكل	สือ-ลา-มัต-ติง-กัล	ลาก่อน

ตาราง 1 (ต่อ)

อันดับที่	รหัสภาพ	ภาพประกอบ	คำอ่านยาวี	คำแปลเป็นไทย
6	6-2018	فرغي	ปี-ร-กี	ไป
7	7-2018	جوتي	จู-ตี	ลา
8	8-2018	سمبه	เสิม-บอฮ	ไหว
9	9-2018	اكت تاغف	อา-กัต-ตา-จัน	พนมมือ
10	10-2018	بيمبغ	บิม-บ้ง	ห้วง

2. นำคำที่ได้แปลเป็นลักษณะรูปภาพเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการ Image processing โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 Input Stage เป็นขั้นตอนแรกของการสร้างแม่แบบภาษามลายูอักษรยาวี ซึ่งเป็นการนำตัวอักษรมาลายูที่เก็บเป็นไฟล์ภาพไว้ในฐานข้อมูล โดยนำไฟล์ภาพเข้าสู่ระบบโดยผ่านอุปกรณ์เพื่อเป็นการแปลงภาพให้เป็นภาพดิจิทัล

2.2 Pre-Processing Stage สำหรับกระบวนการ Pre-Processing Stage นำวิธีการประมวลผลภาพ (image processing) มาใช้ปรับไฟล์ภาพให้อยู่ในลักษณะของภาพที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 Standard size กำหนดขนาดมาตรฐานของภาพต้นฉบับทุกภาพโดยอิงพิกเซลที่ $w=108$ และ $h=55$ พิกเซล และกำหนดขอบเขตของ Region of Interest-ROI ที่ $w=100-100$



ภาพ 5 ตัวอย่างการกำหนด ROI

2.2.2 Binary Transform กระบวนการเตรียมภาพ เป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไปและเน้นเฉพาะส่วนที่ต้องการเท่านั้น โดยเริ่มต้นจากการนำเข้าภาพต้นฉบับ $w=108$ และ $h=55$ พิกเซลนามสกุล .jpg แล้วทำการแปลงภาพเป็นสีเทาและเป็นภาพสองระดับตามลำดับ ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การแปลงภาพเป็นสีเทา โดยการแยกระดับสีแต่ละพิกเซลออกจากกันในรูปแบบสี RGB เข้าสู่สมการเพื่อคำนวณหาค่าสีเทาและนำค่าที่ได้ไปแทนจุดพิกเซลเดิมโดยหาได้จากสมการ(1) ดังนี้

$$G' = 0.3 R + 0.59G + 0.1 B \quad (1)$$

โดยกำหนดให้

- G' คือ ค่าระดับสีเทา
- R คือ ค่าระดับสีแดง
- G คือ ค่าระดับสีเขียว
- B คือ ค่าระดับสีน้ำเงิน

โดยเมื่อทำการแปลงภาพภาษามลายูอักษรยาวีให้เป็นสีเทาจะได้ดังภาพ 5



ภาพ 6 การแปลงภาพเป็นสีเทา

(2) การหาทิศทางของขอบภาพ (gradient direction)
โดยหาได้จากสมการ (2) ดังนี้

$$GD(x,y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{Y_{diff}(x,y)}{X_{diff}(x,y)} \right\} \quad (2)$$

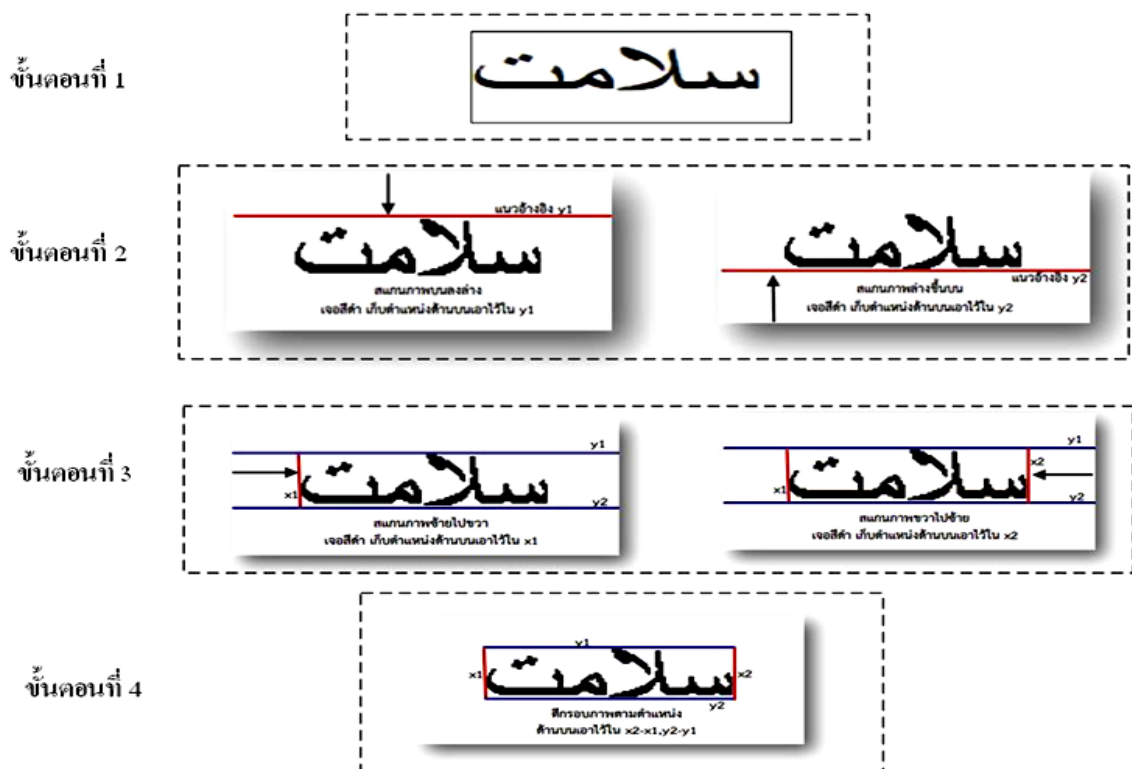
โดย $GD(x,y)$ ทิศทางของขอบภาพที่ตำแหน่ง (x,y)
โดยการหาทิศทางขอบภาพ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ การรับไฟล์ภาพ เข้าสู่ระบบ

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อให้ระบบทำการตีกรอบ (bounding box) โดยมีการทำงานแทนค่าตัวแปร คือ x_1 , x_2 , y_1 , y_2 โดยระบบตรวจสอบพิกเซลว่าเป็นสีดำหรือไม่ ถ้าใช่ให้เก็บตำแหน่งด้านบนไว้ข้างในในตัวแปร y_1 และด้านล่างข้างในในตัวแปร y_2

ขั้นตอนที่ 3 ระบบตรวจสอบพิกเซลว่าเป็นสีดำหรือไม่ ถ้าใช่ให้เก็บตำแหน่งด้านซ้ายไว้ข้างในในตัวแปร x_1 และด้านขวาข้างในในตัวแปร x_2 ซึ่งระบบจะสแกนภาพจากบนลงล่าง โดยเริ่มจากจุดอ้างอิงจาก y_1 สแกนถึงระยะ y_2 เท่านั้น

ขั้นตอนที่ 4 ระบบตีกรอบภาพในส่วนเฉพาะ x_2-x_1 , y_2-y_1 โดยกระบวนการทำงานสามารถแสดงได้ดังภาพ 7



ภาพ 7 กระบวนการหาทิศทางของขอบภาพ

(3) การตัดข้อความจะทำการตัดออกมาเฉพาะข้อความที่เป็นลักษณะสี่เหลี่ยม ตามความกว้าง* ความยาวของทิศทางของขอบภาพ ด้วยวิธีการกร่อนภาพ (erosion) คือ การตัดภาพ ขยายภาพให้เล็กลง โดยหาได้จากสมการ (3) ดังนี้

$$A \ominus B^t = \{p | B_p CA\}; B \text{ is denoted } A \ominus B^t \quad (3)$$

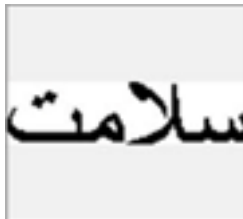
โดยที่

A คือ ภาพที่ต้องการขยายภาพ (dilation)

B^t คือ ส่วนกลับ (transposed) ของ B

B_p คือ ค่ากลาง ณ จุด p

โดยเมื่อทำการทำการตัดออกมาเฉพาะข้อความภาษามลายูอักขรยารวีจะได้ดังภาพ 8



ภาพ 8 การตัดข้อความ

(4) การทำเทรสโฮลด์ เป็นวิธีการแปลงภาพเป็นสองระดับ โดยการแปลงจากภาพสีเทาที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ให้เป็นภาพสองระดับเพื่อแบ่งพิกเซลของภาพเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มสีขาวมีค่าเป็น 1 และกลุ่มสีดำมีค่าเป็น 0 โดยหาได้จากสมการ (4) ดังนี้

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (4)$$

โดยกำหนดให้

$g(x, y)$ คือ ค่าพิกเซลในแต่ละตำแหน่ง (x, y) ของภาพใหม่

$f(x, y)$ คือ ค่าพิกเซลในแต่ละตำแหน่ง (x, y) ของภาพเดิม

ค่าพิกเซล เท่ากับ 1 แทนพื้นหลังสีขาว

ค่าพิกเซล เท่ากับ 0 แทนตัวอักษรสีดำ

โดยงานวิจัยดำเนินการสร้างแม่แบบด้วยหลักการทำเทรสโฮลด์ด้วยการแปลงเป็นภาพสองระดับ คือ การตั้งกฎที่จะแบ่งเป็นจุดดำและจุดขาวแบบตายตัว โดยมีระบบจะทำการสร้างแม่แบบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านไฟล์ภาพคำทั้งหมด จากโนโพลเดอร์ภาพที่ได้จากการสร้างคำจากการพิมพ์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 ตัดภาพให้เหลือเฉพาะส่วนของคำที่จะใช้

ขั้นตอนที่ 3 อ่านค่าพิกเซลของภาพแล้วแปลงภาพให้เป็นรูปแบบ 0,1 โดยมีเงื่อนไข คือ ถ้าค่าเฉลี่ย RGB (เฉลี่ยของภาพ) < 200 ให้เป็น 0 (ส่วนของตัวอักษร) และถ้าค่าเฉลี่ย RGB (เฉลี่ยของภาพ) > = 200 ให้เป็น 1 (ส่วนของพื้นหลัง)

ขั้นตอนที่ 4 สร้างไฟล์ที่เก็บข้อมูลแม่แบบไว้ในฐานข้อมูลโดยเมื่อทำเทรสโฮลด์ จะได้ดังภาพ 9



ภาพ 9 การทำเทรสโฮลด์

ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อสร้างต้นแบบภาษามลายูอักขรยารวี โดยงานวิจัยทำการสร้างตัวอย่างต้นแบบสำหรับใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 100 คำ เพื่อนำจัดเก็บไว้ในพจนานุกรมฐานข้อมูล

ตาราง 2

ตัวอย่างคำต้นแบบ

ลำดับที่	ไทย	มลายูอักษรยาวี
1	ชื่อ	نام
2	สวัสดิ์	سلامت
3	เจอ	جومف
4	พบ	جومف
5	จาก	قيغضل
6	ลาก่อน	سلامت. تيضكل
7	ไป	فرغي
8	ลา	جوتي
9	ไหว้	سمبه
10	พนมมือ	اكت. تاغف
11	คิดถึง	ايشط
12	ห่วง	بيمبغ
13	หึ่ง	جمورو
14	เป็น	صيدوف
15	ฉัน	ساي
16	เขา	ديا
17	คุณ	افدا
18	เธอ	ديا
19	สามี	سوامي
20	รัก	كاسيه
21	มา	ماري
22	ภรรยา	استري
23	พ่อ	باف
24	แม่	اييو
25	พี่ชาย	اباغ

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ไทย	มลายูอักษรยาวี
26	ยาย	نڤييت
27	หลาน	جو جو
28	เพื่อน	คาอน
29	ตำรวจ	ฟอ ليس
30	ทหาร	สกาو
31	แม่ชี	นني
32	บวช	นنتา บيس
33	สมุด	بو كو
34	ยางลบ	ฟาฟอ
35	เดิน	จาลน
36	นั่ง	ดودอ ต
37	ป่วย	นอ ستو
38	กระโดด	ลอม فت
39	ร้อง	ฟา غิส
40	ร้องไห้	มนา غيس
41	ยิ้ม	สبو ม
42	เศร้า	สديه
43	ดีใจ	สอคา หاتي
44	เสียใจ	สويه
45	ความสุข	คัมบิوا
46	ความทุกข์	คสอ سهิน
47	มี	าดา
48	รัก	คาสيه
49	ความรัก	คาสيهิน
50	โลก	คตัมบิكن

จากคำตัวอย่างภาษามลายูอักษรยาวีดังตาราง 1 เมื่อนำไปเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการของวิธีดำเนินการวิจัย จะได้ผลการทดลองเป็นไฟล์ภาพแม่แบบเพื่อเก็บไว้ใน

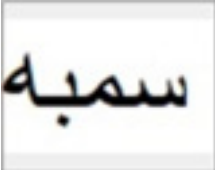
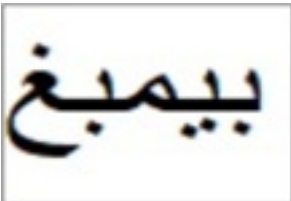
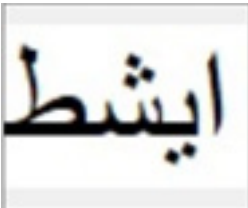
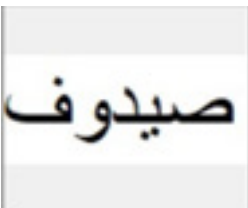
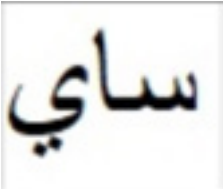
พจนานุกรม โดยนำเสนอทั้งหมด 20 ภาพตามกระบวนการ การทำเทรสโฮลด์ ดังตาราง 2

ตาราง 3

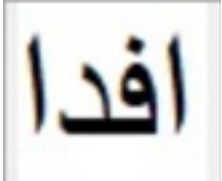
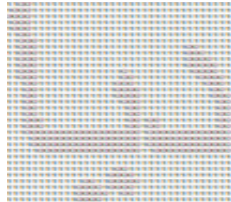
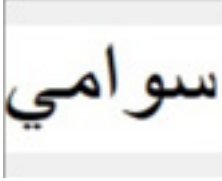
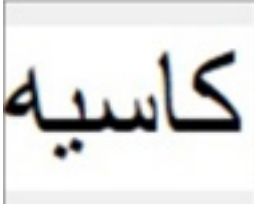
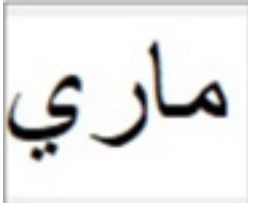
ผลการสร้างแม่แบบด้วยเทคนิคเทรสโฮลด์

ไฟล์ภาพภาษามลายูอักษรยาวี	การสร้างแม่แบบด้วยเทคนิคเทรสโฮลด์	จำนวนพิกเซล	คำภาษาไทย
		1435	ชื่อ
		2496	สวัสดี
		3036	เจอ
		3648	จาก
		7752	ลาก่อน
		3200	ไป
		2926	ลา

ตาราง 3 (ต่อ)

ไฟล์ภาพภาษามลายูอักษรยาวี	การสร้างแม่แบบด้วยเทคนิคเทอร์สโลด	จำนวนพิกเซล	คำภาษาไทย
		1943	ไหว้
		3718	พนมมือ
		2479	ห้วง
		2442	คิดถึง
		2231	หึ่ง
		3729	เป็น
		2419	ฉั่น
		1190	เขา

ตาราง 3 (ต่อ)

ไฟล์ภาพภาษามลายูอักษรยาวี	การสร้างแม่แบบด้วยเทคนิคเทรสโฮลด์	จำนวนพิกเซล	คำภาษาไทย
		1000	คุณ
		1190	เธอ
		3720	สามี
		2660	รัก
		2960	มา

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างภาพภาษามลายูแบบอักษรยาวีจำนวน 100 ภาพ เพื่อเป็นภาพตัวอย่างสำหรับสร้างต้นแบบภาษามลายูแบบอักษรยาวี และทำการสร้างภาพต้นแบบเป็นไฟล์ ไฟล์ภาพ RGB นามสกุล .jpg แล้วทำการประมวลผลภาพเบื้องต้นด้วยการแปลงภาพที่ได้ให้เป็นภาพระดับเทา และทำการหาทิศทางของขอบภาพ (gradient direction) ด้วยการตีกรอบข้อความ และนำภาพที่ได้ไปแปลงข้อมูลแบบไบนารี และทำเทรสโฮลด์ โดยการเปลี่ยนค่าของจุดภาพให้

มีเพียงสองค่า (binary) คือ ขาวและดำ (0,1) เพื่อเปรียบเทียบกับแม่แบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Vala & Baxi, 2013) และ (Kaur & Kaur, 2011) เพื่อทำการรู้จำภาษามลายูแบบอักษรยาวี โดยระบบสามารถสร้างต้นแบบภาษาสำหรับการแปรภาษามลายูแบบอักษรยาวีเป็นภาษาไทยอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งจากต้นแบบของแม่แบบที่ได้สร้างเก็บไว้ในฐานข้อมูลจากงานวิจัยจะนำไปใช้สำหรับกระบวนการแปลในงานวิจัยต่อไป

ข้อเสนอแนะ

คำที่นำมาสร้างภาพเพื่อใช้ในสร้างแม่แบบมีข้อจำกัด เพราะลักษณะของตัวอักษรที่เขียนนั้นมีขนาดไม่เท่ากัน คือ ยาวสูงด้านบน และยาวลงด้านล่าง ทำให้การหาทิศทางของ ขอบภาพ (gradient direction) ด้วยการตีกรอบข้อความ

ที่ได้ออกมาคุณภาพความละเอียดภาพแตกต่างกัน ทำให้ ค่าในส่วนของการทำเทรสโฮลด์ การรู้แม่แบบแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรหาแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมและการแก้ไข ปัญหาเพื่อให้การหาทิศทางของขอบภาพเกิดข้อผิดพลาด น้อยสุด



References

- Abdullah, A. A. (2008). Southern Thailand: Some grievances of the Patani Malays. *The Journal of International Studies*, 4(1), 102-111.
- Barni, M., Bianchi, T., Catalano, D., Di Raimondo, M., Labati, R. D., Failla, P., . . . & Piva, A. (2010). A privacy-compliant fingerprint recognition system based on homomorphic encryption and fingercode templates. *Paper presented at the 2010 fourth IEEE international conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems--BTAS* (pp. 1-7). Washington DC, USA.: IEEE.
- Kaur, N., & Kaur, R. (2011). A review on various methods of image thresholding. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(10), 3441-3443.
- Lin, Z., Davis, L. S., Doermann, D., & DeMenthon, D. (2007). Hierarchical part-template matching for human detection and segmentation. *Paper presented at the 2007 IEEE 11th international conference on Computer Vision* (pp. 1-8). Rio De Janeiro, Brazil: IEEE.
- Parhizkar, B., Oteng, K., Ndaba, O., Lashkari, A. H., & Gebril, Z. M. (2013). Ubiquitous mobile real time visual translator using augmented reality for bahasa language. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(2), 124-128.
- Raju, P. D. R., & Neelima, G. (2012). Image segmentation by using histogram thresholding. *International Journal of Computer Science Engineering and Technology*, 2(1), 776-779.
- Rohlfing, T., Kroenke, C. D., Sullivan, E. V., Dubach, M. F., Bowden, D. M., Grant, K., & Pfefferbaum, A. (2012). The INIA19 template and NeuroMaps atlas for primate brain image parcellation and spatial normalization. *International Journal Frontiers in neuroinformatics*, 6(27), 1-15.
- Sujji, G. E., Lakshmi, Y., & Jiji, G. W. (2013). MRI brain image segmentation based on thresholding. *International Journal of Advanced Computer Research*, 3(1), 97.
- Vala, H. J., & Baxi, A. (2013). A review on Otsu image segmentation algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 2(2), 387-389.



ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

Health Literacy of Older Adults with Chronic Disease in Muang District, Trang

วรารัตน์ ทิพย์รัตน์¹, ญันท วอลเตอร์¹ และณัฐชานนท์ สงสุข¹
Wararat Tiparat¹, Yanat Wauters¹ and Nattchanon songsug¹
¹วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ตรัง

¹Boromarajonani College of Nursing, Trang

Received: May 29, 2019

Revised: August 7, 2019

Accepted: August 13, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงพรรณนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพในแต่ละองค์ประกอบและระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 327 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและแบบสอบถามความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบความตรงของเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ค่าเท่ากับ 0.91 และทดสอบความเที่ยงด้านความรู้ความเข้าใจ โดยใช้ KR-20 และด้านอื่น ๆ อีก 5 ด้าน ทดสอบโดยใช้ Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่าเท่ากับ .75 และ .84 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการสื่อสาร และด้านการจัดการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง $\bar{X}=6.44$, $SD=2.94$; $\bar{X}=8.95$, $SD=1.53$; $\bar{X}=8.20$, $SD=2.46$; $\bar{X}=6.87$, $SD=2.88$ ตามลำดับ) ส่วนด้านการรู้เท่าทันสื่อและด้านการตัดสินใจ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X}=5.87$, $SD=2.98$; $\bar{X}=8.29$, $SD=2.10$) (2) ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อยู่ในระดับพื้นฐานมากที่สุด จำนวน 296 คน ร้อยละ 90.52 ระดับปฏิสัมพันธ์ จำนวน 31 คน ร้อยละ 9.48 และไม่พบในระดับวิจารณ์ญาณ ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า บุคลากรทางสุขภาพควรจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้สูงอายุรู้เท่าทันสื่อด้านสุขภาพและฝึกทักษะการตัดสินใจในการดูแลตนเอง เพื่อเพิ่มระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านปฏิสัมพันธ์และด้านวิจารณ์ญาณให้มากขึ้น

คำสำคัญ: องค์ประกอบความรอบรู้ด้านสุขภาพ, ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพ, ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง

Abstract

This descriptive research aimed to study health literacy, in each component, and levels of health literacy of older adults with chronic disease. The sample size was 327 older adults with chronic disease. Stratified random sampling was applied. The research instrument consisted demographic questionnaire, and the six components of health literacy. Content validity analysis of the questionnaire was confirmed by the experts, with a CVI of 0.91. KR-20 and Cronbach's alpha coefficient were employed to test reliability of the questionnaire, yielding values of .75 in the knowledge part and .84 in the rest parts of the questionnaire, respectively. Data were analyzed using frequency, percentage, mean and standard deviation. The results of this study revealed as follows: (1) the health literacy components in terms of access, cognitive, communication skill, and self-management were at a moderate level ($\bar{X}=6.44$, $SD=2.94$; $\bar{X}=8.95$, $SD=1.53$; $\bar{X}=8.20$, $SD=2.46$; $M=6.87$, $SD=2.88$ respectively). While media literacy, and decision skill were at a low level ($\bar{X}=5.87$, $SD=2.98$; $\bar{X}=8.29$, $SD=2.10$, respectively) (2) the health literacy of older adults with chronic disease was mainly at a basic level (90.52%), followed by interactive level (9.48%). And there was no sample that was at a critical level. The research findings suggested that health care personnel should promote health literacy for older adults with chronic disease focusing on media literacy, and decision skills in order to increase higher health literacy levels. S (interactive and critical level).

Keywords: health literacy components, level of health literacy, older adults with Chronic disease



บทนำ

ปัจจุบันการดูแลผู้สูงอายุเป็นงานที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในสังคมไทยที่กำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เนื่องจากประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มอายุยืนยาวขึ้น โดยองค์การสหประชาชาติได้ประเมินสถานการณ์ว่าปี พ.ศ.2544-2643 จะเป็นศตวรรษแห่งผู้สูงอายุ หมายถึง การมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรรวมทั่วโลก ประเทศไทยเป็นประเทศลำดับ 3 ในทวีปเอเชียที่โครงสร้างผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วรองจากประเทศญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ ซึ่งแสดงถึงความจำเป็นที่ต้องปรับระบบบริการรองรับผู้สูงอายุ และการเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ จากข้อมูลพบว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีปัญหาทางสุขภาพเป็นโรคเรื้อรังและมีแนวโน้มอยู่คนเดียวมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อภาระค่าใช้จ่ายในการดูแลผู้สูงอายุด้านสุขภาพที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถ

และทักษะในการเข้าถึงความรู้เพื่อประกอบการปฏิบัติและการจัดการตนเองในเรื่องโรคเรื้อรังให้ครอบคลุมมากขึ้นเพื่อการมีสุขภาพที่ดี (Office of the national economic and social department council, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ด้านสุขภาพ (health literacy) ของ Nutbeam (2008) ที่กล่าวว่าเมื่อบุคคลสามารถพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพย่อมส่งผลทำให้ได้รับข้อมูลสุขภาพและสร้างทักษะในการเข้าถึงข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจ การปฏิบัติ และการจัดการตนเองด้านสุขภาพที่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของตนเองร่วมกับทีมสุขภาพส่งผลทำให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพที่ดีตามมา ลดภาวะแทรกซ้อนและลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลโดยแนวคิดการสร้างเสริมความรู้ทางสุขภาพเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เป็นการวางรากฐานการพัฒนาาระบบสุขภาพของประเทศในระยะยาว ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการขับเคลื่อนไปสู่การเป็นประเทศที่มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ตามวิสัยทัศน์รัฐบาล

ควบคู่ไปกับการเสริมสร้างสมรรถนะการดูแลและจัดการตนเองของประชาชน ซึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้วิเคราะห์ถึงสถานการณ์ปัญหาพบว่า ประเด็นความรอบรู้ด้านสุขภาพของ ประชาชนยังไม่เพียงพอในการป้องกันปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ด้านสุขภาพ ดังนั้นจึงมีการกำหนดเป้าประสงค์เพื่อให้คนไทย ชุมชน ท้องถิ่น ภาคี เครือข่ายภาคประชาชนและภาคประชาสังคมด้านสุขภาพ มีความรอบรู้ด้านสุขภาพ มีพฤติกรรมสุขภาพที่ดี สามารถช่วยเหลือดูแลตนเอง ครอบครัวและชุมชน มีการกำหนดตัวชี้วัดระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพคนไทยให้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 โดยเร่งมาตรการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพเพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้มีความสำคัญกับการสร้างช่องทางการสื่อสาร เผยแพร่ความรู้ที่ประชาชนเข้าใจได้ง่าย เพื่อให้เข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพอย่างทั่วถึง สร้างกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมสุขภาพที่ถูกต้อง (Office of the National Economic and Social Department Council, 2016) องค์การอนามัยโลกได้ให้ความหมายของคำว่าความรอบรู้ทางสุขภาพว่าหมายถึงทักษะในการเรียนรู้และทักษะทางสังคมที่กำหนดแรงจูงใจและความสามารถของบุคคล เพื่อให้เข้าถึง เข้าใจ และใช้ข้อมูลในการส่งเสริมสุขภาพและรักษาสุขภาพที่ดี รวมถึงผลสัมฤทธิ์ของระดับความรู้ ทักษะส่วนบุคคลและความเชื่อมั่นที่จะดำเนินการเพื่อปรับปรุงสุขภาพส่วนบุคคลและชุมชน โดยการเปลี่ยนวิถีชีวิตส่วนบุคคล ซึ่งความรอบรู้ทางสุขภาพส่งผลต่อผลลัพธ์ด้านสุขภาพของบุคคล การมีความรอบรู้ทางสุขภาพขั้นพื้นฐานระดับต่ำจะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล บ่อยขึ้น โดยเฉพาะการใช้บริการฉุกเฉิน และมีอัตราการตายก่อนวัยสูง (Berkman, Sheridan, Donahue, Halpern & Crotty, 2011) แต่หากมีความรอบรู้ทางสุขภาพขั้นพื้นฐานระดับสูงหรือเพียงพอ จะทำให้เกิดผลลัพธ์ทางด้านสุขภาพที่ดี เช่น มีภาวะสุขภาพที่ดี ลดอัตราป่วย ลดอัตราการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลและลดค่าใช้จ่ายทางสุขภาพ เป็นต้น (Nutbeam, 2008) ดังนั้นการส่งเสริมความรอบรู้ทางสุขภาพของประชาชนเพื่อให้สามารถเข้าถึง เข้าใจ และใช้ข้อมูลด้านสุขภาพในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีความจำเป็นโดยเฉพาะกลุ่มวัยผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความรอบรู้ทางสุขภาพอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบ

กับประชากรวัยอื่น ๆ (Kobayashi et al., 2015) เนื่องจาก ร่างกายของผู้สูงอายุมีการเสื่อมถอยมากกว่าวัยอื่น ส่งผลให้ความสามารถในการเรียนรู้ทักษะด้านต่าง ๆ ลดลงไปด้วย ถ้าหากผู้สูงอายุมีความรอบรู้ด้านสุขภาพก็จะช่วยชะลอการเสื่อมถอยนั้นได้หรือช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ (Srithanee, 2017)

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำแนวคิดความรอบรู้ทางสุขภาพ ตามแนวคิดของ (Nutbeam, 2008) ซึ่งหมายถึง ทักษะทางสังคมและการคิดวิเคราะห์ที่กำหนดแรงจูงใจและความสามารถของบุคคลในการเข้าถึงข้อมูล เข้าใจ และใช้ข้อมูลเพื่อส่งเสริมและรักษาสุขภาพ โดยใช้เครื่องมือวัดของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) ซึ่งพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดทางสุขภาพของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำแนกองค์ประกอบของความรอบรู้ด้านสุขภาพตามแนวคิดของ Health Education Division (2010) เป็น 6 ด้าน และแบ่งระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ ความรอบรู้ด้านสุขภาพขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะพื้นฐานด้านการอ่านและเขียนในชีวิตประจำวัน (เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการฟัง พูด อ่าน เขียน ที่จำเป็นต่อความเข้าใจและการปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ) ความรอบรู้ด้านสุขภาพขั้นการมีปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ ทักษะพื้นฐานและการมีพหุปัญญา รวมทั้งทักษะทางสังคมที่ใช้ในการเข้าร่วมกิจกรรม รู้จักเลือกใช้ข้อมูลข่าวสาร แยกแยะลักษณะการสื่อสารที่แตกต่างกันรวมทั้งประยุกต์ใช้ข้อมูลข่าวสารใหม่ ๆ เพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ และ ความรอบรู้ด้านสุขภาพขั้นวิจรณ์ญาณ ได้แก่ ทักษะทางปัญญาและสังคมที่สูงขึ้น สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลข่าวสารในการวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ และควบคุมจัดการสถานการณ์ ในการดำรงชีวิตประจำวันได้ มาใช้ในการศึกษาความรอบรู้ทางสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งจากข้อมูลประชากรผู้สูงอายุในจังหวัดตรังระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561 พบว่า มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วร้อยละ 13.43, 13.84 และ 14.36 ตามลำดับ และมากที่สุดในกลุ่มภาคใต้ฝั่งอันดามัน ในจำนวนนี้เป็นกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรัง 2 ใน 3 ของประชากรผู้สูงอายุ (Trang Province Public Health Office, 2017) และจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาจะเห็นว่า ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุมีความสำคัญต่อภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ ซึ่งจากสถานการณ์

การเปลี่ยนแปลงในระบบสุขภาพที่ซับซ้อน ข้อมูลสุขภาพจากสื่อต่าง ๆ ในยุคปัจจุบันมีความหลากหลาย การเข้าถึงเข้าใจ และใช้ข้อมูล การนำข้อมูลมาวิเคราะห์และทำความเข้าใจข้อมูลพื้นฐานด้านสุขภาพและบริการเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาให้ประชาชนสามารถควบคุม ดูแลสุขภาพตนเองได้ (Samruayruen & Kitreerawutiwong, 2018) ดังนั้น การศึกษาเรื่อง ระดับความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง เป็นเครื่องมือที่จะบ่งบอกสถานะสุขภาพของผู้สูงอายุซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความรู้ด้านสุขภาพไปจัดประเภทบริการหรือกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพให้เหมาะสมตามระดับความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังรวมทั้งสามารถนำข้อมูลไปวางแผนการพัฒนาระบบการดูแลผู้สูงอายุระยะยาวแบบบูรณาการต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยจำแนกตามองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ (1) การเข้าถึงข้อมูล (2) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพและการป้องกันโรค (3) การสื่อสารข้อมูลสุขภาพ (4) การจัดการตนเอง (5) การรู้เท่าทันสื่อ และ (6) การตัดสินใจ
2. เพื่อศึกษาระดับความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ใช้แนวคิดความรู้ด้านสุขภาพของ Nutbeam (2008) ซึ่งกล่าวถึงความรู้ด้านสุขภาพว่าหมายถึง ความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางสังคมที่กำหนดแรงจูงใจและความสามารถเฉพาะบุคคลในการเข้าถึง ทำความเข้าใจ และใช้ข้อมูลเพื่อให้เกิดสุขภาพที่ดี จำแนกตามองค์ประกอบความรู้ด้านสุขภาพ (Health Education Division, 2010) ประกอบด้วย 6 ด้านได้แก่ (1) การเข้าถึงข้อมูล (access) (2) ความรู้ ความเข้าใจ (cognitive) (3) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) (4) การจัดการตนเอง (self-management) (5) การรู้เท่าทันสื่อ

(media literacy) และ (6) การตัดสินใจ (decision skill) มีการจำแนกระดับการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพเป็น 3 ระดับ คือ ความรู้ด้านสุขภาพขั้นพื้นฐาน (functional health literacy) ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานด้านการฟัง พูด อ่าน และเขียนที่จำเป็นต่อความเข้าใจและการปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวัน ความรู้ด้านสุขภาพขั้นการมีปฏิสัมพันธ์ (interactive health literacy) เป็นทักษะพื้นฐานและพุทธิปัญญาและทักษะทางสังคมที่ใช้ในการเข้าร่วมกิจกรรมการประยุกต์ใช้ข้อมูลข่าวสารใหม่ ๆ เพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม และ ความรู้ด้านสุขภาพขั้นวิจารณ์ญาณ (critical health literacy) เป็นทักษะทางปัญญาและสังคมขั้นสูง สามารถประยุกต์ข้อมูลในการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ โดยเป็นแนวคิดที่พัฒนาจากการดูแลรักษาทางคลินิกและการพัฒนาสุขภาพของประชาชนเพื่อสะท้อนให้เห็นความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ส่งผลให้บุคคลมีการควบคุมสุขภาพและปรับเปลี่ยนปัจจัยที่ส่งผลให้มีสุขภาพที่ดีขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยนำแนวคิดความรู้ด้านสุขภาพของ Nutbeam (2008) มาใช้เป็นกรอบในการศึกษาความรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง เพื่อให้เกิดผลลัพธ์การพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพ ในการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรค มีมาตรฐานในการดูแลตนเอง เพิ่มความสามารถในการปฏิบัติตนอย่างเหมาะสมกับโรค ซึ่งความรู้ด้านสุขภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสามารถจัดการตนเองด้านสุขภาพได้ หรือสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมได้ (European Health Literacy Consortium, 2012) และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหากมีความรู้ด้านสุขภาพต่ำก็จะส่งผลต่อสุขภาพทำให้มีการเพิ่มอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลบ่อยขึ้น โดยเฉพาะการใช้บริการฉุกเฉิน และมีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นได้ ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาความรู้ด้านสุขภาพตามองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน คือ (1) การเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพในการป้องกันโรคและภาวะแทรกซ้อน (access) (2) ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพและการป้องกันโรคเรื้อรัง (cognitive) (3) การสื่อสารข้อมูลสุขภาพ (communication skill)

(4) การจัดการตนเองในการควบคุมและป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากโรคเรื้อรัง (self-management) (5) การรู้เท่าทันสื่อด้านสุขภาพ (media literacy) และ (6) การตัดสินใจในการปฏิบัติเพื่อควบคุมและป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรค (decision skill) เพื่อประเมินความรอบรู้ของผู้สูงอายุในแต่ละองค์ประกอบในการดูแลสุขภาพ และจำแนกความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยเรื้อรังในการดูแลสุขภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ ความรอบรู้ด้านสุขภาพขั้นพื้นฐาน ความรอบรู้ทางสุขภาพขั้นการมีปฏิสัมพันธ์ และความรอบรู้ด้านสุขภาพขั้นวิจารณ์ เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังไปจัดประเภทบริการหรือกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพให้เหมาะสมตามระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังต่อไป

สมมติฐานการวิจัย

1. ความรอบรู้ด้านสุขภาพแต่ละองค์ประกอบของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง อยู่ในระดับปานกลาง
2. ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรังอยู่ในระดับพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (descriptive research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาครั้งนี้คือ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่เจ็บป่วยเป็นโรคเรื้อรังอย่างน้อย 1 โรค (กลุ่มโรคติดต่อไม่เรื้อรังกลุ่ม NCD) ทั้งเพศชายและเพศหญิง ซึ่งอาศัยอยู่ในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 2,200 คน โดยกำหนดเกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) คือ (1) สามารถเข้าใจ

และสื่อสารด้วยภาษาไทย โดยประเมินจากแบบคัดกรองภาวะสมองเสื่อมตามแบบประเมินสมรรถภาพสมองของไทย (Mental State Examination--MMSE-Thai 2002) มีคะแนนมากกว่า 23 คะแนน (2) คัดกรองแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันขั้นพื้นฐานดัชนีบาร์เทิลฉบับภาษาไทย (ADL) ได้คะแนนมากกว่า 12 ขึ้นไป และ (3) ยินดีให้ความร่วมมือ กำหนดคุณสมบัติเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ ผู้สูงอายุโรคเรื้อรังไม่อยู่บ้านในขณะเก็บข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่เจ็บป่วยเป็นโรคเรื้อรังอย่างน้อย 1 โรคทั้งเพศชายและเพศหญิง อาศัยอยู่ในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอเมือง จังหวัดตรัง คัดเลือกตามคุณสมบัติที่กำหนด

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ใช้ตารางการประมาณค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie and Morgan (1970) กำหนดขนาดความเชื่อมั่นที่ 95 % ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 327 คน

การสุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) คือ ใช้วิธีการสุ่มแต่ละตำบลในเขตอำเภอเมืองโดยใช้เกณฑ์หน่วยบริการสุขภาพ คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล ในเขตอำเภอเมือง จำนวนทั้งหมด 14 แห่ง สุ่มตามขนาดใหญ่:กลาง:เล็กตามสัดส่วนได้ 1:2:1 หลังจากนั้นสุ่มอย่างง่ายโดยจับสลาก ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 4 แห่ง และหาขนาดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโดยใช้อัตราส่วนตามจำนวนประชากร คิดเทียบสัดส่วนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งผู้วิจัยอ่านข้อความแต่ละข้อตามลำดับและให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตอบ ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ลักษณะครอบครัว อาชีพในปัจจุบัน รายได้ และโรคเรื้อรัง ข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบและเติมคำตอบ จำนวน 8 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพ ผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) จำแนกตามองค์ประกอบของ Health Education Division (2010) จำนวน 38 ข้อ ประกอบด้วย 6 ด้าน คือ ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ด้านการจัดการตนเอง ด้านการรู้เท่าทันสื่อ และด้านการสื่อสาร ข้อคำถามด้านละ 5-6 ข้อ รวม 21 ข้อ ลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน คือไม่ได้ปฏิบัติ ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และปฏิบัติ ทุกครั้ง ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพและการป้องกันโรค จำนวน 12 ข้อ ลักษณะคำถามมี 3 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน และด้านการตัดสินใจ จำนวน 5 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบสถานการณ์สั้น ๆ มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยให้คะแนนตามการให้เหตุผลในคำถามแต่ละข้อ คะแนนตั้งแต่ 1-4 คะแนน คือ ความรู้ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ และแสดงทางเลือก คะแนนรวมทั้งหมด 20 คะแนน

การแปลผลคะแนน

1. ระดับความรู้ด้านสุขภาพในแต่ละองค์ประกอบ จำแนกเป็น 3 ระดับตามเกณฑ์ระดับการเรียนรู้ คือ ค่าเฉลี่ย $< 60\%$ ของคะแนนเต็มอยู่ในระดับต่ำ ค่าเฉลี่ย $60\% - < 80\%$ ของคะแนนเต็มอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย $\geq 80\%$ ของคะแนนเต็มอยู่ในระดับสูง

2. การจำแนกระดับความรู้ด้านสุขภาพ จำแนกตามแบบวัดของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) ซึ่งเป็นแบบวัดที่พัฒนาโดยใช้เทคนิคเดลฟายในการวัดความฉลาดทางสุขภาพของ

ผู้สูงอายุ โดยข้อคำถามทุกด้านแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

-ระดับพื้นฐาน หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนในข้อคำถามระดับพื้นฐานร้อยละ 50 ขึ้นไป

-ระดับปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนเต็มในข้อคำถามระดับพื้นฐาน และได้คะแนนในข้อคำถามระดับปฏิสัมพันธ์ร้อยละ 50 ขึ้นไป

-ระดับวิจารณ์ญาณ หมายถึง ผู้ที่ได้คะแนนเต็มในข้อคำถามระดับพื้นฐานและระดับปฏิสัมพันธ์ และได้คะแนนในข้อคำถามระดับวิจารณ์ญาณร้อยละ 50 ขึ้นไป

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. แบบสอบถามความรู้ด้านสุขภาพที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบวัดของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการวิจัยความรู้ด้านสุขภาพด้านการพยาบาลผู้สูงอายุ และด้านการพยาบาลอนามัยชุมชน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index--CVI) เท่ากับ 0.91

2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามทุกชุดไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา คือ ผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรังจำนวน 30 คน ตำบลนาบินหลา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้านความรู้ความเข้าใจ โดยใช้ KR20 เท่ากับ 0.75 และ แบบสอบถามด้านอื่น ๆ อีก 5 ด้าน ทดสอบโดยใช้ Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่นโดยรวม เท่ากับ .84

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างเป็นหลัก โดยโครงร่างวิจัยและเครื่องมือวิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ตรัง ตามหมายเลข 8/2560 ลงวันที่ 27 มิถุนายน 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำหนังสือจากวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ตรังเพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยถึงสาธารณสุข

อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ผ่านผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์และขอความร่วมมือในการทำวิจัย

2. คัดเลือกผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 ท่าน โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้ (1) เข้าร่วมโครงการด้วยความสมัครใจ (2) เป็นอาสาสมัครสาธารณสุขซึ่งรับผิดชอบชุมชนในเขตความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 1 ปี (3) สามารถอ่านออกเขียนได้ ซึ่งผู้วิจัยมีการเตรียมความพร้อมของผู้ช่วยวิจัย โดยชี้แจงขั้นตอนต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ผู้วิจัยสาธิตขั้นตอนการเก็บข้อมูลวิจัยและให้ผู้ช่วยวิจัยสาธิตการเก็บข้อมูลให้ผู้วิจัยดูก่อนไปเก็บในพื้นที่จริง โดยผู้ช่วยวิจัยจะลงพื้นที่ใช้กันคือไม่ได้ลงในพื้นที่ ที่ตนเองรับผิดชอบเพื่อป้องกันการอคติของข้อมูลและการมีส่วนร่วมได้ส่วนเสียในการตอบคำถามจากกลุ่มตัวอย่าง

3. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามคุณสมบัติ และเข้าพบกลุ่มตัวอย่างที่บ้าน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย และให้การพิทักษ์สิทธิก่อนทำการเก็บข้อมูล โดยอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงสิทธิในการตอบรับหรือปฏิเสธและสามารถยกเลิกการเข้าร่วมวิจัยได้ตามความต้องการ เมื่อได้รับอนุญาตจึงเริ่มทำการเก็บข้อมูล โดยการอ่านข้อความแต่ละข้อในแบบสอบถามและให้กลุ่มตัวอย่างตอบตามแบบสอบถามที่เตรียมไว้ทีละข้อและบันทึกคำตอบโดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 20-30 นาที

4. ตรวจสอบคำถามให้สมบูรณ์ ถ้าพบข้อมูล ไม่ครบถ้วนก็ขอความร่วมมือในการสัมภาษณ์เพิ่มเติม จนครบทุกข้อแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลความรู้ด้านสุขภาพ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่เก็บรวบรวมได้มีจำนวน 327 คน ส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 72.24 ปี (SD=8.03) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปี คิดเป็นร้อยละ 41.90 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70.64 และมีสถานภาพคู่ ร้อยละ 61.77 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 88.07 ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวขยาย ร้อยละ 58.72 ปัจจุบันไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 51.68 รายได้อยู่ในช่วง 1,001-5,000 บาท/เดือน ร้อยละ 51.99 และมีโรคประจำตัว คือ เบาหวาน ร้อยละ 64.25

2. ความรอบรู้ด้านสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามองค์ประกอบ

2.1 ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพ และการป้องกันโรค พบว่า หัวข้อที่ตอบถูกมากที่สุด คือ ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังควรพักอยู่ชั้นล่างของบ้านเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและการล้มจากการขึ้นลงบันได ร้อยละ 97.55 รองลงมา คือ เนื้อสัตว์ประเภทปลา เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังมากที่สุด เพราะย่อยง่ายและมีคุณค่าทางอาหารสูง ร้อยละ 96.64 ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1

จำนวนและร้อยละของความรอบรู้ด้านสุขภาพตามองค์ประกอบความรู้ความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกเป็นรายข้อ (n=327)

ด้านความรู้ความเข้าใจ	ถูกต้อง จำนวน(ร้อยละ)	ไม่ถูกต้อง จำนวน(ร้อยละ)
1. เนื้อสัตว์ประเภทปลา เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังมากที่สุด เพราะ ย่อยง่าย	316 (96.64)	11 (3.36)
2. ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังควรนอนหลับพักผ่อนอย่างน้อยวันละ 4 ชั่วโมง	141 (43.12)	186 (56.88)
3. ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังทุกคน ควรตรวจสุขภาพเป็นประจำทุกปี	308 (94.19)	19 (5.81)
4. ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น ทำงานบ้าน หากทำต่อเนื่องมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง ถือ เป็นการออกกำลังกายอย่างหนึ่ง	98 (29.97)	229 (70.03)
5. ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังควรพักอยู่ชั้นล่างของบ้านเพื่อป้องกันการเกิด อุบัติเหตุและการลื่นล้มจากการขึ้นลงบันได	319 (97.55)	8 (2.45)
6. ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังที่มีอาการเวียนศีรษะ ควรลุกเดินทันที เพื่อให้ อาการทุเลา	291 (88.99)	36 (11.01)
7. ผู้สูงอายุที่อ้วน มีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคเบา หวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือดโรคหลอดเลือดสมอง	287 (87.77)	40 (12.23)
8. ผู้สูงอายุที่เครียด วิตกกังวล มีภาวะซึมเศร้า จะส่งผลให้นอนหลับง่าย	246 (75.23)	81 (24.77)
9. ผู้สูงอายุที่ดื่มสุราเป็นประจำ จะทำให้เสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอด มากกว่าผู้ที่ไม่ดื่ม	65 (19.88)	262 (80.12)
10. การกินผัก ผลไม้ และการดื่มน้ำมาก ๆ ช่วยลดอาการท้องผูกและ ทำให้ร่างกายสดชื่น	308 (94.19)	19 (5.81)
11. การดื่มน้ำมากกว่าวันละ 8 แก้ว จะทำให้ปัสสาวะสีเหลืองเข้ม	272 (83.18)	55 (16.82)
12. ยาแก้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ควรกินตอนท้องว่าง	276 (84.40)	51 (15.60)

2.2 ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ พบว่า หัวข้อ
เกี่ยวกับการนำข้อมูลการดูแลสุขภาพที่ได้ และนำมาปรับ
เปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ มีระดับการปฏิบัติทุกครั้งมาก
ที่สุด ร้อยละ 46.48 รองลงมาคือหัวข้อ เมื่อต้องการข้อมูล
เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ สามารถค้นหาหรือสอบถามจากผู้
จนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ร้อยละ 41.28 ดังแสดงในตาราง 2

2.3 ด้านการสื่อสารข้อมูลสุขภาพ พบว่าหัวข้อ
ที่มีระดับการปฏิบัติมากที่สุด คือ ท่านฟังคำแนะนำเรื่อง
สุขภาพแล้วเข้าใจดี ร้อยละ 70.64 รองลงมาคือ ท่านอ่าน
เอกสารแนะนำเรื่องการดูแลสุขภาพ แล้วเข้าใจดี ร้อยละ
60.86 องค์ประกอบ ดังแสดงในตาราง 2

2.4 ด้านการจัดการตนเอง พบว่า หัวข้อที่มีระดับการปฏิบัติมากที่สุด คือ ท่านได้กำหนดเป้าหมายเรื่องการดูแลสุขภาพตนเอง เช่น การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 46.79 รองลงมา คือ ท่านได้วางแผนเรื่องการดูแลสุขภาพตนเองภายในระยะเวลา 1–3 เดือน เช่น การออกกำลังกายครั้งละ 30 นาทีอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 46.48 ดังแสดงในตาราง 2

2.5 ด้านการรู้เท่าทันสื่อ พบว่า หัวข้อที่ระดับการปฏิบัติมากที่สุด คือ ท่านเชื่อโฆษณาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สุขภาพตัวอย่าง เช่น อาหารเสริมที่สื่อนำเสนอ ร้อยละ 70.64 รองลงมาคือ หากคิดว่าข้อมูลจากสื่อเกี่ยวกับสุขภาพนั้นถูกต้อง ท่านแนะนำข้อมูลทางสุขภาพแก่คนรอบข้างจากสื่อที่มีความถูกต้อง ร้อยละ 25.08 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2

จำนวนและร้อยละของระดับความสามารถตามองค์ประกอบความรู้ด้านสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง (n=327)

องค์ประกอบความรู้ด้านสุขภาพ	ระดับความสามารถ		
	ทำได้ทุกครั้ง	ทำได้บางครั้ง	ทำไม่ได้เลย
	จำนวน(ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)
ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ			
1. เมื่อต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ท่านสามารถค้นหาหรือเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ทันที	123 (37.61)	144 (44.04)	60 (18.35)
2. เมื่อต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ท่านสามารถค้นหาข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง	127 (38.84)	143 (43.73)	57 (17.43)
3. เมื่อต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ท่านสามารถค้นหาหรือสอบถามจากผู้รู้จนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง	135 (41.28)	166 (50.76)	26 (7.95)
4. ท่านนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบกับผู้รู้ หรือตำราจนข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ	128 (39.14)	167 (51.07)	32 (9.79)
5. ท่านนำข้อมูลการดูแลสุขภาพที่ได้และนำมาปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ	152 (46.48)	156 (47.71)	19 (5.81)
ด้านการสื่อสารข้อมูลสุขภาพ			
1. ท่านอ่านเอกสารการแนะนำเรื่องการดูแลสุขภาพของท่าน แล้วเข้าใจดี	199 (60.86)	108 (33.02)	20 (6.12)
2. ท่านฟังคำแนะนำเรื่องสุขภาพแล้วเข้าใจดี	231 (70.64)	88 (26.91)	8 (2.45)
3. ท่านต้องขอความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น เพื่อทำความเข้าใจสื่อสุขภาพ	98 (29.97)	141 (43.12)	88 (26.91)
4. ท่านได้บอกต่อ/แนะนำบุคคลอื่นเรื่องการปฏิบัติตัวเพื่อดูแลสุขภาพให้ดีขึ้น	145 (44.34)	147 (44.95)	35 (10.70)
5. ท่านสามารถโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับข้อมูลการดูแลสุขภาพที่ถูกต้อง	137 (41.90)	145 (44.34)	45 (13.76)
6. ท่านได้ชักชวนให้ผู้อื่นทำตาม/เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพให้ดีขึ้น	142 (43.43)	146 (44.65)	39 (11.93)

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบความรู้ด้านสุขภาพ	ระดับความสามารถ		
	ทำได้ทุกครั้ง จำนวน(ร้อยละ)	ทำได้บางครั้ง จำนวน(ร้อยละ)	ทำไม่ได้เลย จำนวน(ร้อยละ)
ด้านการจัดการตนเอง			
1. ท่านได้กำหนดเป้าหมายการดูแลตนเอง เช่น การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ	153 (46.79)	152 (46.48)	22 (6.73)
2. ท่านได้วางแผนเรื่องการดูแลสุขภาพตนเองภายในระยะเวลา 1-3 เดือน เช่น การออกกำลังกายครั้งละ 30 นาที อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์	152 (46.48)	147 (44.95)	28 (8.56)
3. ท่านสามารถทำตามแผนการดูแลสุขภาพที่วางไว้	145 (44.34)	159 (48.63)	23 (7.03)
4. ท่านได้ทบทวนการดูแลสุขภาพที่ทำไปว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้	145 (44.35)	152 (46.48)	30 (9.17)
5. หลังจากทบทวนท่านได้ปรับเปลี่ยนวิธีการดูแลสุขภาพให้ดีขึ้น	147 (44.95)	149 (45.59)	31 (9.48)
ด้านความรู้เท่าทันสื่อ			
1. ท่านเชื่อโฆษณาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น อาหารเสริมที่สื่อนำเสนอ	231 (70.64)	85 (25.99)	11 (3.37)
2. ท่านนำข้อมูลที่สื่อนำเสนอเกี่ยวกับสุขภาพมาตรวจสอบกับผู้รู้หรือตำรา	61 (18.65)	205 (62.69)	61 (18.66)
3. ท่านเปรียบเทียบเนื้อหา/ข้อมูลที่สื่อนำเสนอเกี่ยวกับสุขภาพในเรื่องเดียวกันจากหลาย ๆ สื่อ	65 (19.88)	207 (63.30)	55 (16.82)
4. หากท่านคิดว่าข้อมูลจากสื่อเกี่ยวกับสุขภาพนั้นถูกต้อง ท่านนำข้อมูลจากสื่อที่คิดว่าถูกต้องมาปฏิบัติต่อตนเอง	81 (24.77)	227 (69.42)	19 (5.81)
5. หากคิดว่าข้อมูลจากสื่อเกี่ยวกับสุขภาพนั้นถูกต้อง ท่านแนะนำข้อมูลทางสุขภาพแก่คนรอบข้างจากสื่อที่มีความถูกต้อง	82 (25.08)	207 (63.30)	38 (11.62)

2.6 องค์ประกอบความรู้ ด้านสุขภาพ
ด้านการตัดสินใจ หัวข้อที่มีการเสนอทางเลือกมากที่สุด

คือ หัวข้อการตัดสินใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสม ร้อยละ 17.12 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

จำนวนและร้อยละขององค์ประกอบความรอบรู้ด้านสุขภาพด้านการตัดสินใจของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง (n=327)

ด้านการตัดสินใจ	แสดงทางเลือก	การเปรียบเทียบ	การวิเคราะห์	ความรู้ความเข้าใจ
	จำนวน(ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)	จำนวน(ร้อยละ)
1. ถ้าท่านเป็นเบาหวาน ท่านจะเลือกกินอาหารใดต่อไปนี เพราะอะไร	12 (3.67)	164 (50.15)	118 (36.09)	33 (10.09)
2. ถ้าท่านเป็นความดันโลหิตสูง ท่านจะเลือกกินอาหารใดต่อไปนี เพราะอะไร	15 (4.59)	246 (75.23)	57 (17.43)	9 (2.75)
3. ถ้าท่านปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ท่านจะทำอย่างไร เพราะอะไร	32 (9.79)	182 (55.66)	30 (9.17)	83 (25.38)
4. ถ้าท่านเวียนศีรษะเป็นประจำ ท่านจะเลือกออกกำลังกายด้วยวิธีใดต่อไปนี เพราะเหตุใด	6 (1.83)	235 (71.87)	68 (20.80)	18 (5.50)
5. หากท่านจะตัดสินใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสม ท่านจะตัดสินใจโดยพิจารณาจากข้อใด	56 (17.12)	161 (49.24)	93 (28.44)	17 (5.20)

3. ข้อมูลความรอบรู้ด้านสุขภาพในแต่ละองค์ประกอบของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง พบว่า ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการสื่อสาร และด้านการจัดการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ =6.44, SD=2.94; $\bar{X}$ =8.95, SD=1.53; $\bar{X}$ =8.20, SD=2.46 และ $\bar{X}$ =6.87, SD=2.88 ตามลำดับ) ด้านการรู้เท่าทันสื่อและด้านการตัดสินใจ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X}$ =5.87, SD=2.98 และ $\bar{X}$ =8.29, SD=2.10) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความรอบรู้ด้านสุขภาพในแต่ละองค์ประกอบของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง (n=327)

องค์ประกอบความรอบรู้ด้านสุขภาพ	คะแนนที่เป็นไปได้	คะแนนจริง	Mean	SD	ระดับ
ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ	0-10	0-10	6.44	2.94	ปานกลาง
ด้านความรู้ความเข้าใจ	0-12	3-12	8.95	1.53	ปานกลาง
ด้านการสื่อสาร	0-12	1-12	8.20	2.46	ปานกลาง
ด้านการจัดการ	0-10	0-10	6.87	2.88	ปานกลาง
ด้านการรู้เท่าทันสื่อ	0-10	0-10	5.87	2.98	ต่ำ
ด้านการตัดสินใจ	1-20	1-14	8.29	2.10	ต่ำ

4. ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับพื้นฐาน จำนวน 296 คน

ร้อยละ 90.52 ระดับปฏิสัมพันธ์ จำนวน 31 คน ร้อยละ 9.48 และไม่พบในระดับวิจารณ์ญาณ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5

ระดับความรอบรู้ทางสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง (n=327)

ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพ	เพศ		อายุ (ปี)			ระดับการศึกษา			จำนวนรวม (ร้อยละ)
	ชาย	หญิง	60-69	70-79	80 ปีขึ้นไป	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	ปริญญาตรี	
ระดับพื้นฐาน	88 (29.73)	208 (70.27)	130 (43.92)	101 (34.12)	65 (21.96)	273 (92.23)	23 (7.77)	0	296 (90.52)
ระดับปฏิสัมพันธ์	5 (16.13)	26 (83.87)	10 (32.26)	21 (67.74)	0	26 (83.87)	3 (9.68)	2 (6.45)	31 (9.48)
ระดับวิจารณ์ญาณ	0	0	0	0	0	0	0	0	0

การอภิปรายผล

จากการศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง ในแต่ละองค์ประกอบพบว่า ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการสื่อสาร และด้านการจัดการตนเองด้านสุขภาพ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=6.44$, $SD=2.94$; $\bar{X}=8.95$, $SD=1.53$; $\bar{X}=8.20$, $SD=2.46$ และ $\bar{X}=6.87$, $SD=2.88$ ตามลำดับ) จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุโรคเรื้อรังมีอายุเฉลี่ย 72.24 ปี ถือได้ว่าเป็นผู้สูงอายุระยะกลาง ซึ่งอาจมีข้อจำกัดของความเสื่อมถอยของระบบร่างกายเมื่อเข้าสู่ผู้สูงอายุ โดยเฉพาะประสาทสัมผัสต่าง ๆ ส่งผลให้มีข้อจำกัดในการค้นหาข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง หรือเมื่อต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ไม่สามารถสืบค้นได้ทันที จากการวิจัยพบว่าการปฏิบัติเป็นประจำน้อยที่สุด ร้อยละ 37.61 แต่จะมีการสอบถามจากผู้รู้ซึ่งมีการปฏิบัติเป็นบางครั้ง ร้อยละ 51.07 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suksri and Settheetham (2017) พบว่าความรอบรู้ด้านสุขภาพด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากความสามารถในการอ่าน และทำความเข้าใจกับข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุลดลงตามวัย (Kobayashi,

Smith, O'Connor, Curtis, Park & Von Wagner, 2015) รวมทั้งประสิทธิภาพในการได้ยิน และการใช้สายตาด้วยกว่าปกติ หลงลืมง่าย เป็นต้น จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มักจะยึดติดกับความคิดและเหตุผลของตนเอง เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ยาก (Kaeodumkoeng & Thummakul, 2015) จึงส่งผลให้มีความรู้ความเข้าใจด้านสุขภาพอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน และถึงแม้ว่ากลุ่มวัยผู้สูงอายุโรคเรื้อรังจะมีการรวมตัวพบปะกันเมื่อมารับบริการที่สถานบริการตามนัดเป็นประจำทุก 1-3 เดือน แต่การชักชวนให้ผู้อื่นทำตาม หรือยอมรับข้อมูลการดูแลสุขภาพ รวมทั้งการบอกต่อ แนะนำบุคคลอื่นเรื่องการปฏิบัติตัวเพื่อดูแลสุขภาพให้ดีขึ้นยังมีการปฏิบัติเป็นบางครั้ง ส่วนใหญ่มีทักษะการปฏิบัติเกี่ยวกับการฟังการแนะนำด้านสุขภาพมากที่สุด ร้อยละ 70.64 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaeodumkoeng and Thummakul (2015) พบว่าผู้สูงอายุมีลักษณะที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ เช่น ไม่ชอบซักถาม ไม่ค่อยช่างสังเกต สรุปประเด็นไม่ได้หรือเล่าลำดับความไม่ถูก เป็นต้น รวมทั้งไม่กล้าร้องขอข้อมูลทางด้านสุขภาพเพิ่มเติม ทำให้ทักษะด้านการสื่อสารอยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้งทักษะการจัดการตนเองด้านสุขภาพ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีการกำหนดเป้าหมายในการดูแลสุขภาพตนเอง แต่การทำตามแผนที่วางไว้มีการปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ เช่น การวางแผนในการออกกำลังกายครั้งละ 30 นาที อย่างน้อย 3 วัน ต่อ

สัปดาห์ มีการปฏิบัติเป็นบางครั้งร้อยละ 46.49 จึงส่งผลให้การจัดการตนเองอยู่ในระดับปานกลางซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suksri and Settheetham (2017) พบว่าความรอบรู้ด้านสุขภาพด้านการจัดการตนเองสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ส่วนองค์ประกอบด้านรู้เท่าทันสื่อและด้านการตัดสินใจ อยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X}=5.87$, $SD=2.98$ และ $\bar{X}=8.29$, $SD=2.10$) ทั้งนี้อภิปรายได้ว่า ผู้สูงอายุเป็นกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายในทางที่เสื่อมถอยลงตามวัย เป็นกลุ่มที่มีข้อจำกัดในด้านศักยภาพการเรียนรู้ เช่น ระดับความสามารถในการอ่าน ประสิทธิภาพในการได้ยินและการใช้สายตาต่ำกว่าปกติ หลงลืมง่าย เป็นต้น การใช้ทักษะในการคิด ทำความเข้าใจ วิเคราะห์ วิพากษ์เนื้อหาสาระหรือสิ่งที่สื่อนำเสนอ และสามารถตีความเนื้อหาที่แฝงในสื่อ ประเมินตัดสินคุณค่าในสิ่งที่สื่อนำเสนอได้น้อย จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุโรคเรื้อรังมีการนำเนื้อหาหรือข้อมูลด้านสุขภาพมาตรวจสอบกับผู้รู้ และมีการเปรียบเทียบข้อมูลจากหลาย ๆ สื่อ มีการปฏิบัติเป็นประจำในระดับน้อย แต่จะมีการปฏิบัติเกี่ยวกับความเชื่อจากโฆษณาผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น อาหารเสริมมากที่สุด ร้อยละ 70.64 ทำให้มีแนวโน้มที่จะถูกชักจูงได้ง่ายจากโฆษณาชวนเชื่อของสื่อต่าง ๆ อยู่เสมอ สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าผู้สูงอายุเป็นกลุ่มเป้าหมายสำคัญของกลยุทธ์การโฆษณาชวนเชื่อของธุรกิจสินค้าต่าง ๆ อยู่เสมอ และมีแนวโน้มจะถูกชักจูงได้ง่าย (Kaeodumkoeng & Thummakul, 2015) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Ketsuwan (2018) พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุจะยอมรับสารได้ง่ายเมื่อมีการยอมรับและศรัทธาในผู้ส่งสาร แต่มีข้อจำกัดในทักษะการรู้เท่าทันสื่อทุกด้าน ได้แก่ การเข้าถึงเนื้อหาสาระ การสร้างสรรค์ การมีส่วนร่วม การวิเคราะห์ และการประเมินเนื้อหาสาระ เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Khongjaroen and Nakaphong (2018) พบว่าด้านการรู้เท่าทันสื่อของผู้สูงอายุมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด รวมทั้งทักษะด้านการตัดสินใจ ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์ ในการเลือกอย่างมีเหตุผลจากทางเลือกที่มีอยู่ ก็จะส่งผลให้ขาดการตัดสินใจในการเชื่อมโยงกับข้อมูลต่าง ๆ จัดเป็นกลุ่มเสี่ยงที่อาจจะยอมรับหรือหลงเชื่อบุคคลที่ไว้ใจหรือแหล่งข้อมูลที่ใกล้ชิดได้ง่าย ทำให้ขาดความสามารถในการกลั่น

กรองส่งผลให้มีการตัดสินใจผิดพลาดได้

2. ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังอำเภอเมือง จังหวัดตรังพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพื้นฐาน ร้อยละ 90.52 ระดับปฏิสัมพันธ์ ร้อยละ 9.48 และไม่พบในระดับวิจารณ์ญาณ ทั้งนี้อภิปรายได้ว่าจากข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบของความรอบรู้ด้านสุขภาพพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติในระดับพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่ทั้งการเลือกแหล่งข้อมูลสุขภาพ การรู้วิธีการในการค้นหา มีการรู้และการจำประเด็นสำคัญในการปฏิบัติตัวเพื่อให้สุขภาพดี มีความสามารถในการสื่อสารโดยการพูด อ่าน เขียนข้อมูล หลีกเลี่ยงการปฏิบัติที่ส่งผลไม่ดีต่อสุขภาพได้ แต่ยังคงขาดความสามารถในระดับปฏิสัมพันธ์ คือ การค้นหาข้อมูลสุขภาพที่ถูกต้องและทันสมัย และไม่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้บุคคลอื่นเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวที่เหมาะสม ไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลหรือจัดการตนเองตามแผนที่กำหนดไว้ได้ รวมทั้งยังขาดทักษะในระดับวิจารณ์ญาณในการตรวจสอบข้อมูลจากหลายแหล่งจนข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์เปรียบเทียบอย่างมีเหตุผล ไม่สามารถโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับ หรือแสดงทางเลือกที่ผ่านการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งไม่สามารถปรับเปลี่ยนวิธีปฏิบัติเพื่อให้ตนเองมีสุขภาพที่ดีได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มียุคคะแนนอยู่ในระดับพื้นฐาน ร้อยละ 99.5 และมีคะแนนความฉลาดทางสุขภาพในระดับปฏิสัมพันธ์ ร้อยละ 0.5 และการศึกษาของ Khongjaroen and Nakaphong (2018) พบว่า ผู้สูงอายุในจังหวัดพะเยามีความฉลาดทางสุขภาพอยู่ในระดับพื้นฐาน ส่วนน้อยที่มีความฉลาดทางสุขภาพขั้นการมีปฏิสัมพันธ์และขั้นวิจารณ์ญาณ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 88.07 สอดคล้องกับการศึกษาของ Nilnate, Hengpraprom and Hanvoravongchai (2016) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา จะมีความฉลาดทางด้านสุขภาพต่ำด้วย และการศึกษาของ Srithanee (2017) พบว่า ผู้มีระดับการศึกษาค่อนข้างต่ำ คือ จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 85.3 ทำให้มีความฉลาดทางด้านสุขภาพต่ำ เนื่องจากการรู้หนังสือน้อยหรือมีระดับการรู้หนังสือต่ำ จะส่งผลโดยตรงและทางอ้อมต่อสภาวะสุขภาพ เนื่องมาจากการอ่านออกเขียน

ได้ ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ดีขึ้น มีความสามารถที่จะค้นหาหรือแสวงหาข้อมูล ทำให้สามารถเข้าถึง เข้าใจ ข้อมูลด้านสุขภาพ ส่งผลให้มีความสามารถในการป้องกันโรคได้มากขึ้น (Khongjaroen & Nakaphong, 2018) และการศึกษาของ Bostock and Steptoe (2012) พบว่า ผู้สูงอายุมีความยากลำบากในการอ่านและเข้าใจข้อมูลพื้นฐานทางด้านสุขภาพจะส่งผลต่อความรอบรู้ด้านสุขภาพให้มีระดับต่ำไปด้วย รวมทั้งการศึกษาของ Sonsuk and Khamwong (2018) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ยที่ค่อนข้างมาก ซึ่งมักมีความยากลำบากในการฟัง ดู พูด อ่าน เขียน คำนวณ และการจัดการสุขภาพของตนเอง จึงส่งผลให้มีความรอบรู้ด้านสุขภาพอยู่ในขั้นพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งความรอบรู้ด้านสุขภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังไม่สามารถจัดการตนเองด้านสุขภาพได้ หรือไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมได้ (European Health Literacy Consortium, 2012) และส่งผลต่อการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งจากการศึกษาของ Khongjaroen and Nakaphong (2018) พบว่ากลุ่มที่มีความรอบรู้ด้านสุขภาพต่ำ มีพฤติกรรมการออกกำลังกายต่ำด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาพบว่าความรู้เท่าทันสื่อและการตัดสินใจด้านสุขภาพ เป็นองค์ประกอบความรอบรู้ด้านสุขภาพที่อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นกลุ่มบุคลากรด้านสุขภาพซึ่งมีส่วนสำคัญในการให้บริการด้านสุขภาพ ควรมีการเพิ่มช่องทางและฝึกฝนทักษะการรู้เท่าทันสื่อและทักษะด้านการตัดสินใจด้านสุขภาพ เพื่อให้ผู้สูงอายุได้เรียนรู้ วิธีการตรวจสอบเนื้อหา ข้อมูลข่าวสาร และความรู้ที่ไม่ถูกต้องจากแหล่งข้อมูลด้านสุขภาพที่มีความน่าเชื่อถือได้

2. จากการศึกษาพบว่าระดับความรอบรู้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพื้นฐาน ดังนั้นควรจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้สูงอายุโรคเรื้อรังได้เพิ่มทักษะด้านการซักถาม ใ้ถามข้อมูลด้านสุขภาพของตนเอง เพื่อเพิ่มระดับความรอบรู้ด้านปฏิสัมพันธ์ และเพิ่มทักษะการตัดสินใจโดยให้ผู้สูงอายุโรคเรื้อรังเลือกแนวปฏิบัติด้านสุขภาพและอธิบายเหตุผลเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ตนเองเลือกได้ เพื่อสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมต่อไป เป็นการเพิ่มระดับความรอบรู้ในด้านวิจารณญาณ



References

- Berkman, N. D., Sheridan, S. L., Donahue, K. E., Halpern, D. J., & Crotty, K. (2011). Low health literacy and health outcomes: An updated systematic review. *Ann International Medical*, 155(2), 97-107.
- Bostock, S., & Steptoe, A. (2012). Association between low functional health literacy and mortality in older adults: Longitudinal cohort study. *British Medical Journal*, 334, e1602. Doi: 10.1136/bmj.e1602.
- HLS-EU Consortium. (2012). *Comparative report of health literacy in eight EU member states. The European health literacy survey HLS-EU (second revised and extended version)*. Retired from [HTTP://WWW.HEALTH-LITERACY.EU](http://www.health-literacy.eu).

- Health Education Division, Department of Health Service Support. (2010). *The project of study and development of knowledge on health literacy in order to create wisdom and health for people, fiscal year 2010-2011*. Bangkok: Department of Health Service Support (in Thai)
- Kaeodumkoeng, K., & Thummakul, D. (2015). Health literacy promoting in aging population. *Journal of health science research*, 9(2), 1-8. (in Thai)
- Khongjaroen, P. K. & Nakaphong, N. (2018). The surveys on strengthening intelligence needs and self-help of the elderlies in Phayao Province. *VRU research and development Journal Humanities and Social Science*, 13(3), 31-40. (in Thai).
- Ketsuwan, N. (2018). The increasing of communication proficiency to promote the media literacy in the elderly, Chiang Kum District, Phayao Province. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11(1), 523-539. (in Thai)
- Kobayashi, L. C., Smith, S. G., O'Connor, R., Curtis, L. M., Park, D., & von Wagner, C. (2015). The role of cognitive function in relationship between age and health literacy: A cross-sectional analysis of older adults in Chicago, USA. *BMJ Open*, 5(4)e007222.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Journal of Educational and Psychological Measurement*. 30(3), 607-610.
- Nilnate, W., Hengpraprom, S., & Hanvoravongchai, P. (2016). Level of health literacy in Thai elders, Bangkok, Thailand. *Journal Health Research*, 30(5), 315-321.
- Nutbeam, D. (2008). Health literacy and adolescents: A framework and agenda for future research. *Health Education Research*, 23(5).
- Office of the National Economic and Social Department Council, Office of the Prime Minister. (2016). *The twelfth national economic and social development plan (2017-2021)*. Retrieved from https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422. (in Thai)
- Samruayruen, K., & Kitreerawutiwong, N. (2018). Understanding on assessing health literacy. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 12(3), 1-13. (in Thai)
- Sonsuk, J., & Khamwong, P. (2018). The influence of perceived severity, health literacy, and family support on self-care behavior to prevent knee osteoarthritis in elderly. *Lanna Public Health Journal*, 14(2), 35-45. (in Thai)
- Srithanee, K. (2017). Relationship between health literacy and quality of the elderly's life at the central part of the North-East Thailand. *Journal of Health Systems Research*, 11(1), 26-36. (in Thai)

Suksri, S., & Settheetham, D. (2017). Health literacy and self care related to quality of life of life of elderly in Amnatcharoen Municipality Amnatcharoen Province. *KKU Research Journal (Graduate study)*, 17(4), 73-84. (in Thai)

Trang province public health Office. (2017). *Data warehouse of non communicable disease*. Retrieved from <http://www.tro.moph.go.th/index2.php>. (in Thai)



สารพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสลัดน้ำพืสดและพืชแห้ง

Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Fresh and Dried *Nasturtium officinal* Plants

ณพัฐอร บัวฉวน¹

Napattaorn Buachoon¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

¹Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

Received: June 20, 2019

Revised: September 11, 2019

Accepted: September 17, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤกษทางเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสลัดน้ำทั้งแบบสดและแบบแห้ง โดยนำ ใบ ลำต้น และรากทั้งแบบสดและแบบแห้งของสลัดน้ำทำการสกัดด้วยเอทานอล ทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบด้วยวิธี DPPH radical scavenging จากการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบของสลัดน้ำแบบสดและแบบแห้งพบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ คูมารินซาโปนิน แทนนิน และ โพลีฟีนอล สารสกัดจากใบแบบสดและแบบแห้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดปริมาณแทนนินทั้งหมด และ ปริมาณฟลาโวนอยด์มากที่สุด เท่ากับ 150.45 ± 0.23 และ 210.30 ± 0.02 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง 171.39 ± 0.14 และ 189.23 ± 0.03 มิลลิกรัมกรดแทนนิกต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง และ 134.23 ± 0.11 และ 140.56 ± 0.42 มิลลิกรัมเคอร์ซีตินต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง ตามลำดับ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging พบว่า สารสกัดหยาบสลัดน้ำแบบสดและแบบแห้งในใบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 13.98 ± 0.08 และ 11.85 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด, สลัดน้ำ, พืสด, พืชแห้ง

Abstract

The aim of this present study is to screen the phytochemical content l, total phenolic content, total tannin content, total flavonoid content and antioxidant activity of *Nasturtium officinale* from both fresh and dried sources. The *Nasturtium officinale* plant, both fresh and dried, such as leaf, trunk, and root extraction by ethanol was studied. The crude extracts from *Nasturtium officinale* analysis were obtained, including total phenolic content, total tannin content, total flavonoid content and antioxidant activity using DPPH radical scavenging method. In this study, the *Nasturtium officinale* phytochemical compounds and extracts were screened from both fresh and dried was flavonoids, coumarins, saponins, tannins and phlobatannins. The extracts from fresh and dried leafs showed the highest total phenolic content and total flavonoid content which was about 150.45 ± 0.23 and 210.30 ± 0.02 mg GAE/g extract, 171.39 ± 0.14 and 189.23 ± 0.03 mg TAE/g extract, 134.23 ± 0.11 and 140.56 ± 0.42 mg QE/g extract, respectively. The antioxidant activity using DPPH radical scavenging method extracts of both fresh and dried *Nasturtium officinale* leafs showed the highest antioxidant activity with EC_{50} values of 13.98 ± 0.08 and 11.85 ± 0.13 mg/mL, respectively.

Keywords: antioxidant activity, total phenolic content, *Nasturtium officinale*, fresh plants, dried plants



บทนำ

ปัจจุบันประชาชนได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น ทั้งใส่ใจในเรื่องของการรับประทานอาหาร โดยหันมารับประทานอาหารประเภทพืชผักและผลไม้มากขึ้น เนื่องจากในพืชผักและผลไม้มีวิตามินและเกลือแร่ที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เช่น วิตามินอี วิตามินซี เบต้าแคโรทีน ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น อนุมูลอิสระ (free radicals) ถูกสร้างขึ้นมาจากกระบวนการเมตาบอลิซึม และในภาวะที่ร่างกายแวดล้อมด้วยมลพิษ เช่น โอโซน โลหะหนัก ควันบุหรี่ เป็นต้น โดยภาวะที่ผิดปกติจะส่งผลให้ร่างกายเกิดการสะสมของอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้จะทำลายโครงสร้างและหน้าที่ของผนังเซลล์ ก่อให้เกิดความผิดปกติ และโรคต่าง ๆ ดังนั้นจำเป็นที่ร่างกายต้องหาทางป้องกันสิ่งที่ร่างกายสร้างขึ้นโดยการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดโรค ซึ่งผลการศึกษาจากงานวิจัย ได้ยืนยันว่า การบริโภคผัก ผลไม้ ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสีและพืชสมุนไพร

ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ (วิตามินซี เบต้าแคโรทีนแคโรทีนอยด์ รวมถึง สารกลุ่มโพลีฟีนอลิก) จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคสมอง เป็นต้น (Wongrak, 2006) สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าจับกับอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงถือเป็นตัวรีดิวซ์ การกำจัดอนุมูลอิสระ ด้วยการให้ไฮโดรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ เป็นกลไกที่พบได้ในสารประกอบฟีนอลิก (Buachoon, 2017)

ผักพื้นบ้านไทยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงเหมาะที่จะนำมาปรุงอาหารสร้างเสริมสุขภาพ (Phansawan, 2013) สลัดน้ำ หรือ *Nasturtium officinale* เป็นผักที่กำลังได้รับความนิยมในกลุ่มคนรักสุขภาพ มีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในแถบภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย เป็นผักที่ปลูกง่าย อุดมไปด้วยสารอาหารหลายชนิด ได้แก่ แคลเซียม ธาตุเหล็ก วิตามินต่าง ๆ (Justesen & Knuthsen, 2001) กระแสการกินสลัดน้ำเพื่อประโยชน์ทางสุขภาพและการ

รักษาโรคนั้น เริ่มเป็นที่กล่าวถึงในวงกว้างมากขึ้น มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยืนยันฤทธิ์ของสลัดน้ำ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ (Somayeh et al., 2017) สารสลัดน้ำมีสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในปริมาณสูง โดยสารเหล่านี้มีหน้าที่ช่วยยับยั้งกระบวนการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย ลดไขมันในเลือด (Bahramikia & Yazdanparast, 2008; Bahramikia & Yazdanparast, 2010)

ทั้งนี้ยังไม่พบการศึกษาปริมาณสารในแต่ละส่วนของสลัดน้ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น (phytochemical screening) หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสลัดน้ำใน ส่วน ใบ ลำต้น และราก เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในทางการแพทย์และในการใช้เป็นอาหารเสริมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำ ได้แก่ ใบ ลำต้น และราก ทั้งแบบสดและแบบแห้ง
2. ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบในส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำ ได้แก่ ใบ ลำต้น และราก ทั้งแบบสดและแบบแห้ง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อนุมูลอิสระ

อนุมูล หรือ อนุมูลอิสระ คือ อะตอม โมเลกุล หรือ สารประกอบที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว อยู่ในออร์บิทัล วงนอกสุดที่มีระดับพลังงานสูง สัญลักษณ์ทางเคมีของอนุมูล หรือ อนุมูลอิสระคืออิเล็กตรอนเดี่ยวของอนุมูลซึ่งจะแสดงด้วยจุดในตำแหน่งข้างบนของสัญลักษณ์ทางเคมี เช่น อนุมูล A[•] อนุมูล A[•] และ อนุมูล A^{•+} (Gulcin et al., 2002) โดยเฉพาะอนุมูลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่าอนุมูลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง อนุมูลอิสระ

จึงมีคุณสมบัติเฉพาะ คือ มีความไวสูงในการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ ตัวอย่างของอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญในทางชีวภาพ ได้แก่ อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน ($O_2^{\cdot-}$) อนุมูลไฮดรอกซี ($^{\cdot}OH$) อนุมูลอัลคอกซี ($RO^{\cdot}$) และ อนุมูลเปอร์ไฮดรอกซี ($OH_2^{\cdot}$) อนุมูลอิสระเหล่านี้ จัดเป็นอนุมูลที่ไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงมาก และขณะที่ไนตริกออกไซด์ (NO) หรือ อนุมูลไนตริกออกไซด์ ($^{\cdot}NO$) อนุมูลวิตามินอี และอนุมูลวิตามินซี เป็นอนุมูลที่มีความไวสูงรองลงมา (Yildirim et al., 2000; Buachoon, 2017)

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่มีสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาถูกโซ่ของอนุมูลอิสระ และมีฤทธิ์ทำลายอนุมูลอิสระที่ร่างกายได้รับจากสิ่งแวดล้อม เช่น ควันบุหรี่ แอลกอฮอล์ รังสี UV เอ็กซเรย์ทำให้กลายเป็น สารที่ไม่มียันตรายต่อเซลล์ร่างกาย (Yildirim et al., 2002) สารต้านอนุมูลอิสระจะต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมถึงสามารถยับยั้งและควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้ทำลายองค์ประกอบของเซลล์ สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารจากธรรมชาติ (natural antioxidant) เช่น amino acids, ascorbic acids, carotenoids, flavonoids, melanoidins, other organic acids, peptides, tannins, และ tocopherols เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารสังเคราะห์ (synthetic antioxidant) เช่น tert-butyl-4-hydroxyanisole (BHA), tert-butyl-4-hydroxytoluene (BHT) และ tert-butyl-hydroquinone (TBHQ) เป็นต้น (Rakariyatham & Janewithesuk, 2003)

กรอบแนวคิดการวิจัย

เพื่อศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสลัดน้ำ ในส่วนของ ใบ ลำต้น และราก ทั้งแบบสดและแบบแห้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างสลัดน้ำทำการเก็บจากโครงการหลวงทุ่งหลวง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ.2561 และทำการพิสูจน์เอกลักษณ์พืชโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ สุดใจ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างสลัดน้ำ มาทำการแยกส่วนเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น และราก ล้างทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง โดยมีรายละเอียดส่วนที่นำมาทดสอบดังต่อไปนี้ (1) ใบ คือ ส่วนเฉพาะใบอ่อนที่ได้ด้วยมือ (2) ลำต้น คือ ส่วนที่ยึดตรงอยู่เหนือดินเป็นทรงกระบอกแนวตั้ง และ (3) ราก คือ ส่วนที่งอกต่อจากลำต้นลงไปดิน

2.1 การเตรียมตัวอย่างแบบแห้งจากสลัดน้ำ

นำแต่ละส่วนของสลัดน้ำ (ใบ ลำต้น และราก) มาปั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 50 °C จนกระทั่งแห้ง นำไปบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 การเตรียมตัวอย่างแบบสดจากสลัดน้ำ

นำแต่ละส่วนของสลัดน้ำ (ใบ ลำต้น และราก) มาปั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำส่วนที่หั่นมาชั่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3. การเตรียมสารสกัดหยาบสลัดน้ำ

นำตัวอย่างสลัดน้ำแบบสดและแบบแห้งแต่ละส่วน มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล โดยวิธีการแช่หมัก (maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการกรองสารละลายของแต่ละตัวอย่าง โดยใช้การกรองด้วยสุญญากาศ นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (rotary evaporator) ชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบแต่ละตัวอย่างที่ได้ เก็บรักษาสารสกัดในภาชนะปิดที่บดแสงที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะใช้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป

4. การตรวจสอบสารฟลักซ์เคมีเบื้องต้น

การตรวจสอบสารฟลักซ์เคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบสลัดน้ำโดยแบ่งการทดสอบสารทุติยภูมิ (secondary

metabolites) ออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนินแทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และคาร์ดิโกลิโคไซด์ โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน (Ayoola et al., 2008; Koleva et al., 2002) แต่ละการทดสอบทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ดังนี้

4.1 การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50% เอทานอล เขย่ากรองส่วนที่ไม่ละลายออกนำของเหลวที่ได้จากการกรองใส่หลอดแมกนีเซียมชิ้นเล็ก ๆ ลงไป และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น เขย่าแล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มแสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

4.2 การตรวจสอบแอนทราควิโนน (anthraquinones)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมสารละลาย 10% H_2SO_4 เขย่า นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออกแล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรองไปเติมสารละลายแอมโมเนีย (10% NH_3) เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพูแดงเกิดขึ้นแสดงว่าพบแอนทราควิโนน

4.3 การตรวจสอบคูมาริน (coumarins)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50 % เอทานอล เขย่ากรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6 M $NaOH$) เขย่า ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มแสดงว่าพบคูมาริน

4.4 การตรวจสอบซาโปนิน (saponins)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที เขย่าอย่างแรง ถ้าปรากฏฟองถาวรเกิดขึ้นในหลอดทดลองแสดงว่าพบซาโปนิน

4.5 การตรวจสอบแทนนิน (tannins)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออกนำของเหลวที่ได้จากการกรองเติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% $FeCl_3$) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าพบแทนนิน

4.6 การตรวจสอบโพลีฟีนอลแทนนิน (phlobatannins)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ

5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (10% HCl) เขย่า แล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าพบโพลีฟลาแทนิน

4.7 การตรวจสอบเทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) ซึ่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออกนำของเหลวที่ได้จากการกรอง ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบเทอร์ปีนอยด์

4.8 การตรวจสอบสเตียรอยด์ (steroids) ซึ่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์มเขย่ากรองส่วนที่ไม่ละลายออกนำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมกรดกลูเซิลแอซีติกเขย่าแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียวแสดงว่าพบสเตียรอยด์

4.9 การตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (cardiac glycosides) ซึ่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออกนำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% FeCl_3) เขย่าเติมกรดกลูเซิลแอซีติก เขย่าและค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

5. การหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ดัดแปลงวิธีจาก Tsai et al., 2005)

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ให้มีความเข้มข้นเป็น 0, 20, 40, 60 และ 80 ppm ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย folin-ciocalteu ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนต (7% Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร วาดกราฟเพื่อหาสมการเส้นตรง ทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับสารสกัดเพื่อหาปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกและนำเสนอในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง (mg GAE/g extract) โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ

6. การหาปริมาณแทนินทั้งหมด (ดัดแปลงวิธีจาก Tsai et al., 2005)

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแทนิกให้มีความเข้มข้นเป็น 0, 20, 40, 60 และ 80 ppm ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย folin-ciocalteu ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนต (7% Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร วาดกราฟเพื่อหาสมการเส้นตรง ทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับสารสกัดเพื่อหาปริมาณแทนินในสารสกัดจากกราฟมาตรฐานของกรดแทนิกและนำเสนอในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนิกต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง (mg TAE/g extract) โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ

7. การหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (ดัดแปลงวิธีจาก Prommuak et al., 2008)

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดด้วยวิธี aluminium trichloride colorimetric โดยใช้เคอร์ซีตินเป็นสารมาตรฐาน เมื่อทำการผสมสารละลายมาตรฐานเคอร์ซีติน ให้มีความเข้มข้นเป็น 0, 20, 40, 60 และ 80 ppm ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลายอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ (1% AlCl_3) ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร วาดกราฟเพื่อหาสมการเส้นตรง ทำการทดสอบเช่นกันกับสารสกัดเพื่อหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานเคอร์ซีตินและนำเสนอค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดรวมในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง (mg QE/g extract)

8. การหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ดัดแปลงวิธีจาก Prommuak et al., 2008)

เตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT , BHA หรือสารสกัดหยาบสลดน้ำที่มีความเข้มข้น 500, 250, 125, 62.5, และ 31.25 $\mu\text{g/mL}$ ปิเปตสารละลายมาตรฐานหรือสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH 6×10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาทีวัด

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหา % radical scavenging จากสูตร

$$\% \text{ radical scavenging} = [(Ac-As)/Ac] \times 100$$

โดย Ac คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

As คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

ค่าที่ได้มาคำนวณค่า effective concentration (EC_{50}) หรือ ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้สารอนุมูลอิสระลดลง 50% จากการประพจน์ความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับ % radical scavenging

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

นำเสนอข้อมูลด้วย mean±SD. (n=3) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยสถิติ one-way analysis of variance (one-way ANOVA) และการทดสอบใช้ค่าความเชื่อมั่นทางสถิติที่ 0.05 หากค่า p<.05 ถือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. ผลจากสกัดสารจากสลัดน้ำ

ผลการสกัดสลัดน้ำโดยวิธีการแช่หมักด้วยเอทานอลพบว่า สารสกัดหยาบสลัดน้ำแบบสดและแบบแห้งทั้งส่วนใบ ลำต้นที่ได้มีลักษณะสีเขียวเข้มหนืดและรากมีลักษณะสีเหลืองเข้มหนืด เมื่อนำมาหาร้อยละของสารสกัดหยาบสลัดน้ำ (%yield) พบว่า สารสกัดที่ได้จากการสกัดสลัดน้ำแบบสดของใบ ลำต้น และราก มีน้ำหนักคิดเป็นร้อยละสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักพืชสด เท่ากับ 10.24, 8.45 และ 6.21 ตามลำดับ และการสกัดจากสลัดน้ำแบบแห้งของ ใบ ลำต้น และราก มีน้ำหนักคิดเป็นร้อยละสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักพืชแห้ง เท่ากับ 9.93, 6.20 และ 5.35 ตามลำดับ

2. การทดสอบสารพิษเคมีเบื้องต้น

การทดสอบสารพิษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทานอลจากสลัดน้ำทั้งแบบสดและแบบแห้ง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ อาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน พบว่าสารพิษเคมีของสารสกัดหยาบเอทานอลของสลัดน้ำทั้งแบบสดและแห้ง มี 5 ชนิด คือ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน และโพลีฟีนอล ผลการทดลอง ดังตาราง 1

ตาราง 1

การทดสอบสารพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทานอลจากส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำ

สารพฤษเคมีเบื้องต้น	สารสกัดหยาบแบบสด			สารสกัดหยาบแบบแห้ง		
	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก
ฟลาโวนอยด์	+	+	+	+	+	+
แอนทราควิโนน	-	-	-	-	-	-
คูมาริน	+	+	+	+	+	+
ซาโปนิน	+	+	+	+	+	+
แทนนิน	+	+	+	+	+	+
โพลบาแทนนิน	+	+	+	+	+	+
เทอร์ปีนอยด์	-	-	-	-	-	-
สเตียรอยด์	-	-	-	-	-	-
คาร์ดิแอกไกลโคไซด์	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ทดสอบไม่พบสาร
+ หมายถึง ทดสอบพบสาร

3. ผลการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ของสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำ

เมื่อนำสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำแบบสดและแห้ง ได้แก่ ใบ ลำต้น และราก มาทำการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด จะพบว่า สารสกัดสดจากใบจะมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด สูงที่สุด คือ 150.45 ± 0.23 mg GAE/g, 171.39 ± 0.14 mg TAE/g และ 134.23 ± 0.11 mg QE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ

กับส่วนลำต้นและราก ($p < .05$) ในสารสกัดหยาบสลัดน้ำแบบแห้งในใบจะมี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดแทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด เช่นกันคือ 210.30 ± 0.02 mg GAE/g, 189.23 ± 0.03 mg TAE/g และ 140.56 ± 0.42 mg QE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนลำต้นและราก ($p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากพืชแบบสดและแบบแห้ง พบว่าแบบแห้งจะมีทั้งปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในปริมาณที่สูงแบบสดในทุกส่วนของพืช ($p < .05$) ยกเว้นส่วนรากที่มีค่าแทนนินทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน ($p < .05$) ผลดังตาราง 2

ตาราง 2

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แทนนินทั้งหมด และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบสลัดน้ำ

สารสำคัญ	สารสกัดหยาบสลัดน้ำ					
	สารสกัดจากพืชแบบสด			สารสกัดจากพืชแบบแห้ง		
	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g extract)	150.45±0.23*	134.98±0.43**	98.32±0.12**	210.30±0.02*	168.09±0.03**	145.29±0.19**
ปริมาณแทนนินทั้งหมด (mg TAE/g extract)	171.39±0.14*	139.23±0.25**	120.11±0.10**	189.23±0.03*	145.98±0.15**	121.81±0.35**
ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE/g extract)	134.23±0.11*	87.29±0.59**	28.45±0.12**	140.56±0.42*	130.23±0.19**	34.34±0.28**

*p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนใบของพืชที่สกัดแบบเดียวกัน

**p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบสดของพืชส่วนเดียวกัน

4. ผลการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ผลการทดลองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสลัดน้ำ ดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของสลัดน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า EC₅₀ ของ ใบ ลำต้น และราก แบบสด เท่ากับ 13.98±0.08, 15.31±0.03 และ 17.20±0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และใบ ลำต้น และรากแบบแห้ง เท่ากับ 11.85±0.13,

12.89±0.16 และ 15.10±0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อนำค่า EC₅₀ ของสารสกัดหยาบสลัดน้ำส่วนใบทั้งแบบสดและแบบแห้งมาเปรียบเทียบกันจะพบว่า ในสารสกัดหยาบส่วนใบแบบแห้งมีฤทธิ์ในการยับยั้งดีกว่าสารสกัดส่วนใบมีฤทธิ์ที่ดีกว่าส่วนอื่น ๆ และเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน BHA และ BHT สารสกัดส่วนใบมีฤทธิ์ดีกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<.05)

ตาราง 3

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบสลัดน้ำส่วนต่าง ๆ

สารสกัด	EC ₅₀ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	สารสกัด	EC ₅₀ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
BHT	14.57±0.02	BHA	17.35±0.07
ใบสด	13.98±0.08*	ใบแห้ง	11.85±0.13*
ลำต้นสด	15.31±0.03**	ลำต้นแห้ง	12.89±0.16**
รากสด	17.20±0.10**	รากแห้ง	15.10±0.15**

*p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนใบของพืชที่สกัดแบบเดียวกัน

**p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบสดของพืชส่วนเดียวกัน

การอภิปรายผล

จากการศึกษาการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในสลัดน้ำ โดยการตรวจหาพิษทางเคมีเบื้องต้น พบสาร 5 กลุ่ม คือ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน และโพลีฟีนอล ซึ่งสารกลุ่มดังกล่าวนี้ ได้มีรายงานว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Venkatesh & Dorai, 2015; Wongrak, 2006) การวิเคราะห์หาปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่าสารสกัดสลัดน้ำแบบแห้งมีปริมาณสารดังกล่าวมากกว่าแบบสดและพบปริมาณสารมากที่สุดในสลัดน้ำส่วนใบ โดยสารสกัดแห้งจากใบของสลัดน้ำมีปริมาณมากที่สุดจากการศึกษาพบว่าสารสกัดสลัดน้ำแห้งจากส่วนใบมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bahramikia and Yazdanparast (2008) ที่ทำการสกัดสลัดน้ำโดยใช้ตัวทำละลายคือเอทานอล และพบว่าสารสกัดสลัดน้ำมีปริมาณฟีนอลิกเท่ากับ 96.2 mg GAE/g และมีปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 63.2 mg QE/g

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูล DPPH ซึ่งอนุมูล DPPH เป็นอนุมูลไนโตรเจนที่คงตัว สารต้านอนุมูลอิสระจะให้หรือรับอิเล็กตรอนแก่อนุมูล DPPH ทำให้ได้เป็นสาร diphenyl picrylhydrazyl (DPPH:H) ที่ไม่เป็นอนุมูลอีกต่อไป ในการทดลองนี้พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูล DPPH

ของสารสกัดสลัดน้ำแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารที่ทดสอบ โดยสารสกัดจากใบแบบแห้งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 11.85 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร งานวิจัยของ Bahramikia and Yazdanparast (2008) ที่พบว่าสารสกัดสลัดน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 114.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร งานวิจัยของ Pourmorad et al. (2006) และ Buachoon and Ngamnon (2018) พบว่าสารสกัดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในปริมาณที่สูงจะมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สูงด้วย โดย Yildirim et al. (2000) พบว่ากลไกในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เกิดจากการให้หรือรับอิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH ของสารจำพวกฟีนอล ซึ่งจะได้เป็นสาร DPPH ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระอีกต่อไป ส่วน phenoxy radical ที่เกิดขึ้นจะจับกันเอง ทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระหยุดลง โดยสรุปแล้วจากผลการศึกษานี้พบว่าสลัดน้ำเป็นพืชที่มีประโยชน์ โดยใบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพการแปรรูปพืชด้วยการอบแห้งไม่มีผลต่อฤทธิ์ของพืช คุณสมบัติในการกำจัดอนุมูลอิสระอาจเป็นหนึ่งในกลไกที่มีอยู่ในพืช อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมทางชีวภาพในสลัดน้ำ เพื่อที่จะนำสลัดน้ำมาใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติและพัฒนาเป็นอาหารเสริมในอนาคต



References

- Ayoola, G.A., Coker, H.A.B., Adesegun, S.A., Adepoju-Bello, A.A., Obaweya, K., Ezennia, E.C., & Atangbayila, T.O. (2008). Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in Southwestern Nigeria. *Journal of Pharmaceutical Research*, 7 (3), 1019–1024.
- Bahramikia, S., & Yazdanparast, R. (2008). Effects of hydroalcoholic extracts of *Nasturtium officinale* on lipid profile in high-fat diet rats. *Journal Ethnopharmacology*, 115(1), 116–121.
- Bahramikia, S., & Yazdanparast, R. (2010). Antioxidation efficacy of *Nasturtium officinale* extracts using various in vitro assay systems. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 3(4), 283–290.

- Buachoon, N., & Ngamnon, Y. (2018). Development of skin lotion from *Albizia myriophylla* Benth and *Ardisia elliptica* Thumb crude extracts. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 13(2), 74-85. (in Thai)
- Buachoon, N. (2017). Chemical compositions and antioxidant activity of crude extract from *Phyllanthus emblica* L. *RMUTSB Academic Journal Science and Technology*, 10(2), 18-17. (in Thai)
- Gulcin I., Oktay M.O., Kufrevioglu O.I., & Aslan A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Journal Ethnopharmacology*, 79(3), 325-329.
- Justesen, U., & Knuthsen, P. (2001). Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoid intake by use of herbs in traditional danish dishes. *Food Chemistry*, 73(2), 245-250. (in Thai)
- Koleva, I.I., BeeK, T., Linseen, J.P.H., Groot, A., & Evstatieva, L.N. (2002) Screening of plant extracts for antioxidant activity: A comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis*, 13(1), 817-821.
- Phansawan, B. (2013). Free radicals, antioxidants and antioxidant activity determination. *Thai Science and Technology Journal*, 21(30), 275-286. (in Thai)
- Pourmorad, F., HosseiniMehr, S.J., & Shahabimajd, N. (2006). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*, 5(11), 1142-1145. (in Thai)
- Prommuak, C., D-Eknamkul, W., & Shotipruk, A. (2008). Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extract. *Separation and Purification Technology*, 62(2), 444-448. (in Thai)
- Rakariyatham, N., & Janewithesuk, A. (2003). *Antioxidant anticancer agent Thai vegetables and herbs*. Chiang Mai: Nopburi Printing. (in Thai)
- Somayeh, S., Farzaneh B. Danial J., Maryam G., & Fatemeh S.. (2017) Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Nasturtium officinale* involved in attenuation of gentamicin-induced nephrotoxicity. *Journal Toxicology Mechanisms and Methods*, 27(2), 107-114.
- Tsai C. C., Chen H. S., Chen S. L., Ho Y. P., Ho K. Y., & Wu Y. M.. (2005). Lipid peroxidation: A possible role in the induction and progression of chronic periodontitis. *Journal Periodontal Research*, 40(5), 378-384.
- Venkatesh, B., & Dorai, A. (2015). Antibacterial and antioxidant potential of white and pink *Nelumbo Nucifera* Gaertn flowers. In *proceeding of international conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics IPCBEE* (pp. 213-217). Nakhon Pathom: Kasetsart University, Kamphaengsean Campus, Nakhon Pathom. (in Thai)

- Wongrak, B. (2006). *Antioxidant activity of indigenous vegetables*. Bachelor of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Mahidol University. (in Thai)
- Yildirim A., Mavi A., Oktay M., Kara A.A., Algur O.F., & Bilaloglu V., (2000). Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of tilia (*Tilia argenta* Desf Ex DC), sage (*Salvia triloba* L.) and black tea(*Camellia sinensis*) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 5030–5034.



ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติการณ์การเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของ
ผู้เสียชีวิตชาวไทยที่ส่งตรวจที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ
Association Between Manner of Death and Blood Alcohol in
Thai Postmortem Cases at the Institute of
Forensic Medicine, Police General Hospital

ศิริรัตน์ พรหมหิตาธร¹, วชิรวิชญ์ ตั้งธนาณวัฒน์¹, อีรินทร์ สินไชย¹, สิตานัน รักธรรม²,
รัชดาพร สงวนนาม², กฤษดา อนันตวุฒิกุล² และสมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ²

Sirirat Phomhitatorn¹, Wachirawich Tungtanawut¹, Theerin Sinchai¹, Sitanan Raktham²,
Ratchadaporn Sanguannam², Kridsada Anuntawuttikul² and Somsong Lawanprasert²

¹กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

¹Department of Forensic Toxicology, Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital

²คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

²School of Pharmacy, Eastern Asia University

Received: September 9, 2019

Revised: December 11, 2019

Accepted: December 17, 2019

บทคัดย่อ

การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตผิดธรรมชาติ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติการณ์การเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตชาวไทยที่ถูกส่งมาชันสูตรที่ สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ระหว่าง 1 ตุลาคม 2560–31 กันยายน 2561 รวม 4,003 ราย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติชนิด Pearson Chi-square และ Cramer's V ผลการศึกษาพบว่าการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตมีความสัมพันธ์ปานกลางกับเพศ พฤติการณ์การเสียชีวิตมีความสัมพันธ์อย่างเข้มแข็งกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด การมีแอลกอฮอล์ในเลือด เพิ่มความเสี่ยงสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญในพฤติการณ์การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ การถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต และการฆ่าตัวตายใน 3 พฤติการณ์ดังกล่าวนี้ ผู้เสียชีวิตจากสาเหตุอุบัติเหตุจราจรทางบก การเสียชีวิตจากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิตโดยการแทง และการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายโดยการยิงตัวตาย มีเปอร์เซ็นต์สูงที่มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด ผลการศึกษานี้ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ประกอบการวางมาตรการการป้องกัน การเสียชีวิตที่อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

คำสำคัญ: แอลกอฮอล์, พฤติการณ์การเสียชีวิต, หลังจากเสียชีวิต

Abstract

Alcohol drinking is proposed to be one of the most important factors associated with unnatural death. This study aims to investigate the association between the manner of death and blood alcohol levels in Thai postmortem cases at the Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital during the time period from October 1, 2017 to September 31, 2018. The data (total number of 4,003 cases) were analyzed using Pearson Chi-square and Cramer's V statistics. The results demonstrated that blood alcohol findings in corpses were moderately associated to gender. Manner of death was strongly associated with the findings of Blood Alcohol level--BAC in blood samples. Blood alcohol levels significantly increased relative risk to death with 3 causes of death: accidents, homicides and suicides. Among these 3 causes of death, the causes of death with the highest percentages of cases were traffic accidents, homicides by stabbing and suicides by shooting. This study provides beneficial information for prevention of unnatural deaths attributed to alcoholic consumption.

Key words: alcohol, manner of death, postmortem



บทนำ

สุราหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ชนิดเอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล เป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลต่อสุขภาพ และสังคม ผลต่อสุขภาพมีทั้งผลพิษเฉียบพลันและผลพิษเรื้อรัง ผลพิษเฉียบพลันจากการได้รับแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงมีผลกีดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ก่อการหายใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการดื่มสุราพร้อมกับยาที่มีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง พิษเรื้อรังจากการดื่มสุราปริมาณมากและเป็นระยะเวลานาน ส่งผลต่อสุขภาพที่สำคัญ ได้แก่ ผลพิษต่อตับ (ไขมันพอกตับ ตับอักเสบ ตับแข็ง) การอักเสบของอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร ความผิดปกติของระบบหลอดเลือดและหัวใจ อีกทั้งทำให้เกิดการติดสุราเรื้อรังและมีอาการของการขาดแอลกอฮอล์เมื่อไม่ได้ดื่มสุรา (Olson, 2012) ผลพิษต่อสุขภาพเหล่านี้ส่งผลให้เกิดปัญหาครอบครัว และสังคมตามมา มีการศึกษาผลกระทบของการดื่มแอลกอฮอล์ต่อครอบครัวของผู้ป่วยที่ดื่มแอลกอฮอล์พบว่า ครอบครัวได้รับผลกระทบในด้านเศรษฐกิจ (ขาดรายได้) ด้านร่างกายและจิตใจ (เกิดความเครียด วิตกกังวลซึมเศร้า ปัญหาชีวิตสมรส) และมีผลต่อสังคม (เกิดการทำร้ายร่างกาย อุบัติเหตุจราจร) (Jung-in & Pinitsoontorn, 2017) โดยเหตุที่แอลกอฮอล์มีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง

ส่งผลต่อการตัดสินใจ การมีสติยังคิด การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพฤติการณ์ความรุนแรง การเกิดอาชญากรรม นำมาสู่การเสียชีวิตในพฤติการณ์การเสียชีวิตแบบต่าง ๆ เช่น การเสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ การถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต การฆ่าตัวตาย เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาพบว่า ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรจำนวนร้อยละ 54.90 ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด ส่วนใหญ่มีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ผู้เสียชีวิตจากสาเหตุอื่น เช่น การถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต การฆ่าตัวตาย และการเสียชีวิตโดยยังไม่ปรากฏเหตุ มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ จำนวนรองลงมา (ร้อยละ 26.80, 13.40, 4.90 ตามลำดับ) (Narongchai & Narongchai, 2006) นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่า ผู้เสียชีวิตจากการจมน้ำ ตรวจพบแอลกอฮอล์ในผู้เสียชีวิตกลุ่มนี้ถึงร้อยละ 51.03 (Thitachote & Tookdee, 2015)

แอลกอฮอล์มีความเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากกับพฤติการณ์การเสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุบัติเหตุจราจร มีรายงานทั้งในต่างประเทศ (Hingson & Winter, 2003; Taylor & Rehm, 2012) และในประเทศไทย (Koranee, Aunchai, Ditsawan, Pomyai & Vinissorn, 2017; Narongchai & Narongchai, 2006;

Tangjai, Chaiyasong & Ratnachodpanich, 2018) ถึงความเกี่ยวข้องของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับการเกิดอุบัติเหตุจราจร การเกิดอุบัติเหตุจราจรที่มีแอลกอฮอล์เกี่ยวข้องมักมีความรุนแรงและมีการเสียชีวิตมากกว่ากรณีที่ไม่ดื่มแอลกอฮอล์เกี่ยวข้อง (Hingson & Winter, 2003) ดังนั้นในนานาประเทศจึงมีการกำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่ห้ามไม่ให้มีการขับขี่ยานต์ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่มีแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยเกี่ยวข้อง

อย่างไรก็ตามการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตกับพฤติกรรมการเสียชีวิตอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากพฤติกรรมการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ ยังมีอยู่อย่างจำกัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลในประเทศไทยยังขาดการศึกษาที่เป็นปัจจุบัน การศึกษาที่มีจำนวนประชากรจำนวนมาก และครอบคลุมพฤติกรรมการเสียชีวิตทุกรูปแบบของการเสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติ ทั้งนี้หากได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตกับพฤติกรรมการเสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติครบถ้วน ได้แก่ การฆ่าตัวตาย ถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต ถูกสัตว์ทำร้ายตาย เสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ และเสียชีวิตโดยยังมีปรากฏเหตุ ตามกฎหมายของประเทศไทยที่กำหนดให้มีการชันสูตรศพในกรณีที่เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติ (Office of the Council of State, 1934) ก็จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนมาตรการการป้องกัน ในระดับครอบครัว ชุมชน และนานาชาติ เพื่อไม่ให้เกิดการดื่มแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเสียชีวิตด้วยพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบต่าง ๆ ทั้งแบบทางตรง หรือทางอ้อม อันจะเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากแอลกอฮอล์ ที่มีผลต่อชีวิต ร่างกายจิตใจ เศรษฐกิจ และสังคมดังกล่าวข้างต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตที่ศพถูกนำส่งตรวจที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ในปีงบประมาณ 2561 (1 ตุลาคม 2560–31 กันยายน 2561) เพื่อนำข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมา

ใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนมาตรการการป้องกันและควบคุมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติได้ในอนาคต

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีผลเสียต่อสุขภาพ ส่งผลทำให้เกิดปัญหาครอบครัว สังคม และประเทศชาติ แอลกอฮอล์มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง จึงมีผลต่อการทำงานประสานงานระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ การตัดสินใจ และการมีสติยั้งคิด ทำให้การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดอาชญากรรม และการเสียชีวิตโดยสาเหตุต่าง ๆ

กนกวรรณ จังอินทร์ และสมเดช พินิจสุนทร (Jung-in & Pinitsoontorn, 2017) ทำการศึกษาผลกระทบของแอลกอฮอล์ต่อครอบครัวของผู้ป่วยที่ดื่มแอลกอฮอล์จำนวน 108 คนที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี พบว่าครอบครัวได้รับผลกระทบในด้านเศรษฐกิจมากที่สุด (การขาดคนช่วยครอบครัว ปัญหาทางการเงิน) รองลงมา คือ ผลกระทบด้านร่างกายและจิตใจ (เกิดความเครียด ปัญหาสุขภาพ วิดกกังวลซึมเศร้า ปัญหาชีวิตสมรส) และมีผลกระทบด้านสังคม (เกิดการทำร้ายร่างกาย อุบัติเหตุจราจร)

สิริพันธ์ ณรงค์ชัย และไพฑูริย์ ณรงค์ชัย (Narongchai & Narongchai, 2006) ศึกษาพฤติกรรมการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติในภาคเหนือของประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2547 จำนวน 1,138 ราย แล้วสุ่มตัวอย่างมา 153 ราย พบว่ามี 82 ราย (ร้อยละ 53.6) ที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด ในจำนวนนี้มี 45 ราย (ร้อยละ 54.9) ที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ ส่วนใหญ่มีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ผู้เสียชีวิตจากพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบอื่น เช่น การถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต การฆ่าตัวตาย และการเสียชีวิตโดยยังไม่มีปรากฏเหตุ มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ จำนวนรองลงมา (ร้อยละ 26.80, 13.40, 4.90 ตามลำดับ)

พงศกร ฐิตโชติ และเบญจพร ถูกดี (Thitachote & Tookdee, 2015) ทำการศึกษาการใช้แอลกอฮอล์และยา สารเสพติด ในผู้เสียชีวิตจากการจมน้ำ ที่ผาชันสูตรที่สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2557 จำนวน 526 ราย ในจำนวนนี้มีการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในเลือด 339 รายและตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด 173 ราย (ร้อยละ 51.03)

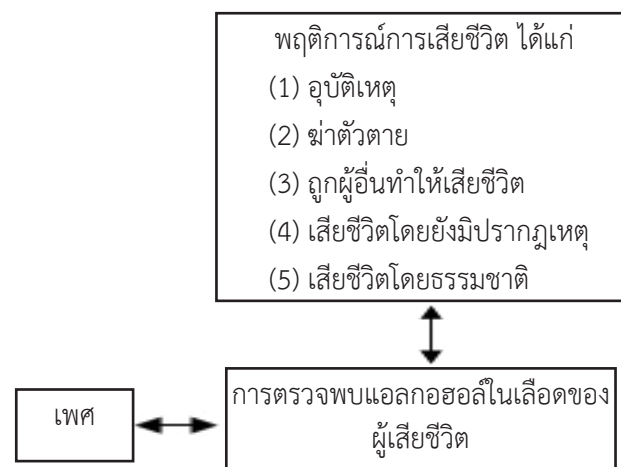
ณัฐวิภา ตั้งใจ และคณะ (Tangjai, Chaiyasong & Ratnachodpanich, 2018) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และการบาดเจ็บในผู้ป่วยแผนกอุบัติเหตุฉุกเฉินที่โรงพยาบาล 10 แห่ง โดยการเก็บข้อมูล ระหว่าง เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553–เดือนกุมภาพันธ์ 2554 จำนวน 1,001 ราย พบว่า การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการบาดเจ็บจากทุกสาเหตุ (OR=6.38; 95% CI 4.22–9.65) และ การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร (OR=12.99; 95% CI 6.03 – 28.04)

ราเมศ กรณีย์ และคณะ (Koranee, Aunchai, Ditsawan, Pomyai & Vinissorn, 2017) ทำการศึกษา ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ประสบอุบัติเหตุทางจราจรในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 3 พ.ศ. 2557–2559 จำนวน 972 ราย ผลการศึกษาพบว่าผู้ประสบอุบัติเหตุทางจราจร ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย โดยมีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดมากกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกินกว่าระดับที่กฎหมายกำหนดให้สามารถขับขียานพาหนะได้ถึงร้อยละ 57.82

Taylor และ Rehm (Taylor & Rehm, 2012) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจร โดยการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ นำข้อมูลจาก 5 การศึกษามาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่า odd ratio ของการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรที่มีแอลกอฮอล์เกี่ยวข้อง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ทุกระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด และที่ระดับความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือด 0.08กรัมเปอร์เซ็นต์ (ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดที่กำหนดในกฎหมายของหลายประเทศ) ค่า odd ratio มีค่าเท่ากับ 13.0 (95% CI 11.1–15.2)

Sheehan และคณะ (Sheehan, Rogers, William & Boardman, 2012) ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศของผู้เสียชีวิตกับการตรวจพบยาหรือสารเสพติด ในผู้เสียชีวิตจากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิตและจากการฆ่าตัวตาย โดยการเก็บข้อมูลผู้เสียชีวิตในรัฐโคโรราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 5,791 ราย ระหว่างปี ค.ศ. 2004-2009 พบว่า ผู้เสียชีวิตจากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย สารที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่มแอมเฟตามีน กัญชา และโคเคน ในขณะที่ผู้เสียชีวิตจากการฆ่าตัวตาย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สารที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่มยาด้านการซึมเศร้า และโอพิออยด์ การฆ่าตัวตาย ถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต ถูกสัตว์ทำร้ายตาย เสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ และเสียชีวิตโดยยังมีปรากฏเหตุ

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ เลือดของผู้เสียชีวิตชาวไทยที่ถูกส่งมาตรวจตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ที่กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ในปีงบประมาณ 2561 (1 ตุลาคม 2560–31 กันยายน 2561) จำนวนรวม 4,003 ราย โดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบเก็บข้อมูลย้อนหลัง สำหรับบันทึกข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ พฤติการณ์การเสียชีวิต และผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในเลือด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาโดยการเก็บข้อมูลแบบย้อนหลัง (retrospective study) จากข้อมูลของผู้เสียชีวิตชาวไทยที่ถูกส่งมาตรวจชันสูตรที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ และตัวอย่างเลือดถูกส่งมาตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ที่กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ โดยเก็บข้อมูลในปีงบประมาณ 2561 (1 ตุลาคม 2560–31 กันยายน 2561)

การวิจัยนี้ได้รับการรับรองโดย คณะกรรมการจริยธรรมและวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลตำรวจ ตามเอกสารรับรองที่ จว.19/2562 วันที่รับรอง 14 กุมภาพันธ์ 2562

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพิสัย)

โดยมีค่าต่ำสุดของแอลกอฮอล์ในเลือดที่วิเคราะห์ได้ (limit of quantitation ของการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา เท่ากับ 10.75 mg%) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพฤติการณ์การเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติชนิด Pearson Chi-square และ Cramer's V กำหนดค่า $p\text{-value} < .05$ ถือว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 25

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดและเพศของผู้เสียชีวิต (ตาราง 1)

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4,003 ราย พบว่าผู้เสียชีวิตที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด มีจำนวน 914 ราย (22.83%) ผู้เสียชีวิตที่ตรวจไม่พบแอลกอฮอล์ในเลือดมีจำนวน 3,089 ราย (77.17%) ในผู้เสียชีวิตที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด เป็นเพศชาย 798 ราย (87.30%) และเพศหญิง 116 ราย (12.70%)

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดกับตัวแปรเพศพบว่ามีนัยสำคัญ (Pearson Chi-square=74.678, $df=1$, $p<.001$)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความสัมพันธ์ (effect size) ของตัวแปรทั้งสองด้วย Cramer's V มีค่าเท่ากับ 0.137 ($p<.001$) แสดงว่าตัวแปรการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดกับตัวแปรเพศมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (Cramer's V ในช่วง 0.11-0.15: moderate relationship)

ตาราง 1

ข้อมูลผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดและเพศของผู้เสียชีวิต

ผลวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในเลือด	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
ตรวจพบ	798 (87.30%)	116 (12.70%)	914 (100.00%)
ตรวจไม่พบ	2,272	817	3,089
รวม	3,070	933	4,003

Pearson Chi-square=74.678, df=1, $p<.001$

Cramer's V=0.137, $p<.001$

2. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด (ตาราง 2)

1. กลุ่มผู้เสียชีวิตที่ไม่สามารถระบุพฤติกรรมการเสียชีวิตได้แน่ชัดอันเกิดจากเอกสารนำส่งศพไม่ได้ระบุพฤติกรรมการเสียชีวิตไว้ กรณีเช่นนี้หากต้องการวิเคราะห์พฤติกรรมการตายให้แน่ชัดแล้วต้องพิจารณาข้อมูลในรายงานการตรวจศพ (autopsy report) และข้อมูลการสืบสวนสอบสวนในสำนวนคดีเป็นรายศพ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยนี้ กลุ่มนี้เรียกว่า กลุ่มที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบ “เสียชีวิตโดยยังมีปรากฏเหตุ” โดยผู้วิจัยกำหนดให้เป็น “กลุ่มควบคุม” ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดเมื่อพิจารณาการแจกแจงข้อมูลแล้วพบว่ากลุ่มนี้มีอัตราส่วนของศพที่ตรวจพบแอลกอฮอล์น้อยกว่าศพที่ตรวจไม่พบแอลกอฮอล์ในเลือด 5.6 เท่า

2. ผู้เสียชีวิตที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตโดยธรรมชาติ กลุ่มนี้เสียชีวิตจากโรคหยา และโรคร้ายแรงประจำตัว เช่น มะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น พบว่าในกลุ่มตัวอย่างนี้มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดบ้าง แต่ในอัตราส่วนที่ต่ำ คือ 1:7.8

3. ผู้เสียชีวิตที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ (accident) ฆ่าตัวตาย (suicide) และ ถูกผู้อื่น

ทำให้เสียชีวิต (homicide) พบว่าทั้งสามกลุ่มนี้มีอัตราส่วนของจำนวนศพที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดต่อจำนวนศพที่ตรวจไม่พบแอลกอฮอล์ในเลือดเท่ากับ 1:1.7 เช่นเดียวกันทั้งสามกลุ่ม แสดงให้เห็นว่า ผู้เสียชีวิตที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตทั้งสามแบบนี้มีจำนวนค่อนข้างมากที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด

4. เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมการเสียชีวิตกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (Pearson Chi-square =240.133, df=4, $p<.001$)

5. เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพฤติกรรมการเสียชีวิตกับ การตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด ด้วย Cramer's V พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.245 ($p<.001$) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (Cramer's V ในช่วง 0.15–0.25: strong relationship)

6. เมื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงสัมพัทธ์ โดยกำหนดให้กลุ่มที่มีพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบ “เสียชีวิตโดยยังมีปรากฏเหตุ” เป็นกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับอีก 4 กลุ่ม พบว่าแอลกอฮอล์ในเลือดเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบ “อุบัติเหตุ” เป็น 2.06 เท่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (95% CI 1.877-2.264), เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบ “ฆ่าตัวตาย” เป็น 2.86 เท่าของ

กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (95% CI 2.211-3.705) และเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์การเสียชีวิตแบบ “ถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต” เป็น 2.92 เท่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (95% CI 2.137-4.011), ยกเว้นกลุ่มที่มีเหตุการณ์เสียชีวิตแบบ “เสียชีวิตโดยธรรมชาติ” ไม่พบความเสี่ยงสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณารายละเอียดของสาเหตุการเสียชีวิตในเหตุการณ์การเสียชีวิตที่แอลกอฮอล์ในเลือดมีผลเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ซึ่งได้แก่ พฤติการณ์การเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ ช้ำตัวตายและถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต (ตาราง 3-5 ตามลำดับ) พบว่า สาเหตุการเสียชีวิตจากการจราจรทางบก (ซึ่งเป็นหนึ่งในพฤติการณ์การเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ, ตาราง 3) มีจำนวนผู้เสียชีวิตรวม 175 ราย ในจำนวนนี้มีผู้ที่มีแอลกอฮอล์ในเลือดถึง 73 ราย คิดเป็น 41.7% (อัตราส่วน ตรวจพบ/ตรวจไม่พบ เท่ากับ 1:1.4)

แสดงให้เห็นว่า แอลกอฮอล์ในเลือดเป็นปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก ส่วนพฤติการณ์การเสียชีวิตแบบช้ำตัวตาย พบว่า การเสียชีวิตที่มีสาเหตุจากการยิงตัวตาย มีจำนวนผู้เสียชีวิตถึงร้อยละ 50 ที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด (ตาราง 4) และพฤติการณ์การเสียชีวิตแบบถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต พบว่า การเสียชีวิตที่มีสาเหตุจากการถูกแทง มีจำนวนผู้เสียชีวิตถึงร้อยละ 52.2 ที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด (ตาราง 5) ค่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตจากพฤติการณ์การเสียชีวิตแบบ อุบัติเหตุ ช้ำตัวตายและถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต มีค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 164.46±93.15; 148.39±103.92; 152.67±106.49 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์กับพฤติการณ์การเสียชีวิต

ผลการวิเคราะห์ แอลกอฮอล์	พฤติการณ์การเสียชีวิต					รวม
	เสียชีวิตโดย ยังมีปรากฏเหตุ	อุบัติเหตุ	ช้ำตัวตาย	ถูกผู้อื่นทำให้ เสียชีวิต	เสียชีวิตโดย ธรรมชาติ	
ตรวจพบ	374 (15.1%)	398 (36.3%)	79 (36.7%)	55 (36.4%)	8 (11.4%)	914 (22.8%)
ตรวจไม่พบ	2,096 (84.9%)	699 (63.7%)	136 (63.3%)	96 (63.6%)	62 (88.6%)	3,089 (77.2%)
รวม	2,470	1,097	215	151	70	4,003
อัตราส่วนระหว่าง ตรวจพบ/ตรวจไม่พบ	1:5.6	1:1.7	1:1.7	1:1.7	1:7.8	
ความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk)	กลุ่มควบคุม	2.06	2.86	2.92	0.73	
95% CI		1.877- 2.264	2.211- 3.705	2.137- 4.011	0.352- 1.509+	

Pearson Chi-square=240.133, df=4, p<.001

Cramer's V=0.245, p<.001

+ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 3

ผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์กับพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ

ผลการวิเคราะห์ แอลกอฮอล์	พฤติกรรมการเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ								
	จราจร ทางบก	ทางน้ำ	ไฟไหม้	ไฟฟ้า	ล้น	ตกที่สูง	ของทับ	อื่นๆ	รวม
ตรวจพบ	73 (41.7%)	13 (28.3%)	2 (25.0%)	8 (25.0%)	4 (16.0%)	11 (15.1%)	3 (42.9%)	284 (38.9%)	398 (36.3%)
ตรวจไม่พบ	102 (58.3%)	33 (71.7%)	6 (75.0%)	24 (75.0%)	21 (84.0%)	62 (84.9%)	4 (57.1%)	447 (61.1%)	699 (63.7%)
รวม	175	46	8	32	25	73	7	731	1,097
อัตราส่วนระหว่าง ตรวจพบ/ ตรวจไม่พบ	1:1.4	1:2.5	1:3	1:3	1:5.3	1:5.6	1:1.3	1:1.6	1:1.7
ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration--BAC)									
ค่าเฉลี่ย (mg%)	155.27	241.15	85.00	147.88	104.75	176.18	102.00	165.38	164.46
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD.)	92.63	136.34	77.78	101.63	79.65	116.84	139.47	88.28	93.15
พิสัย (range)	13-354	13-400	30-140	12-333	16-189	12-400	18-263	13-400	12-400

ตาราง 4

ผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์กับพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบฆ่าตัวตาย

ผลการวิเคราะห์ แอลกอฮอล์	พฤติกรรมการเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ				
	สารพิษ	ผูกคอตาย	ยิงตัวตาย	อื่นๆ	รวม
ตรวจพบ	3 (27.3%)	66 (35.7%)	7 (50.0%)	3 (60.0%)	79 (36.7%)
ตรวจไม่พบ	8 (72.7%)	119 (64.3%)	7 (50.0%)	2 (40.0%)	136 (63.3%)
รวม	11	185	14	5	215
อัตราส่วนระหว่าง ตรวจพบ/ ตรวจไม่พบ	1:2.7	1:1.8	1:1	1:0.7	1:1.7
ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration--BAC)					
ค่าเฉลี่ย (mg%)	119.33	144.45	158.57	240.33	148.39
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD.)	86.07	101.01	137.10	104.90	103.92
พิสัย (range)	51-216	12-400	17-386	121-318	12-400

ตาราง 5

ผลการวิเคราะห์แอลกอฮอล์กับพฤติกรรมการเสียชีวิตแบบถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต

ผลการวิเคราะห์ แอลกอฮอล์	พฤติกรรมการเสียชีวิตแบบอุบัติเหตุ				
	ถูกแทง	ถูกยิง-ระเบิด	สัตว์ทำร้าย	ถูกฆ่าอื่นๆ	รวม
ตรวจพบ	12 (52.2%)	25 (29.8%)	1 (100.0%)	17 (39.5%)	55 (36.4%)
ตรวจไม่พบ	11 (47.8%)	59 (70.2%)	0 (0.0%)	26 (60.5%)	96 (63.6%)
รวม	23	84	1	43	151
อัตราส่วนระหว่าง ตรวจพบ/ ตรวจไม่พบ	1:0.9	1:2.4	1:0	1:1.5	1:1.7
ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration--BAC)					
ค่าเฉลี่ย (mg%)	161.92	129.48	38.00	187.00	152.67
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD.)	105.66	80.69	-	133.62	106.49
พิสัย (range)	12-338	14-264	-	13-400	12-400

การอภิปรายผล

การศึกษานี้พบว่าพฤติกรรมการเสียชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างเข้มแข็ง (strong relationship) กับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิต โดยแอลกอฮอล์ในเลือด มีผลเพิ่มความเสี่ยงสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพฤติกรรมการเสียชีวิต 3 แบบ ได้แก่ พฤติกรรมการเสียชีวิตโดยอุบัติเหตุ (accident) การถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต (homicide) และการฆ่าตัวตาย (suicide) เมื่อวิเคราะห์เชิงลึกใน 3 พฤติการณ์ดังกล่าวนี้แล้วพบว่า ผู้เสียชีวิตจากสาเหตุ อุบัติเหตุจราจรทางบก การเสียชีวิตจากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิตโดยการแทง และการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายโดยการยิงตัวตาย มีเปอร์เซ็นต์สูงที่มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด

ผลจากการศึกษานี้สนับสนุนการศึกษาต่าง ๆ ที่เคยมีรายงานมาก่อนทั้งในประเทศ (Koranee, Aunchai, Ditsawan, Pomyai & Vinissorn, 2017; Narongchai & Narongchai, 2006; Tangjai, Chaiyasong &

Ratnachodpanich, 2018) และต่างประเทศ (Hingson & Winter, 2003; Taylor & Rehm, 2012) ที่พบว่าการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดหรือการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุบัติเหตุจราจรทางบก ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการวางมาตรการที่เข้มงวดของภาครัฐ ต่อการดื่มสุราในผู้ขับขี่รถยนต์ จะเป็นมาตรการที่สำคัญที่จะช่วยลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรได้ ทั้งนี้เนื่องจากแอลกอฮอล์มีผลกดระบบประสาทส่วนกลาง (Olson, 2012) มีผลทำให้การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสมองบกพร่อง ทำให้ปฏิกิริยาการตอบสนองช้าลง สูญเสียการทำงานของกล้ามเนื้อ และการควบคุมสติ (Ratanavalachai, 2014) ส่งผลต่อความสามารถในการขับขี่ยานยนต์ นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุจราจรและการเสียชีวิตในที่สุด

การศึกษานี้พบว่า ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก มีค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดเท่ากับ 155.27 ± 92.63 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นระดับที่ร่างกายสูญเสียการทำงานของ

กล้ามเนื้อ ไม่สามารถควบคุมตนเองได้ มีปฏิกิริยาการตอบสนองช้าลง(Ratanavalachai, 2014) จึงมีผลอย่างมากต่อการขับซีรอนต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในหลายประเทศมีการกำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดในขณะที่ขับซีรอนต์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ (ได้แก่ ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50, 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) ที่จะมีผลต่อความผิดชอบมาสุราในขณะที่ขับซีรอนต์ (Cabinet and Royal Gazette Publishing Office, 1994; Hingson & Winter, 2003)

เมื่อพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้เสียชีวิตในการศึกษานี้ พบว่า ผู้เสียชีวิตที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่เป็น เพศชาย ซึ่งในสังคมไทยปัจจุบัน โดยทั่วไป เพศชายมีพฤติกรรมการดื่มสุราที่มากกว่าเพศหญิง การศึกษานี้ยังพบว่า ในจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบกที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด จำนวนทั้งสิ้น 73 รายนี้มีผู้เสียชีวิตที่อายุต่ำกว่า 20 ปี อยู่ 11 ราย (มีค่า BAC ตั้งแต่ 20–228 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) คิดเป็นร้อยละ 15.07 ทั้ง ๆ ที่มีการกำหนดในกฎหมายระบุ ห้ามมิให้ผู้ใดขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แก่บุคคลซึ่งมีอายุต่ำกว่า 20 ปีบริบูรณ์ (Office of the Council of State, 2008) ดังนั้นในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีการกำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่จะมีความผิดกรณีเมาสุราในขณะที่ขับซีรอนต์ สำหรับบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีหากมีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Cabinet and Royal Gazette Publishing Office, 2017) แตกต่างกับผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ที่กำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเกินกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ที่จะถือว่าเมาสุราในขณะที่ขับซีรอนต์ (Cabinet and Royal Gazette Publishing Office, 1994) ทั้งนี้เนื่องจากผู้ขับซีรอนต์ที่มีอายุน้อยหรือมีประสบการณ์ในการขับซีรอนต์ไม่เพียงพอ แม้จะมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดเพียงเล็กน้อยก็足以ผลทำให้ความสามารถในการควบคุมยานพาหนะลดลงมากกว่าผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า

การศึกษานี้พบว่า สาเหตุการเสียชีวิตจากการถูกแทง (ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตหนึ่งในพฤติกรรมการเสียชีวิต

จากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต) มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดถึงร้อยละ 52.2 แสดงให้เห็นว่า แอลกอฮอล์นอกจากจะมีผลต่อความสามารถในการขับซีรอนต์แล้วยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดความรุนแรง ขาดสติยั้งคิด ไม่สามารถควบคุมตนเองได้ เป็นสาเหตุให้เกิดการทะเลาะเบาะแว้ง ความรุนแรง จนเกิดการทำร้ายกันทำให้เกิดการเสียชีวิตได้

เช่นเดียวกันในกรณีพฤติกรรมการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายที่มีสาเหตุการเสียชีวิตจากการยิงตัวตายมีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดถึงร้อยละ 50 แสดงให้เห็นความเกี่ยวข้องของการดื่มแอลกอฮอล์กับพฤติกรรมการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายด้วยสาเหตุดังกล่าว เมื่อพิจารณาการศึกษาอื่นที่เคยมีรายงานมาก่อนก็พบว่า ผู้เสียชีวิตจากการฆ่าตัวตาย มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดถึงร้อยละ 13.4 รองจาก อุบัติเหตุจราจร และการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิต (Narongchai & Narongchai, 2006) นอกจากนี้แล้วพฤติกรรมการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายมักจะพบความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจพบยาเสพติดในกลุ่มที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น ยานอนหลับ ยาต้านการซึมเศร้า เป็นต้น (Sheehan, Rogers, William & Boardman, 2012) ดังนั้นการมีมาตรการที่เข้มงวดต่อการดื่มสุรา นอกจากจะมีผลลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรแล้ว ยังมีผลลดอาชญากรรมและการเสียชีวิตที่อาจเกิดขึ้นได้จากการขาดสติยั้งคิด ทำให้เกิดการทำร้ายผู้อื่นหรือถูกผู้อื่นทำร้ายให้เสียชีวิต และการฆ่าตัวตาย

สรุป

การตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือดมีความสัมพันธ์ปานกลาง กับเพศ พฤติกรรมการเสียชีวิตมีความสัมพันธ์อย่างเข้มแข็งกับการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด การมีแอลกอฮอล์ในเลือดเพิ่มความเสี่ยงสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญในพฤติกรรมการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ การถูกผู้อื่นทำร้ายให้เสียชีวิต และการฆ่าตัวตาย ใน 3 พฤติกรรมดังกล่าวนี้ ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก จากการถูกผู้อื่นทำให้เสียชีวิตโดยการแทง และจากการฆ่าตัวตายโดยการยิงตัวตาย มีเปอร์เซ็นต์สูงที่มีการตรวจพบแอลกอฮอล์ในเลือด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เสียชีวิตทุกรายที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูล
มาใช้ในการศึกษานี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ ภญ. ดร. อลิศรา

แสงวิรุณสุจริต และ อาจารย์ ภก. ภาณุวัฒน์ เพ็ญสว่างวัฒน์
ที่กรุณาให้คำแนะนำสถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้



References

- Cabinet and Royal Gazette Publishing Office. (1994). *Ministerial regulation no.16 (B.E. 2537) issued under the road traffic act, B.E. 2522*. Retrieved from <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2537/A/054/56.PDF>. (in Thai)
- Cabinet and Royal Gazette Publishing Office. (2017). *Ministerial regulation no.21 (B.E. 2560) issued under the road traffic act, B.E. 2522*. Retrieved from <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/A/059/1.PDF>. (in Thai)
- Hingson, R., & Winter, M. (2003). *Epidemiology and consequences of drinking and driving. Report prepared for the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, Boston, Massachusetts*. Retrieved from <https://pubs.niaaa.nih.gov/publications/arh27-1/63-78.htm>.
- Jung-in, K., & Pinitsoontorn, S. (2017). Drinking behavior and impacts to families of alcoholic drinking who received treatment in Thanyarak Hospital, Udon Thani. *Community Health Development Quarterly Khon Kaen University*, 5(3), 487-501. (in Thai)
- Koranee, R., Aunchai, C., Ditsawan, A., Pomyai, S., & Vinissorn, T. (2017). A study of blood alcohol level among cases of traffic accidents in the Health Service Region 3 years 2014-2016. *Journal of Health Sciences*, 26(2), 281-289.
- Narongchai, S., & Narongchai, P. (2006). The prevalence of detectable blood alcohol concentration among unnatural deaths in Northern Thailand. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 89(6), 809-813. (in Thai)
- Office of the Council of State. (1934). *Act promulgating the Criminal Procedure Code B.E. 2477*. Retrieved from <http://web.krisdika.go.th/data/law/law4/%BB05/%BB05-20-9999-update.pdf>
- Office of the Council of State. (2008). *Alcohol control act, B.E. 2551*. Retrieved from <http://www.krisdika.go.th/librarian/get?sysid=571438&ext=pdf>
- Olson, K. R. (2012). *Poisoning and drug overdose* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ratanavalachai, T. (2014). Biochemical alcohol intoxication. *Thammasat Medical Journal*, 14(3), 405-430. (in Thai)
- Sheehan, C. M., Rogers, R. G., William IV, G.W., & Boardman, J. D. (2013). Gender differences in the presence of drugs in violent deaths. *Addiction*, 108(6), 547-555.
- Tangjai, N., Chaiyasong, S., & Ratnachodpanich, T. (2018). Associations between alcohol consumption and injuries in emergency room patients: A case-crossover study. *Proceedings of the 14th Mahasarakham University Research, Mahasarakham Province, Thailand*. Mahasarakham: Mahasarakham University. (in Thai)

- Taylor, B., & Rehm, J. (2012). The relationship between alcohol consumption and fatal motor vehicle injury: High risk at low alcohol levels. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 36(10), 1827-1834.
- Thitachote, P., & Tookdee, B. (2015). A retrospective study on occurrence of drowning deaths with presence of alcohol and/or drugs-autopsy performed by the Central Institute of Forensic Science (2010-2014). *The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health*, 2(3), 103-113.



การหากลุ่มสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพของ *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.
โดยวิธี Bioassay Guided Fractionation
Bioassay Guided Fractionation of *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.:
To Investigate the Group of Chemical Compounds
that have Antimicrobial Activity

ธีระวัฒน์ บุญโสม¹

Teerawat Boonsom¹

¹ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹ School of Pharmacy, Eastern Asia University

Received: October 21, 2019

Revised: November 10, 2019

Accepted: November 15, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพของสารสกัดด้วยเมทานอลจากต้นคนทาและเพื่อศึกษากลุ่มของสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลชีพ โดยทดสอบกับเชื้อจุลชีพ 4 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* และ *Candida albicans* ด้วยวิธี disc diffusion ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลจากต้นคนทามีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *B. subtilis* ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใสเท่ากับ 7.01 และ 6.89 มิลลิเมตร ตามลำดับ และนำสารสกัดด้วยเมทานอลจากต้นคนทาไปศึกษาต่อด้วยวิธี TLC-bioautography เพื่อศึกษากลุ่มสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพโดยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟี สามารถแบ่งสารสกัดหยาบได้ 2 ส่วน แบ่งเป็นสารสกัดแยกส่วนที่ 1 และสารสกัดแยกส่วนที่ 2 เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion สารสกัดแยกส่วนที่ 1 มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และ *B. subtilis* โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 11.45 และ 8.96 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสารสกัดแยกส่วนที่ 2 ให้ฤทธิ์ต้านเชื้อ *B. subtilis* โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 10.77 มิลลิเมตร และในการทดสอบหากลุ่มของสารสำคัญพบว่ามีสารสำคัญเป็นสารกลุ่มแทนนิน กลุ่มฟลาโวนอยด์ กลุ่มอัลคาลอยด์ กลุ่มแอนทราควิโนนไกลโคไซด์ กลุ่มไตรเทอร์พีนอยด์ และกลุ่มสเตียรอยด์

คำสำคัญ: ต้นคนทา, ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ, ทีแอลซี ไบโออโตกราฟี

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the antimicrobial activity of crude methanolic extract from the *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. species and to investigate the group of chemical compounds that have antimicrobial activity. The methanolic extracts were investigated for antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans* by disc diffusion method. The methanolic extract of *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. species exhibited antimicrobial activity against *S. aureus* and *B. subtilis* with clear zone diameter of 7.01 mm. and 6.89 mm., respectively. The *H. perforata* methanolic extract was selected for further investigation of active constituents by TLC-bioautography. The extract was also fragmented by Column Chromatography into two fractions, fraction 1 and 2. Fraction 1 showed antimicrobial activity against *S. aureus* and *B. subtilis* with clear zone diameter of 11.45 mm. and 8.96 mm. respectively. Fraction 2 was active against only *B. subtilis* with clear zone diameter of 10.77 mm. In the phytochemical constituents testing, it was found that *H. perforata* (Blanco) Merr. contained mainly tannins, flavonoids, alkaloids, anthraquinone glycoside, triterpenoids and steroids.

Keywords: *Harisonia perforata* (Blanco) Merr., antimicrobial activity, TLC-bioautography



บทนำ

เนื่องจากปัญหาของโรคติดเชื้อ (infectious disease) เป็นปัญหาที่สำคัญทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขที่เกิดขึ้นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยพบว่าในปัจจุบันปัญหาโรคติดเชื้อที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางนั้น มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ การใช้ปฏิชีวนะที่มากเกินไปจนทำให้เกิดการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรีย ระดับความชุกของเชื้อแบคทีเรียในแต่ละพื้นที่ เป็นต้น และจากการศึกษาข้อมูลพบว่าโรคติดเชื้อเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี แม้ว่าจะมีรายงานอัตราการเสียชีวิตจากโรคติดเชื้อว่าในแต่ละปีจะมีอัตราการเสียชีวิตลดลงแต่ก็ถือว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขเนื่องจากส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อมโดยการแพร่กระจายเชื้อโรคได้ ดังนั้นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ต้องเร่งจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น (Luvira, 2006)

เชื่อก่อนโรคที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคและพบบ่อย ได้แก่ เชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรีย มี

คุณสมบัติย้อมติดสีแกรมบวก มีลักษณะกลม ขนาด 0.5–1.0 ไมครอน เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น แต่อาจจะพบเป็นเชลล์เดี่ยว เป็นคู่ หรือเป็นสายสั้น ๆ สามารถพบได้ที่ ผิวหนัง โพรงจมูก ทางเดินอาหาร เยื่อบุทางเดินหายใจ และบาดแผลที่เป็นฝี หนอง รวมถึงในดิน ผุ่นละออง เชื้อ *S. aureus* ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ แม้ในปริมาณน้อยกว่า 1 ไมโครกรัม โดยสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อแบบเฉียบพลัน เช่น ฝี หนองและการได้รับสารพิษจากเชื้อเฉียบพลัน (Siriwong & Chukeatirote, 2009)

เชื้อ *Bacillus subtilis* เป็นแบคทีเรีย รูปร่างเป็นท่อน (rod shape) ย้อมติดสีแกรมบวก (gram positive bacteria) โดยเชื้อชนิดนี้จะพบได้ในดิน เป็นแบคทีเรียที่สามารถใช้ควบคุมและป้องกันโรคพืชจากแบคทีเรียชนิดอื่นและจากเชื้อราได้ ผลิตเอนไซม์ เช่น amylase เพื่อย่อยสลายโมเลกุลของ starch ในการผลิตเป็น starch hydrolysate ผลิต protease เป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีน ให้เป็น peptone และ peptide หรือ protein hydrolysate

เชื้อ *Escherichia coli* หรือ *E. coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (gram negative bacteria) มีรูปร่างเป็นท่อน แบคทีเรียชนิดนี้ ไม่สร้างสปอร์ และเป็น facultative anaerobe คือสามารถเจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน สามารถก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วง โรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะและติดเชื้อในกระแสเลือด (Public health statistics, Ministry of public health, 2015)

เชื้อ *Candida albicans* เป็นยีสต์มีขนาด ตั้งแต่ 3-7 ไมครอน และเพิ่มจำนวนด้วยการแตกหน่อ (budding) โดยความสามารถในการแตกหน่อขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นต้น ซึ่งเป็นเชื้อที่อาศัยอยู่ตามเยื่อเมือก จะก่อโรค Candidiasis ซึ่งเป็นโรคติดเชื้อฉวยโอกาส โดยเฉพาะในคนที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น เบาหวาน ติดเชื้อ HIV ได้รับยากดภูมิคุ้มกัน โดยจะเกิดการติดเชื้อได้ตามเยื่อเมือกในปาก ช่องคลอด ทางเดินอาหาร สามารถเกิดโรคได้ในเยื่อเมือกหัวใจ ในเลือด และสมองได้ พบว่า *C. albicans* จัดเป็นสายพันธุ์ candidas ที่มีความรุนแรงในการก่อโรคสูงที่สุด

ประเทศไทยเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายของทรัพยากรทางธรรมชาติ ทั้งป่าไม้ แร่ธาตุ สมุนไพร โดยมีการเรียนรู้ที่จะใช้สมุนไพรมาใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ จากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีมาช้านานและพบว่าการนำสมุนไพรในท้องถิ่นมาใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวกับการรักษาโรค งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดค้นยาใหม่ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาสารสำคัญต่าง ๆ จากสมุนไพร เป็นต้น โดยจากการศึกษาพบว่าพืชเป็นแหล่งสำคัญสำหรับการสร้างสาร secondary metabolites ซึ่งจะมีในสิ่งมีชีวิตบางจำพวกเท่านั้น เป็นสารที่ไม่จำเป็นต่อการดำรงชีพแต่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่ผลิตสารนั้น ๆ โดยเป็นสารที่ใช้ในขบวนการป้องกันตัวเองจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น น้ำมันหอมระเหย สารปฏิชีวนะ หรือสารที่มีฤทธิ์ทางยา ซึ่งถือเป็นสารสำคัญที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ในการแพทย์ต่อไปได้

ต้นคนทา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Harrisonia perforata* (Blanco) merr. ชื่อวงศ์ Rutaceae ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่มขนาดใหญ่หรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นมีหนามแข็ง รากอ่อนและต้น รสขม ผิวเนื้อฝาด เย็น มีสรรพคุณแก้ท้องร่วง บิด ลดความร้อนในร่างกาย ลดไข้พิษ

แก้ร้อนในกระหายน้ำได้ (Smittinand, 2014) โดยจากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าได้มีการนำเปลือกและรากคนทา มาใช้ประโยชน์โดยทำเป็นยาแก้ไข้ แก้โรคไข้ และโรคท้องร่วง และในการตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพบว่าต้นคนทามีฤทธิ์ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยต้นคนทามีผลต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก เช่นเชื้อ *Streptococcus mutans* และเชื้อ *Mycobacterium smegmatis* ได้นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ในต้นคนทา เช่น การศึกษา anti-inflammatory activity จากรากต้นคนทา การค้นพบสารสำคัญชนิดใหม่จากส่วนผลของต้นคนทา เป็นต้น

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและกลุ่มของสารทางเคมี โดยวิธี bioassay guided fractionation เป็นการศึกษาให้พบว่าการแยก pattern ของสารสำคัญร่วมกับการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพไปพร้อม ๆ กัน จากนั้นจึงทำการศึกษาแยกกลุ่มสารที่มีฤทธิ์เพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์ต่อไป ซึ่งมีข้อดีคือสามารถติดตามและแยกสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต้องการได้รวดเร็วกว่าวิธีดั้งเดิมในทางเภสัชเวช ซึ่งใช้วิธีการแยกเพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์ก่อนจะนำมาศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจะใช้เวลาค่อนข้างนานและอาจจะไม่ได้สารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพตามต้องการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของสารสกัดด้วยเมทานอลจากต้นคนทา
2. เพื่อศึกษากลุ่มของสารเคมีที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่แยกได้จากต้นคนทา

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาสารสำคัญต่าง ๆ

มีการศึกษาสารที่แยกได้จากกิ่งคนทา พบสาร chromones จำนวน 6 ตัว คือ peucenin-7-methyl ether, O-methylalloptaeoxylin, perforatic acid, eugenin, saikochromone A และ greveichromenol ร่วมกับ พบ chromones ใหม่ อีก 5 ตัว คือ (1) 5-hydroxy-7-methoxy-2-methyl-8-(2,3-epoxy-3-methylbutyl)

chromone, (2) 5-hydroxy-7-ethoxy-2-methyl-8-(1-hydroxy-3-methyl-3-butenyl)chromone (3)5-hydroxy-7-methoxy-2-methyl-8-(2-hydroxy-3-methyl-3-butenyl) chromone, (4) nor-2-methyl-alloptaeoxylin methyl ether และ (5) 2-hydroxymethyl-alloptaeoxylin เพื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการ antimycobacterial และ antiplasmodial ซึ่งจากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารทั้ง 11 ตัว พบว่า สาร chromones ที่มีฤทธิ์ antimycobacterial มีดังนี้ (1)peucenin-7-methyl ether, (2)O-methylalloptaeoxylin, (3) eugenin, (4) greveichromenol, (5) 5-hydroxy-7-methoxy-2-methyl-8-(2,3-epoxy-3-methylbutyl) chromone, (6) 5-hydroxy-7-ethoxy-2-methyl-8-(1-hydroxy-3-methyl-3-butenyl)chromone, (7)5-hydroxy-7-methoxy-2-methyl-8-(2-hydroxy-3-methyl-3-butenyl) chromone, (8) nor-2-methyl-alloptaeoxylin methyl ether และ (9) 2-hydroxymethyl-alloptaeoxylin และสาร chromones ที่มีฤทธิ์ antiplasmodial มีเพียงตัวเดียว คือ O-methylalloptaeoxylin (Tuntiwachwuttikul et al., 2006)

มีการศึกษาหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากส่วนของผลและรากคนทา โดยการแยกสารสกัดด้วย ethyl acetate ของส่วนของผลและรากคนทาโดยใช้เทคนิคทาง chromatography พบว่าได้สาร harperamone, limonoids, harperfolide และ harperforatin รวมทั้งสารที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้ 6 ชนิด คือ harrisonin, obacunone, (+)-vouacapenic acid, harrisonol A, peucenin-7-methyl ether และ braylin I จากรายงานการวิจัยพบว่า braylin I และ (+)-vouacapenic acid แยกได้จากพืชสกุล Harrisonia เป็นครั้งแรก (Choodej, Sommit & Pudhom, 2013)

มีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากส่วนของผลคนทา พบว่ามีสารกลุ่ม limonoid เป็นสารสำคัญ (Yan et al., 2011)

2. ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ

มีการศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพ (antimicrobial activity) ต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* และเชื้อ *Actinobacillus*

actinomycetemcomitans โดยใช้สารสกัดด้วย hexane methylene chloride ethanol และน้ำ ของต้นคนทา ด้วยวิธี agar diffusion method จากผลการทดลองที่ได้คือ สารสกัดทั้งหมด ยกเว้นสารสกัดด้วยน้ำ แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Streptococcus mutans* และเชื้อ *Actinobacillus actinomycetemcomitans* ซึ่งมีการเปรียบเทียบกับยามาตรฐาน คือ ยา chlorhexidine ด้วย (Sirichitra, 1993)

มีการศึกษาผลการยับยั้งการยึดเกาะของ *Streptococcus mutans* ATCC 25175 และ TPF-1 ด้วยสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่าง ๆ โดยใช้สารสกัดเอทานอลจากกิ่งของต้นคนทา งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลจากกิ่งต้นคนทาให้ผลยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อ *Streptococcus mutans* ATCC 25175 ได้ (Limsong, Benjavongkulchai & Kuvatanasuchati, 2004)

มีการศึกษาผลของสารสกัดจากสมุนไพรไทยบางชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* พบว่าสารสกัดจากสีฟันคนทาที่สกัดด้วย 95% ethanol สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* และ *S. epidermidis* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า MIC เท่ากับ 0.06 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า MBC เท่ากับ 0.49 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Phalanisong, 2008)

3. ศึกษาฤทธิ์ด้านการอักเสบ

มีการศึกษาฤทธิ์ด้านการอักเสบของสารสกัดด้วยเอทานอลจากรากคนทา ซึ่งเป็นส่วนประกอบจากรากทั้ง 5 ของตำรายาไทยแผนโบราณเบญจโลกวิเชียร ที่ใช้ในการลดอาการไข้ โดยทำการศึกษาในเซลล์ macrophage (J774A.1) ที่ถูกกระตุ้นด้วย Lipopolysaccharide--LPS และในหนูแรทที่ทำให้เกิดการอักเสบที่อุ้งเท้าโดยการฉีด carrageenan ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากรากคนทา ความเข้มข้น 12.5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการหลั่งสารสื่อการอักเสบ (pro-inflammatory cytokines) TNF- α และ IL-1 β ได้อย่างมีนัยสำคัญและขึ้นกับความเข้มข้นที่ใช้ โดยสารสกัดจากรากคนทาความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถ

ยับยั้งการแสดงออกของยีน TNF- α และ IL-1 β ได้สูงสุดถึง 49.83% และ 47.27% ตามลำดับ สำหรับ IL-6 สารสกัดด้วยเอทานอลจากรากคนทา ความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ยับยั้งการแสดงออกของยีนสูงสุด 32.16% นอกจากนี้สารสกัดด้วยเอทานอลจากรากคนทา ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ยังยับยั้งการแสดงออกของยีน iNOS และ COX-2 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการอักเสบได้ 88.11% และ 93.68% ตามลำดับ โดยไม่พบความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ศึกษา การฉีดสิ่งสกัดจากรากคนทาเข้าทางช่องท้องหนูแรท ในขนาด 50, 100, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดการอักเสบแบบเฉียบพลันที่เวลา 2 ชั่วโมงภายหลังการเหนี่ยวนำให้เกิดอู้ง่ายอักเสบได้ 28.48%, 31.18%, 47.85% และ 65.05% ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้บ่งชี้ว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากรากคนทามีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Somsil, 2012)

มีการศึกษาหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากส่วนของผลและรากคนทา โดยการแยกสารสกัดหยาบด้วย ethyl acetate ของส่วนของผลและรากคนทา จากนั้นได้นำสารที่แยกได้มาทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยวัดการยับยั้งการผลิต nitric oxide ในเซลล์ macrophage J774.A1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการอักเสบด้วย lipopolysaccharide (LPS) ผลที่ได้ คือ harperfolide แสดงฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ดีที่สุด โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 6.51 μ M นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาการยับยั้งการผลิต nitric oxide โดยวัดจากการกวดการแสดงออกของโปรตีน iNOS ด้วยเทคนิค Western blot จากผลการทดลองพบว่าเซลล์ macrophage J774.A1 ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS และได้รับสาร harperfolide ส่งผลให้มีการแสดงออกของโปรตีน iNOS ลดลง แสดงให้เห็นว่าสาร harperfolide สามารถควบคุมการแสดงออกของโปรตีน iNOS ได้ตั้งแต่ระดับการถอดรหัส (Choodej, Sommit & Pudhom, 2013)

4. ความเป็นพิษ (toxicity)

มีการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรัง (acute and subchronic toxicity) ในหนู ของสารสกัดด้วยน้ำจากต้นคนทา ซึ่งใช้ส่วนของเปลือก จากผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำเป็นสารสกัด ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรังในหนู (Sireeratawong, 2009) มีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากส่วนของ

ผลคนทา มีการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ในหลอดทดลอง (in vitro cytotoxicity) ซึ่งทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ HL-60 (human leukaemia) และ A-549 (human lung adenocarcinoma) cell lines โดยวิธี methyl-thiazol-tetrazolium (MTT) และ sulforhodamine B (SRB) ซึ่งจากการทดสอบสารกลุ่ม limonoids ที่ได้จากผลคนทา ทั้ง 8 ตัวนั้น พบว่ามีสาร limonoid เพียงตัวเดียว คือ Harpernoid B ที่แสดงผลเป็น weak activity ต่อการทดลองครั้งนี้ (Yan et al., 2011)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

นำสารสกัดหยาบของต้นคนทามาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans* หลังจากนั้นนำไปหาสารที่คาดว่าจะออกฤทธิ์โดยวิธี TLC-bioautography และทดสอบกลุ่มของสารเคมีเบื้องต้นที่คาดว่าจะพบในต้นคนทา

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง คือ สมุนไพรคนทา จำนวน 1 แหล่งที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างวิจัยที่ จังหวัดกาญจนบุรี โดยการเก็บและระบุของชนิดของพืชสมุนไพรได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญด้านพฤกษศาสตร์ ดร.ปราโมทย์ ไตรบุญ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นวิธีการทดลองที่มีขั้นตอน กระบวนการที่น่าเชื่อถือและใช้กันอย่างแพร่หลายและสามารถวัดผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างน่าเชื่อถือ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยใช้การบันทึกผลทางด้านวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนที่ได้ดำเนินการ เริ่มจากการ

ทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพ วัดผลด้วยค่าสถิติโดยเลือกใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการทดสอบกลุ่มของสารเคมีเบื้องต้นวัดจากการเปลี่ยนแปลงของสีและตะกอนที่เกิดขึ้น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยวัดผลด้วยค่าสถิติโดยเลือกใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพและศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บพืชสมุนไพรคนหาที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ โดยสามารถเก็บตัวอย่างได้ที่จังหวัดกาญจนบุรี

3. การเตรียมพืชสมุนไพร

คัดเลือกพืชสมุนไพรที่เก็บมาเป็นพืชตัวอย่าง จากนั้นนำมาทำความสะอาดและหั่นเพื่อลดขนาด แล้วนำมตากแห้งหรืออบแห้งจนพืชแห้งสนิท และทำการบดพืชด้วยเครื่องบดเพื่อลดขนาดอีกครั้ง

4. การหมักพืชสมุนไพร

นำพืชสมุนไพรที่ผ่านการลดขนาดแล้ว มาแช่ในตัวทำละลายคือ เมทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ที่เตรียมไว้ โดยบรรจุภายในภาชนะปิด ใช้เวลาในการหมักพืชสมุนไพรประมาณ 3-7 วันและทำซ้ำจำนวน 3 รอบ

5. การสกัดพืชสมุนไพร

นำพืชสมุนไพรที่หมักไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด มากรองเพื่อเอาสารละลายไปทำการระเหยแห้งโดยผ่านเครื่อง rotary evaporator แล้วเก็บส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นสารสกัดหยาบ (crude extract) ไว้ในถ้วยระเหย เก็บในตู้เย็น

6. การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพโดยวิธี disc diffusion ของสารสกัดสมุนไพร

Disc diffusion techniques เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพมาก เนื่องจากสามารถปฏิบัติ

ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว รวมทั้งสามารถให้ผลการทดสอบที่แน่นอนและถูกต้อง ซึ่งการทดสอบด้วยเทคนิคนี้จะอาศัยหลักการแพร่ที่ว่า เมื่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เติมลงบนกระดาษกรอง (filter paper disc) ซึ่งวางบนอยู่บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการตรวจสอบไว้ มีการแพร่จากจุดเริ่มต้นไปในอาหารเลี้ยงเชื้อนั้น ๆ เมื่อระยะทางที่สารแพร่ออกไปเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นก็ลดลง ทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของสาร ณ จุดต่าง ๆ กัน รอบแผ่นกระดาษกรอง ในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ถูกยับยั้งโดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ณ ความเข้มข้นของสารที่จุดใด ๆ (ที่ไกลจากกระดาษกรอง) ก็จะเจริญและเพิ่มจำนวนขึ้นจนเห็นได้ชัด ซึ่งแตกต่างจากบริเวณที่ใกล้กับกระดาษกรองซึ่งมีความเข้มข้นของสารมากพอที่จะยับยั้งเชื้อได้ ทำให้ไม่มีการเจริญของเชื้อให้เห็นจึงเกิดเป็นโซนใส (inhibition zone) ขึ้น

7. การทดสอบหาสารออกฤทธิ์ในสารสกัดโดยวิธี TLC-bioautography

หลังจากทำการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ แล้วสามารถระบุได้ว่าสมุนไพรชนิดใดที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลชีพ จากนั้นก็นำสารสกัดของพืชสมุนไพรชนิดที่สามารถต้านเชื้อจุลชีพได้ มาทำการทดสอบเพื่อหาสารออกฤทธิ์โดยผ่านกระบวนการแยกสารด้วยวิธี TLC-bioautography

8. การแยกสารด้วยวิธี column chromatography เมื่อผ่านกระบวนการทดสอบเพื่อหาสาร ออกฤทธิ์ โดยผ่านกระบวนการแยกสารด้วยวิธี TLC-bioautography แล้ว จากนั้นก็นำสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพมาผ่านกระบวนการแยกสารด้วยวิธี column chromatography โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกสารด้วยวิธี column chromatography ให้พร้อม

2. ชั่งน้ำหนักซิลิกาเจล 150 มิลลิกรัม

3. บรรจุซิลิกาเจลลงไปในคอลัมน์ตามปริมาณที่กำหนดโดยดูตามความเหมาะสม แล้วเติมสารละลายที่เป็น mobile phase โดยมีส่วนผสมระหว่าง hexane:

ethylacetate (70:30) ลงไปในคอลัมน์ ตั้งทิ้งไว้นานประมาณ 24 ชั่วโมงเพื่อให้ซิลิกาเจลจับกันแน่น

4. จากนั้นนำสารสกัดหยาบมาผสมให้เข้ากับซิลิกาเจลด้วยโกร่งกระเบื้อง เมื่อผสมเข้ากันดีจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว บรรจุลงในคอลัมน์โดยโปรยบนผิวหน้าของซิลิกาเจลที่บรรจุไว้ก่อนแล้ว โดยค่อยๆโปรยให้ผิวหน้าเรียบเสมอกัน

5. เปิดจุก stopcock เพื่อปล่อยสารละลายที่เป็น mobile phase ออกมาจากคอลัมน์จนกระทั่งถึงช่วงของสารตัวอย่างที่ต้องการจึงเริ่มเก็บสารตัวอย่างในแต่ละส่วน ๆ (fraction) ไว้ใน beaker

6. จากนั้นนำแต่ละ fraction ที่แยกแล้วมาหยดบนแผ่น TLC เพื่อดูการเคลื่อนที่ของสารตัวอย่างแต่ละ fraction โดยใช้ hexane:ethylacetate:methanol อัตราส่วน 70:25:5 เป็น mobile phase

7. รวมแต่ละ fraction ที่เคลื่อนที่บนแผ่น TLC แล้วสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะเดียวกันเข้าด้วยกัน แล้วนำมาระเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator จนแห้ง

8. จากนั้นนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพด้วยวิธี TLC-bioautography ตามขั้นตอนเดิม

9. การศึกษาสารกลุ่มของสารเคมี (phytochemical constituents)

1. การตรวจสอบสารกลุ่ม Alkaloids

เตรียมสารละลายของสารสกัดตัวอย่างโดยละลายใน $\text{dil.H}_2\text{SO}_4$ อยู่ใน test plate จากนั้นทำการทดสอบโดยหยด reagents 1-2 หยดลงในสารละลายที่เตรียมไว้ แล้วสังเกตตะกอนและสีที่เกิดขึ้น โดยทำการทดสอบด้วย reagents ต่าง ๆ

4 reagents ดังนี้

- Dragendorff's reagent
(positive = ตะกอนสีส้ม)
- Mayer's reagent
(positive = ตะกอนขาวขุ่น)
- Wagner's reagent
(positive = ตะกอนสีเหลืองอ่อน)

- Hager's reagent
(positive = ตะกอนสีเหลือง)

2. การตรวจสอบสารกลุ่ม Tannins

นำสารสกัดตัวอย่างมาต้มในน้ำให้เดือดประมาณ 4-5 นาทีและกรอง จากนั้นแบ่งสารละลายที่ได้ใส่ในหลอดทดลอง 8 หลอด หลอดละ 1-2 มิลลิลิตร

หลอดที่ 1 เติม gelatin solution 2-3 หยด
(positive = ตกตะกอน)

หลอดที่ 2 เติม lead acetate solution 2-3 หยด
(positive = ตกตะกอน)

หลอดที่ 3 เติม 2% quinine HCl solution 1 หยด
(positive = ตกตะกอน)

หลอดที่ 4 เติม 1% ferric chloride 2-3 หยด
(positive = สารละลายหรือตะกอนสีเขียวหรือสีน้ำเงิน)

หลอดที่ 5 เติม bromine water 5-6 หยด
(positive = ตกตะกอน)

หลอดที่ 6 Formaldehyde-HCl test: เติม 40% formalin 3 หยดและ 10% HCl 6 หยดต้มใน water bath 1-2 นาที (positive = ตกตะกอนสีแดง)

หลอดที่ 7 Vanillin-HCl test: ระเหยสารตัวอย่างใน evaporating dish บน water bath จนแห้งแล้วเติม Vanillin reagent 1 มิลลิกรัมและ conc.HCl 1 หยด (positive = เกิดสีแดง)

หลอดที่ 8 เติม Lime-water 5 มิลลิลิตร
(positive = ตกตะกอน)

3. การตรวจสอบสารกลุ่ม Flavonoids

3.1 Shinoda test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย ethanol 1-2 หยดจากนั้นเติมผงหรือแผ่น magnesium 4-5 แผ่น และหยด 5N HCl 2-3 หยด จะเกิดปฏิกิริยามีฟองฟู (positive = สารกลุ่ม flavonone และ dihydroflavonol จะทำให้เกิดสีแดงหรือสีชมพู)

3.2 Pew test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย ethanol 1-2

หยดจากนั้นเติมผงสังกะสี 0.5 กรัมและหยด 2N HCl 2 หยดเขย่าให้เข้ากันแล้วเติม conc.HCl 10 หยด (positive = dihydroflavonol จะทำให้เกิดสีแดงส่วนสาร flavonoid อื่น ๆ จะเกิดสีชมพูอ่อนหรือไม่เกิดสี)

3.3 Ferric chloride test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วยน้ำหรือ ethanol 2-3 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 2.5% FeCl_3 2-3 หยด (positive = flavonoid จะทำให้เกิดสีเขียวหรือสีน้ำเงิน)

4. การตรวจสอบสารกลุ่ม Anthraquinone O-glycosides ด้วย Borntrager's test

นำสารสกัดตัวอย่างมาเติมน้ำและเติม 6N HCl ต้ม นาน 5 นาที จากนั้นกรองและเทใส่หลอดทดลอง ทำการสกัดส่วนที่กรองได้ด้วย CH_2Cl_2 โดยเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น จากนั้นเก็บชั้น CH_2Cl_2 นำมาเติม ammonia T.S. และเขย่า สังเกตสีในชั้นต่าง (positive=ชั้นต่างมีสีชมพูถึงแดง)

5. การตรวจสอบสารกลุ่ม Triterpenoids และ Steroids ด้วย Liebermann-Burchard test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย 30% ethanol ใส่ในหลอดทดลอง ทำการสกัดด้วย CH_2Cl_2 จากนั้นดูดชั้น CH_2Cl_2 ใส่ในถ้วยกระเบื้อง และนำไปประเหยให้แห้งบน water bath ที่ 60°C ให้เย็น หลังจากนั้นหยด acetic anhydride ลงไป 2-3 หยดผสมให้เข้า แล้วค่อย ๆ หยด conc. H_2SO_4 ลงไปด้านข้างถ้วย 1-2 หยด ให้ไหลช้า ๆ ลงมารวมกันกับสารละลายในถ้วย สังเกตสีที่เกิดขึ้น (positive=สารกลุ่ม Triterpenoids จะได้สีแดงหรือสีม่วงแดง และสารกลุ่ม Steroids จะได้สีเขียวหรือสีน้ำเงิน)

6. การตรวจสอบสารกลุ่ม Saponin glycoside

6.1 Foam test นำสารสกัดตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำอุ่นและเขย่าแรงๆประมาณ 3 นาที สังเกตลักษณะและวัดความสูงของฟอง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 20 นาทีและวัดความสูงอีกครั้ง หลังจากนั้นเติม dilute HCl ลงไป นำไปต้มใน water bath นาน 30 นาที นำมาเขย่าแรงๆแล้วสังเกตการเกิดฟองอีกครั้ง (positive = เกิดฟองหกเหลี่ยมที่คงทน แต่เมื่อเติม dilute HCl จะสูญเสียคุณสมบัติในการทำให้เกิดฟอง)

6.2 Liebermann-Burchard test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย 30% ethanol ใส่ในหลอดทดลอง ทำการสกัดด้วย CH_2Cl_2 จากนั้นดูดชั้น CH_2Cl_2 ใส่ในถ้วยกระเบื้อง และนำไปประเหยให้แห้งบน water bath ที่ 60°C ให้เย็น หลังจากนั้นหยด acetic anhydride ลงไป 2-3 หยดผสมให้เข้า แล้วค่อย ๆ หยด conc. H_2SO_4 ลงไปด้านข้างถ้วย 1-2 หยด ให้ไหลช้า ๆ ลงมารวมกันกับสารละลายในถ้วย สังเกตสีที่เกิดขึ้น (positive = สารกลุ่ม Triterpenoids จะได้สีแดงหรือสีม่วงแดง และสารกลุ่ม Steroids จะได้สีเขียวหรือสีน้ำเงิน)

7. การตรวจสอบสารกลุ่ม Cardiac glycoside

7.1 การตรวจสอบ Steroid nucleus โดย Liebermann-Burchard test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย 30% ethanol ใส่ในหลอดทดลอง ทำการสกัดด้วย CH_2Cl_2 จากนั้นดูดชั้น CH_2Cl_2 ใส่ในถ้วยกระเบื้อง และนำไปประเหยให้แห้งบน water bath ที่ 60°C ให้เย็น หลังจากนั้นหยด acetic anhydride ลงไป 2-3 หยดผสมให้เข้า แล้วค่อย ๆ หยด conc. H_2SO_4 ลงไปด้านข้างถ้วย 1-2 หยด ให้ไหลช้า ๆ ลงมารวมกันกับสารละลายในถ้วย สังเกตสีที่เกิดขึ้น (positive = สารกลุ่ม Triterpenoids จะได้สีแดงหรือสีม่วงแดง และสารกลุ่ม Steroids จะได้สีเขียวหรือสีน้ำเงิน)

7.2 การตรวจสอบ Unsaturated Lactone Ring

7.2.1 Kedde test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย 30% ethanol จากนั้นเติม Kedde reagent I และ II อย่างละ 2-3 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้นทันที (positive = เกิดสีม่วงแดง)

7.2.2 Raymond test

ละลายสารสกัดตัวอย่างด้วย 30% ethanol จากนั้นเติม Raymond reagent I และ II อย่างละ 2-3 หยด สังเกตสีที่เกิดขึ้น (positive = เกิดสีม่วงทันที แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน)

7.2.3 การตรวจสอบ Deoxy sugar โดย Keller-Kiliani test

นำสารสกัดตัวอย่างซึ่งละลาย ด้วย 30% ethanol มาเติม FeCl_3 reagent ผสมให้เข้ากัน แล้วเท

ลงในหลอดทดลอง จากนั้นค่อย ๆ ริน $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ ลงไป ด้านข้างหลอดทดลองจนเห็นแยกชั้นอยู่ด้านล่าง สังเกตสีที่เกิดขึ้น (positive=เกิดวงแหวนสีน้ำตาลเขียว และหลังจากตั้งทิ้งไว้จะพบว่าสารละลายชั้นบนเปลี่ยนเป็นสีเขียว)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพ และกลุ่มของสารเคมีที่มีในสมุนไพรไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

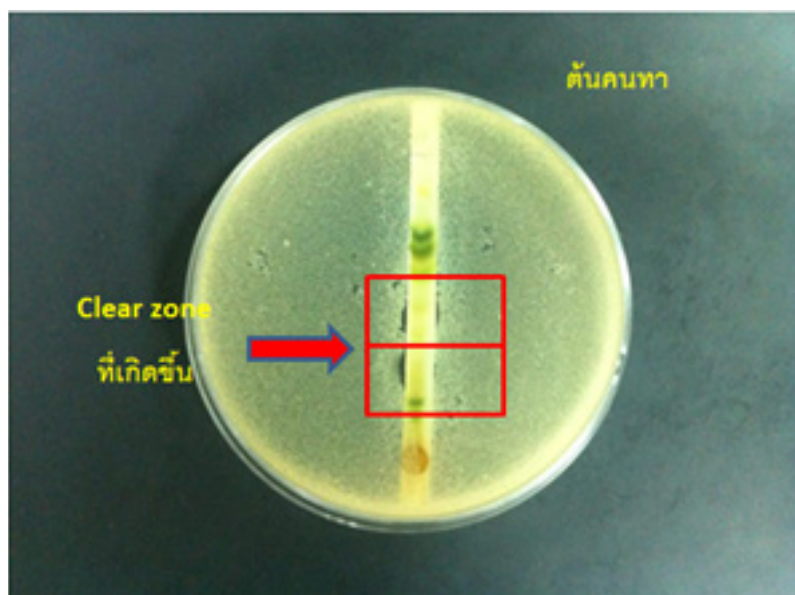
1. การสกัดพืชสมุนไพร

นำส่วนใบของต้นคนทามาสกัดด้วยเอทานอล ซึ่งปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้คือ 13.68 กรัม และได้ % yield เท่ากับ 8.65

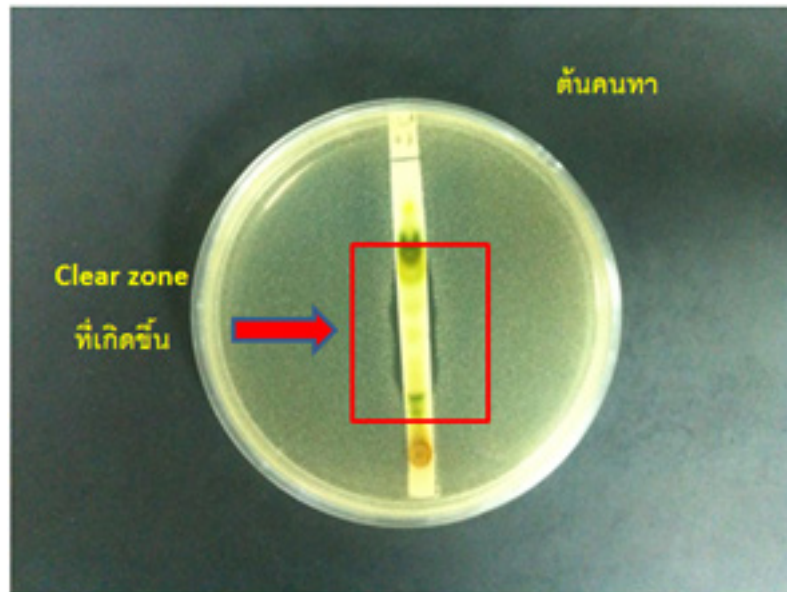
2. การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดหยาบของคนทา

นำสารสกัดหยาบของคนทามาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 90028, *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ด้วยวิธี disc diffusion พบว่าสารสกัดจากต้นคนทามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ *Bacillus subtilis* ซึ่งมีขนาดของโซนใสเท่ากับ 6.89 มิลลิเมตร และเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้มีขนาดของโซนใสเท่ากับ 7.01 มิลลิเมตร และไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* และเชื้อ *Candida albicans*

ผลการทดสอบเพื่อหาสารที่ออกฤทธิ์ในสารสกัดจากสมุนไพรโดยวิธี TLC-bioautography



ภาพ 1 การเกิดโซนใสของต้นคนทา ด้วยปริมาณสาร 1 มิลลิกรัมต่อเชื้อ *Bacillus subtilis*



ภาพ 2 การเกิดโซนใสของต้นคนหา ปริมาณสาร 1 มิลลิกรัมต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ตาราง 1

ผลการทดสอบเพื่อหาสารที่ออกฤทธิ์ในสารสกัดโดยวิธี TLC-bioautography

สารสกัดที่ใช้ทดสอบ (1 มิลลิกรัม)	ขนาดของโซนใส (มิลลิเมตร)	
	<i>S. aureus</i> ATCC 25923	<i>B. subtilis</i> ATCC 6633
ต้นคนหา	8.33	7.53

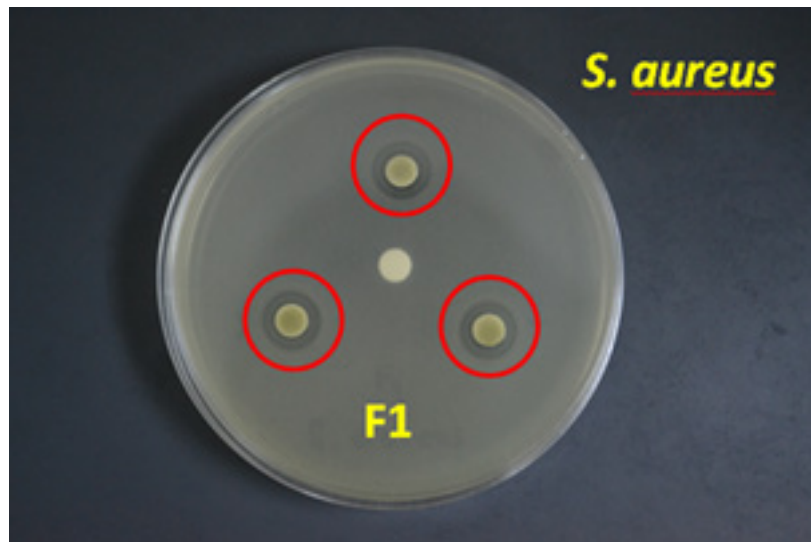
จากผลการทดสอบด้วยวิธี TLC-bioautography เพื่อหาสารที่ออกฤทธิ์จากสารสกัด พบว่าสารสกัดจากต้นคนหาที่มีฤทธิ์ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* และเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยการแสดงขนาดโซนใสเท่ากับ 7.53 มิลลิเมตร และเท่ากับ 8.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากลักษณะการเกิดโซนใสของสารสกัดจากต้นคนหา ต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 เชื้อ พบว่ามีโซนใสมากกว่า 1 จุด ซึ่งอาจเกิดขนาดโซนใสขึ้นใกล้ ๆ กันแล้วเกิดการซ้อนทับกันของโซนใส ทำให้มองเห็นเป็นโซนใสขนาดยาว และสามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ได้ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูล เชื้อ *S. aureus* เป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ ซึ่งสารสกัดจากต้นคนหาเป็นพืชสมุนไพรเพียงชนิดเดียวที่สามารถต้านเชื้อชนิดนี้ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกต้นคนหาไปใช้ในการวิจัยโดยการนำไปทดสอบแยกส่วนประกอบของสารโดยวิธี Column Chromatography ในขั้นตอนต่อไป

3. ผลการแยกส่วนประกอบของสารโดยวิธี Column Chromatography

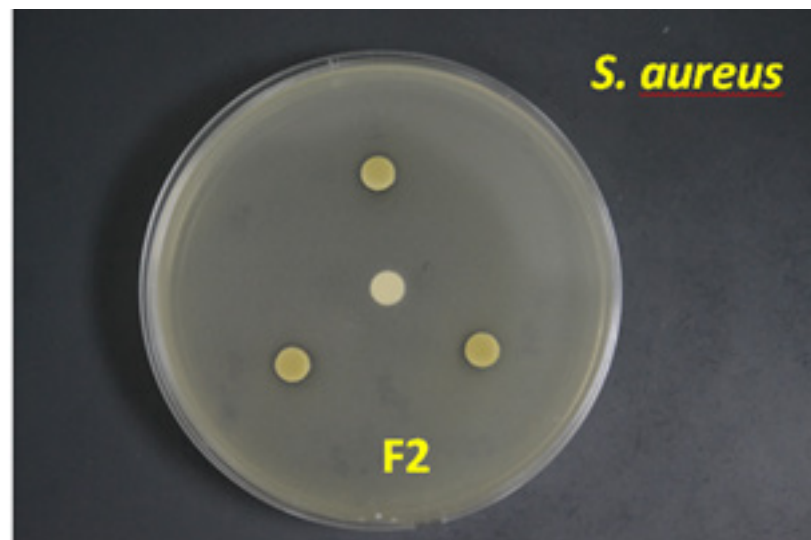
เมื่อทำการทดสอบเพื่อหาสารที่ออกฤทธิ์ในสารสกัดจากสมุนไพรโดยวิธี TLC-bioautography แล้ว ผู้วิจัยนำสารสกัดจากคนหา มาผ่านวิธี Column Chromatography โดยใช้ Mobile phase เป็น Hexane:ethylacetate ในอัตราส่วน 70:30 แล้วเก็บแยกส่วนของสารสกัดจากต้นคนหาที่ผ่านคอลัมน์ ได้ 60 fraction รวมทั้งหมด 60 flask จากนั้นทำการ spot สารแต่ละ fraction บนแผ่น TLC แล้วนำไปส่องภายใต้ UV แล้วรวม fraction ที่อยู่ในระนาบเดียวกันเข้าด้วยกัน ได้ 2 fraction คือ fraction F1 (flask ที่ 1-6) และ fraction F2 (flask ที่ 7-60) จากนั้นนำสารทั้ง 2 fraction ไปทำการระเหยแห้งเพื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

ผู้วิจัยนำ fraction F1 และ fraction F2 ที่ได้ มาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 และ

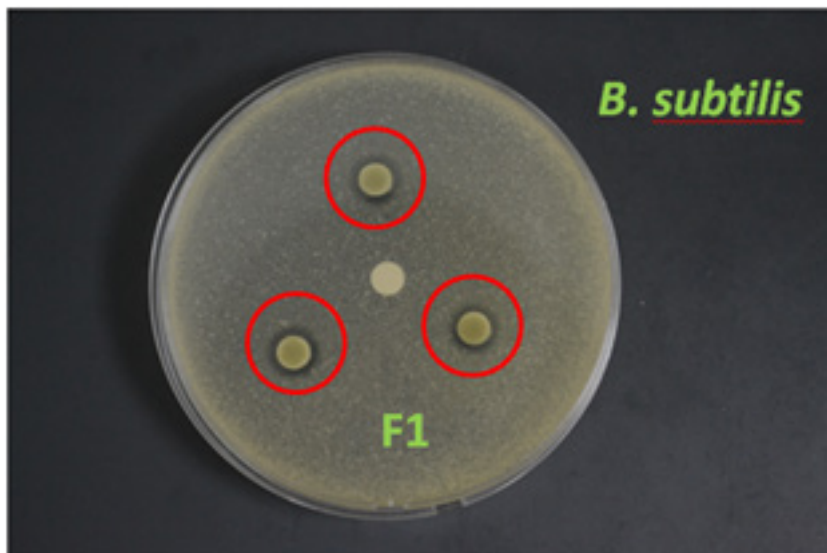
B. subtilis ATCC 6633 โดยวิธี disc diffusion ได้ผลการทดสอบ ดังนี้



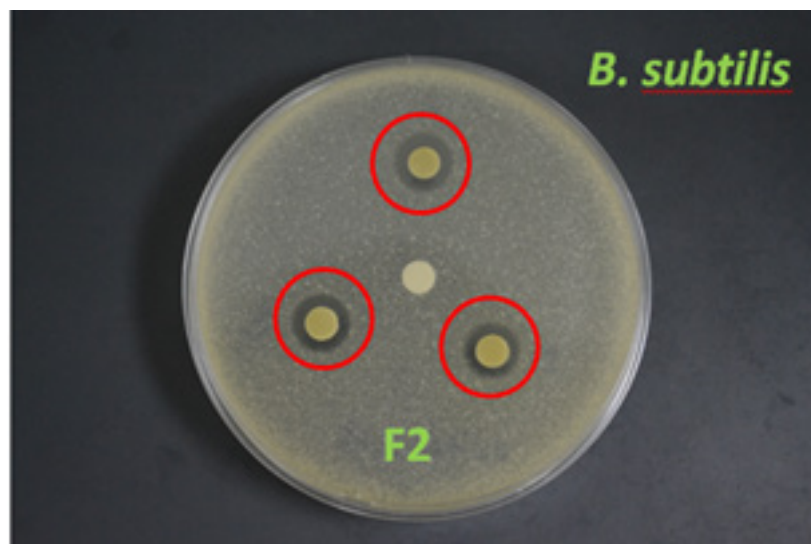
ภาพ 3 การเกิดโซนในของ fraction F1 ด้วยปริมาณสารสกัด 1 มิลลิกรัมต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*



ภาพ 4 การเกิดโซนในของ fraction F2 ด้วยปริมาณสารสกัด 1 มิลลิกรัม ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*



ภาพ 5 การเกิดโซนใสของ fraction F1 ด้วยปริมาณสารสกัด 1 มิลลิกรัม ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis*



ภาพ 6 การเกิดโซนใสของ fraction F2 ด้วยปริมาณสารสกัด 1 มิลลิกรัม ต่อเชื้อ *Bacillus subtilis*

ตาราง 2

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดแยกส่วนด้วยวิธี disc diffusion

สารสกัดที่ใช้ทดสอบ (1 มิลลิกรัม)	ขนาดของโซนใส (มิลลิเมตร)	
	<i>S. aureus</i> ACCC 25923	<i>B. subtilis</i> ATCC 6633
fraction F1	11.45	8.96
fraction F2	ไม่เกิดโซนใส	10.77

ผลจากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ด้วย fraction F1 และ fraction F2 พบว่า fraction F1 สามารถให้ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้ง 2 เชื้อ คือเชื้อ *Staphylococcus aureus* และเชื้อ *Bacillus subtilis* แสดงผลด้วยขนาดของโซนใสเท่ากับ 11.45 มิลลิเมตรและ 8.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในส่วนของ fraction F2 ให้ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียง

ชนิดเดียว คือเชื้อ *Bacillus subtilis* ขนาดโซนใสเท่ากับ 10.77 มิลลิเมตร ดังนั้น หากเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ระหว่าง fraction F1 และ fraction F2 สามารถสรุปได้ว่าสารสกัด fraction F1 มีฤทธิ์ดีกว่า เพราะสามารถต้านเชื้อได้มากกว่า 1 ชนิด ซึ่งจะนำไปทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติในขั้นต่อไป

ตาราง 3

สรุปกลุ่มของสารเคมีของต้นคนทา Fraction F1 และ Fraction F2 ที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์

สารสกัดที่ใช้ทดสอบ	กลุ่มสารเคมี						
	Alkaloids	Tannins	Flavonoids	Anthraquinone O-glycosides	Triterpenoids และ Steroids	Saponin glycoside	Cardiac glycoside
สารสกัดจากต้นคนทา	+	+++	++	+	++	-	-
F1	+	-	++	-	++	-	-
F2	+	-	+	-	+++	-	-

4. ผลการศึกษาของกลุ่มของสารเคมี (phytochemical constituents)

จากตารางสรุปผลจากกลุ่มของสารเคมีของต้นคนทา Fraction F1 และ Fraction F2 ที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์

สามารถสรุปได้ดังนี้ สารสกัดจากต้นคนทา มีสารกลุ่ม Alkaloids กลุ่ม Tannins กลุ่ม Flavonoids กลุ่ม Anthraquinone O-glycosides กลุ่ม Triterpenoids และ Steroids โดยจากผลการทดสอบกลุ่มของสารเคมีจากสารสกัดต้นคนทานั้น มีสาร Tannin เป็น strong positive test ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลของกลุ่มสาร tannin พบว่าสามารถให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียได้ จึงคาดว่าสารกลุ่ม Tannin จึงน่าจะมียฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ในงานวิจัยนี้และเมื่อนำมาแยกเป็น Fraction F1 และ Fraction F2 แล้วพบว่าแต่ละ Fraction มีกลุ่มสารเคมีที่ไม่แตกต่างกัน คือ มีสารกลุ่ม Alkaloids กลุ่ม Flavonoids กลุ่ม Triterpenoids และ Steroids โดยกลุ่มสารเคมีส่วนใหญ่ที่ไม่พบในการทดสอบ Fraction ต่าง ๆ คือ

กลุ่ม Anthraquinone O-glycosides กลุ่ม Saponin glycoside กลุ่ม Cardiac glycoside

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้ให้ข้อมูลว่าสารสกัดด้วยเมทานอลจากต้นคนทามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *B. subtilis* ได้ ซึ่งควรทำการศึกษาต่อไปเพื่อหาปริมาณสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

สรุป

สารสกัดหยาบของคนทามาทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* และ *Candida albicans* ด้วยวิธี disc diffusion ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลจากต้นคนทามีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *B. subtilis* ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโซนใสเท่ากับ 7.01 และ 6.89 มิลลิเมตร ตามลำดับ และนำสารสกัดด้วยเมทานอลจากต้นคนทาไปศึกษาต่อด้วยวิธี TLC-bioautography เพื่อ

ศึกษาคุณสมบัติต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟี สามารถแบ่งสารสกัดหยาบได้ 2 ส่วน แบ่งเป็นสารสกัดแยกส่วนที่ 1 และสารสกัดแยกส่วนที่ 2 เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion สารสกัดแยก

ส่วนที่ 1 มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และ *B. subtilis* โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 11.45 และ 8.96 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสารสกัดแยกส่วนที่ 2 ให้ฤทธิ์ต้านเชื้อ *B. subtilis*

โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโซนใส เท่ากับ 10.77 มิลลิเมตร และในการทดสอบหากลุ่มของสารสำคัญพบว่า มีสารสำคัญเป็นสารกลุ่มแทนนิน กลุ่มฟลาโวนอยด์ กลุ่มอัลคาลอยด์ กลุ่มแอนทราควิโนนไกลโคไซด์ กลุ่มไตรเทอร์ปีนอยด์ และกลุ่มสเตียรอยด์



Reference

- Choodej, S., Sommit, D., & Pudhom, K. (2013). Rearranged limonoids and chromones from *Harrisonia perforata* and their anti-inflammatory activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letter*, 23(13), 3895-3900.
- Limsong, J., Benjavongkulchai, E., & Kuvatanasuchati, J. (2004). Inhibitory effect of some herbal extracts on adherence of *Streptococcus mutans*. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(2-3), 281-289.
- Luvira, V. (2006). Overview of antibiotic resistance. *Songklanagarind Medical Journal*, 24(5), 453-459. (in Thai)
- Phalanisong, P. (2008). *Effect of some Thai medicinal plant extract on growth of Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus and Staphylococcus epidermidis*. Retrieved from <http://archive.lib.cmu.ac.th>. (in Thai)
- Public health statistics, Ministry of public health. (2015). *Ministry of Public Health 2015*. Retrieved from <http://bps.ops.moph.go.th>. (in Thai)
- Siriwong, N., Chukeatirote, E (2009). Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* and controlling. *Songklanakarind Medical Journal*, 27(4), 347-358. (in Thai)
- Sireeratawong, S., Lertprasertsuke, N., Srisawat, U., Thuppiya, A., Ngamjariyawat, A., Suwanlikhid, N., & Jaijoy, K. (2009). Acute and subchronic toxicity study of the water extract from *Harrisonia perforata* Merr. in rats. *Songklanakarind Journal of Science and Technology*, 31(1), 63-71. (in Thai)
- Sirichitra, V. (1993). The testing of crude extract *Harrisonia perforata* against *Streptococcus mutans* and *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. *Journal of the Dental Association of Thailand*, 43(6), 336-340. (in Thai)

- Smittinand, T. (2014). *Thai plant names (botanical names-vernacular names)*. Retrieved from http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/search_detail.asp?Botanic_ID=1000. (in Thai)
- Somsil, P., & Ruangrunsi, N., Limpanasitikul, W., & Itthipanichpong, C. (2012). In vivo and in vitro anti-inflammatory activity of *Harrisonia perforata* root extract. *Pharmacognosy Journal*, 4(32), 38-44.
- Tuntiwachwuttikul, P., Phansa, P., Pootaeng-On, Y., & Taylor, WC. (2006). Chromones from the branches of *Harrisonia perforata*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 54(1), 44-47. DOI: 10.1248/cpb.54.44.
- Yan,X.H.,Di, Y.T., Fang, X., Yang, S.Y., He, H.P., Li, S.L., Lu, Y., & Hao, X. J., (2011). Chemical constituents from fruits of *Harrisonia perforata*. *Phytochemistry*, 72(6), 508-513.



Quality Comparisons of Acetaminophen Tablets Commercially Available in Thailand

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของยาเม็ดอะเซตามิโนเฟน ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

Saksit Chaiwut¹, Thitiya Saelim¹, Nuansri Niwattisaiwong¹ and Areerat Suedee¹

ศักดิ์สิทธิ์ ไชยวุฒิ¹, ฐิตียา แซ่ลิ้ม¹, นวลศรี นิวัตติวงศ์¹ และอารีรัตน์ ซื่อดี¹

¹School of pharmacy, Eastern Asia University

¹คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Received: October 20, 2019

Revised: November 26, 2019

Accepted: December 4, 2019

Abstract

Acetaminophen or paracetamol is one of the most widely used over-the-counter analgesic and antipyretic medications. Many different brands of acetaminophen tablets are available in Thailand market where people can easily access medicines. The aim of this present study was to compare the quality of three brands of acetaminophen tablets (500 mg/tablet) marketed in Thailand with various prices. The three brands of acetaminophen tablets were obtained from a retail pharmacy and their qualities were evaluated using criteria and methods according to USP 40 and BP 2017 together with CDER--Center for Drug Evaluation and Research guidance 1997. The quality of the acetaminophen tablets was compared based on uniformity of weight, tablet friability, tablet breaking force, dissolution test, assay procedure as well as uniformity of dosage unit. All brands conformed to USP and BP criteria. According to CDER guidance, dissolution profiles of two brands were considered to be equivalent, but they are slightly different from the other one. However, the overall quality of the three brands of acetaminophen tablets was satisfactory as they met the USP 40 and BP 2017 requirements.

Keywords: Acetaminophen tablet, quality control, dissolution test, assay, uniformity of dosage unit

บทคัดย่อ

อะเซตามิโนเฟนหรือพาราเซตามอลเป็นยาแก้ปวดลดไข้ตัวหนึ่งที่ยอมรับใช้กันอย่างแพร่หลายโดยไม่ต้องมีใบสั่งยา มีวางจำหน่ายในประเทศไทยในชื่อทางการค้าที่หลากหลาย ซึ่งผู้บริโภคสามารถเข้าถึงยาได้ง่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของยาเม็ดอะเซตามิโนเฟน ขนาด 500 มิลลิกรัมต่อเม็ดของ 3 บริษัทที่มีวางจำหน่ายในประเทศไทยด้วยราคาจำหน่ายที่แตกต่างกัน โดยเลือกซื้อตัวอย่างยาเม็ดอะเซตามิโนเฟนจากร้านขายยาทั่วไป การประเมินคุณภาพของยาเม็ดอะเซตามิโนเฟนได้ใช้เกณฑ์และวิธีตาม USP 40, BP 2017 ร่วมกับคำแนะนำของ CDER หัวข้อที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบคุณภาพของเม็ดยา ได้แก่ ความสม่ำเสมอของน้ำหนักเม็ดยา ความกรอบของเม็ดยา แรงที่ทำให้เม็ดยาแตก การทดสอบการละลายของเม็ดยา การวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีสำคัญในเม็ดยา และการทดสอบความสม่ำเสมอของปริมาณตัวยาสัญคัญในยาแต่ละเม็ด จากการทดสอบ พบว่ายาเม็ดอะเซตามิโนเฟนของทั้ง 3 บริษัทมีความสอดคล้องกันตามเกณฑ์มาตรฐานที่ USP 40 และ BP 2017 กำหนด และจากคำแนะนำของ CDER พบว่ากราฟแสดงการละลายของเม็ดยาของ 2 บริษัทเท่าเทียมกัน แต่ต่างจากอีกบริษัทหนึ่ง อย่างไรก็ตาม คุณภาพโดยรวมของยาเม็ดอะเซตามิโนเฟนของทั้ง 3 บริษัทเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของ USP 40 และ BP 2017

คำสำคัญ: ยาเม็ดอะเซตามิโนเฟน, การควบคุมคุณภาพ, การทดสอบการละลาย, การวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีสำคัญ, การทดสอบความสม่ำเสมอของปริมาณตัวยาสัญคัญในยาแต่ละเม็ด



Introduction

Acetaminophen, also known as paracetamol and APAP (N-acetyl-para-aminophenol) is one of the most widely used over-the-counter analgesic and antipyretic medication. It was first prepared by H. N. Morse in 1878. Although many studies on its use as an analgesic were performed, it was not marketed until 1950 under the name Triagesic. Today, its most common trade names are Tylenol and Panadol, but a large percentage of its sales are as generic drugs (American Chemical Society, 2014, September 15) which prices are typically 20% to 90% cheaper.

According to ASEAN harmonization product on pharmaceutical registration ASEAN Common Technical Requirements--ACTR, (2016), all registered medications in Thailand are tightly controlled by the Food and Drug Administration--Thai FDA; reassuringly, generic drugs and new drugs (original

brand name drug) are equivalent in quality, safety and efficacy for interchangeability. Quality part is evaluated from quality assurance process in pharmaceutical industries whereas safety and efficacy are evaluated from clinical trials for new drugs or bioequivalence studies/dissolution tests for generic drugs (U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, 2017). Acetaminophen products are exempted from a bioequivalence studies because it is categorized in the Biopharmaceutical Classification System--BCS Class I (World Health Organization, 2006).

Quality of drug products is mainly set according to the official pharmacopoeias such as the United States Pharmacopeia and the National Formulary-USP-NF. (The United States Pharmacopeia 40: National Formulary 35, 2016; Stippler, 2019, June 5) and the British Pharmacopoeia--BP (British Pharmacopoeia 2017, 2016). For the conventional

tablets, uniformity of weight (mass), tablet friability, tablet breaking force, dissolution, assay and uniformity of dosage units are required to perform to confirm the quality of tablets.

Uniformity of weight, also known as weight variation, is a test for ensuring that every tablet contains an amount of a drug substance intended with little variation among tablets within a batch. This test is applicable for uncoated and film coated tablets. Friability test is carried out to measure the mechanical strength of compressed and uncoated tablets. Tablet breaking force, commonly known as tablet hardness in the pharmaceutical literatures, is the force required to cause the tablets to break in a specific plane. Both friability test and tablet breaking force tests are carried out to test the strength and resistant force to withstand mechanical shock during production, packaging, distribution and storage. However, uniform of weight, friability and tablet breaking force are not present in the pharmacopoeial monograph. They are part of manufacturer's own product specifications especially for in-process quality control.

Dissolution testing measures the amount of drug that goes into solution at specific time point (dissolution test) or over a period of time (dissolution profile) under standardized conditions. The Center for Drug Evaluation and Research--CDER guidance (U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, 1997) suggests that a comparative dissolution testing at three to four or more dissolution time points (other than zero and equally spaced) should be utilized for rapidly dissolving drugs. Dissolution plays a major role in the decision-making process, particularly in the development and approval of generic dosage forms, where unnecessary human

studies e.g. bioequivalence study may be waived.

Assay is the quantitative determination of a drug substance in a drug product, expressed as the percentage of the labeled amount (%LA). Uniformity of dosage units is the test to ensure the consistency of dosage units. Each unit in a batch should have a drug substance content within a narrow range around the labeled amount. The uniformity of dosage units can be demonstrated by either content uniformity or weight variation.

In the present study, the quality of acetaminophen tablets commercially available in Thailand was compared.

Research Objective

Acetaminophen tablets are widely used OTC drug but there are many brands with various price available in Thailand market, making it difficult for consumer to decide to buy by themselves. Therefore, the aim of the present study was to compare the quality of acetaminophen tablets (500 mg/tablet) by selecting three different brands of pharmaceutical equivalence with the price ratio of 1.00: 0.80: 0.25 from the retail stores. Evaluation of the results base on USP 40 and BP 2017 together with CDER guidance 1997.

Materials and Methods

1. Materials

1.1 Chemicals and reagents

Acetaminophen powder BP (chromatographic purity: 99.7%) was obtained from Vidhyasom (Bangkok, Thailand). Methanol (HPLC grade) and water (HPLC grade) were purchased from RCI Labscan (Bangkok, Thailand). Other chemicals were analytical grade.

1.2 Samples

Three brands of commercially available uncoated acetaminophen tablets were taken and coded accordingly as A, B and C. Detailed information of the different brands of acetaminophen tablets are summarized in Table 1. The labeled shelf life of all tablets is five years from the manufacturing

date. The tablets were taken for evaluation before four and a half years of the labeled expiry date. All three brands have the same labeled amount of acetaminophen (500 mg/tablet) and the relative prices for 100-tablet package of brand A, B and C are 1.00:0.80:0.25. However, there is no detailed information about their excipients.

Table 1

Acetaminophen tablets used in the tests

Brand	Appearance	Manufacturing Date	Expiry Date	Relative Price
A	White uncoated caplet (oblong tablet) with name on one side and dose on the other side	10/09/18	10/09/23	1.00
B	White uncoated caplet with name on one side and dose on the other side	12/09/18	12/09/23	0.80
C	White, circular uncoated tablet with name on one side and distributor name on the other side	10/08/18	10/08/23	0.25

2. Methods

All test methods were carried out as stated in USP40 NF35 except uniformity of weight (mass) and dissolution profile comparisons which were carried out as stated in BP2017 and the CDER guidance, respectively.

2.1 Uniformity of Weight (Mass)

Twenty tablets of each sample were randomly taken and weighed individually using an analytical balance (Sartorius, ENTRIS 224i-1S). Percent deviations of individual mass from the average mass were calculated as follows: % mass deviation=[(individual mass-average mass)/average mass]x100

2.2 Tablet Friability

For tablets with a unit weight equal to or less than 650 mg, a sample of whole tablets

corresponding as near as possible to 6.5 g is taken. Therefore, 11 tablets from brand A, 12 tablets from brand B and 13 tablets from brand C were weighed and placed in drums (Erweka Friabilator) separately. The drums were rotated at 25±1 rpm for 4 minutes. Dust from the tablets was removed and the tablets were reweighed. Tablet friability was expressed as % friability calculated using following equation.

$$\% \text{ friability} = (\text{lost weight}/\text{initial weight}) \times 100$$

2.3 Tablet Breaking Force

Ten tablets of each sample were inserted individually into a tablet breaking machine (Erweka Hardness Tester) lined up in the center of the plate. When the device was turned on, the plate gradually applied force onto the tablets until the

tablets were split. Then, the force at which this event occurred was recorded. Tablet breaking force was expressed as mean with %RSD.

2.4 Dissolution

2.4.1 Dissolution Test

Dissolution test of each sample was carried out using USP Apparatus 2 (paddle) at a speed of 50 rpm in 900 mL of dissolution medium (phosphate buffer pH 5.8) maintained at 37 ± 0.5 °C and controlled by a water bath fitted with a variable speed stirrer and heater (Vankel, VK 7010). Samples (5 ± 0.1 mL) were taken at 30 minutes. Each sample was filtered, diluted, measured for the absorbance at 243 nm using a UV-Visible spectrophotometer (Shimadzu, UV 1800). Concentrations of acetaminophen in the samples were determined from a calibration curve generated by plotting the absorbance against six different concentrations (0.2, 0.5, 0.8, 1.0, 1.2 and 1.4 mg/100 mL) of standard acetaminophen solution ($n=3$). The coefficient of determination, y-intercept and slope of the regression line were determined by linear regression analysis.

2.4.2 Dissolution Profile

Dissolution profiles were carried out under the same conditions as in the dissolution test except the sampling times. The profiles presented as the cumulative percentages of the amount of drug released at each sampling interval. Each profile is an average of twelve individual tablets. Samples (5 ± 0.1 mL) were taken at a predetermined time interval (1, 3, 5, 10, 15, 30, 45 and 60 minutes) and replaced with an equal volume of fresh medium to maintain a constant dissolution volume. Each sample was filtered, diluted, measured for the absorbance at 243 nm. Concentrations of acetaminophen in the samples

were determined against the calibration curve as indicated in section 2.4.1. Similarity factors (f_2) were determined for dissolution profile comparison.

$$f_2 = 50 \times \log\left\{ \left[1 + \frac{1}{n} \sum (R-T)^2 \right]^{-0.5} \times 100 \right\}$$

R - mean percentage of dissolution from reference brand

T - mean percentage of dissolution from test brand

2.5 Assay

Standard solution (0.01 mg/mL)

An accurately weighed quantity of acetaminophen powder BP equivalent to 25 mg of acetaminophen was transferred to a 50-mL volumetric flask and made up to the volume with mobile phase. A 5 mL of the resulting solution was transferred to a 250-mL volumetric flask and made up to the volume with mobile phase.

Sample stock solution (0.5 mg/mL)

For each sample, 20 tablets were accurately weighed and ground to fine powder. A quantity of powder equivalent to 100 mg of acetaminophen was transferred to a 200-mL volumetric flask followed by a 100 mL of mobile phase. The flask mechanical shaken for 10 minutes, sonicated for 5 minutes and made up to the volume with mobile phase.

Sample solution (0.01 mg/mL)

A 5 mL of the sample stock solution was transferred to a 250-mL volumetric flask and made up to the volume with mobile phase. A portion of this solution was passed through a 0.45- μ m filter. The first 10 mL of the filtrate was discarded. The clear filtrate was used.

Chromatographic condition

High performance liquid chromatography (Shimadzu, LC 10AD) was carried out at ambient

temperature, using a C18 column (4.6x250 mm, 5 μ m). An isocratic mobile phase of methanol and water (25:75 v/v) was used at a flow rate of 1.5 mL/min. The injection volume was 10 μ L and the total run time for each sample was 5.0 min. The sampling needle was washed with mobile phase between each injection.

System suitability

Chromatographic parameters were determined from five replicate injections of standard solution. Theoretical plate was not less than 1000, tailing factor was not more than 2 and relative standard deviation was not more than 2.0%.

Analysis

Triplicate independent determination for each sample was performed. The percentage of the labeled amount of acetaminophen in the sample tablets taken (%LA) was calculated and expressed in mean with %RSD.

$$\%LA = (PAU/PAS) \times (CS/CU) \times 100$$

PAU - average peak area from two replicate injections of the sample solution

PAS - average peak area from two replicate injections of the standard solution

CU - concentration of acetaminophen in the sample solution (mg/mL)

CS - nominal concentration of acetaminophen in the standard solution (mg/mL)

2.6 Uniformity of Dosage Units

The uniformity of dosage units was determined by weight variation due to high content of acetaminophen (≥ 25 mg and $\geq 25\%$). Ten tablets were individually weighed and determined the content from the assay result. The Acceptance Value--AV was calculated. If the value was not accepted, twenty more tablets were tested. The AVs from the content of overall thirty tablets were recalculated.

Result and Discussion

1. Uniformity of Weight (mass)

Uniformity of weight was carried out according to BP instead of USP because only weight variation of dietary supplements (not for drug products) is available in USP. The results of uniformity of weight (Table 2) showed that all three brands conformed to the BP acceptance criteria which is not more than 2 of the individual masses deviate from the average mass by more than 5 percent and none deviates by more than 10 percent. Brand A had the highest average weight and the narrowest range of the percentage of mass deviation (630.7 mg, -1.2% to 1.5%) following by Brand B (575.8 mg, -2.0% to 2.2%) and Brand C (526.0 mg, -2.3% to 2.0%).

Table 2

Uniformity of weight, friability, table breaking force, dissolution, assay and uniformity of dosage unit results from three brands of acetaminophen tablets

Test	Brand A	Brand B	Brand C
Uniformity of weight (mean in mg, %deviation)	630.7, -1.2 to 1.5	575.8, -2.0 to 2.2	526.0 -2.3 to 2.0
Friability (%)	0.16	0.19	0.40
Table breaking force (mean in Kp, %RSD)	24.91, 5.9	29.29, 10.9	30.19, 11.3
Dissolution (mean in %dissolution, %RSD)	95.2, 4.8	96.0, 5.4	96.3, 5.6
Assay (mean in %LA, %RSD)	99.3, 0.2	102.5, 1.1	101.8, 3.6
Uniformity of dosage unit (mean in %LA, AV)	99.2, 1.7	102.1, 3.0	100.6, 3.1

2. Tablet Friability

The results of tablet friability (Table 2) showed that all three brands conformed to the USP acceptance criteria which friability is not more than 1 percent and no cracked, cleaved, or broken tablets were observed. However, Brand C had the highest percentage of friability (0.40%) following by Brand B (0.19%) and Brand A (0.16%).

3. Tablet Breaking Force

The results of tablet breaking force (Table 2) showed that Brand C had the highest breaking force (30.19 Kp) following by Brand B (29.29 Kp) and Brand A 24.91 (Kp). In addition, Brand C had the highest percentage of relative standard deviation (11.3) following by Brand B (10.9) and Brand A (5.9).

It is impossible to directly compare the breaking force among tablets from these three brands because they have different dimension and geometry. Moreover, their tablet orientations in the tester were also different: the width (parallel to the longest axis) of caplets for brand A and B, the diameter of round tablet for brand C.

4. Dissolution

4.1 Dissolution Test

The mean regression equation for the calibration curve of acetaminophen was $y=0.5516x + 0.0153$ and the mean coefficients of determination (R^2) was 0.9992. Concentrations of acetaminophen in each tablet determined from the regression equation were shown in term of percentage of dissolution (Table 2). All three brands conformed to the USP acceptance criteria at first stage (S1) which the number of tests was 6 tablets and the percentage of dissolution of each tablet was not less than $Q + 5\%$ ($Q=80$). Brand C had the highest mean percentage of dissolution and the highest percentage of relative standard deviation (96.3%, 5.6%) following by Brand B (96.0%, 5.4%), and Brand A (95.2%, 4.8%) respectively. There was no significant difference among the different manufacturer's products although their tablet breaking forces were quite different.

4.2 Dissolution Profile

The results of dissolution profiles are shown in Figure 2. According to the regulatory interest focusing on how similar the two curves,

the f_2 comparison has been the focus and used to make decision (Moore and Flanner, 1996; Shah et al., 1998). From f_2 equation if summation of two curve difference is equal to 10%, the value of f_2 will approximately be 50. Generally, f_2 values greater than 50 (50-100) ensure equivalence of the two curves (difference <10%).

Only three data points at 3, 5 and 10 minutes from each brand were accepted for f_2 calculation according to the CDER guidance. From the calculated f_2 , dissolution profiles of Brand B and Brand C were considered to be equivalent, but they are slightly different from Brand A.

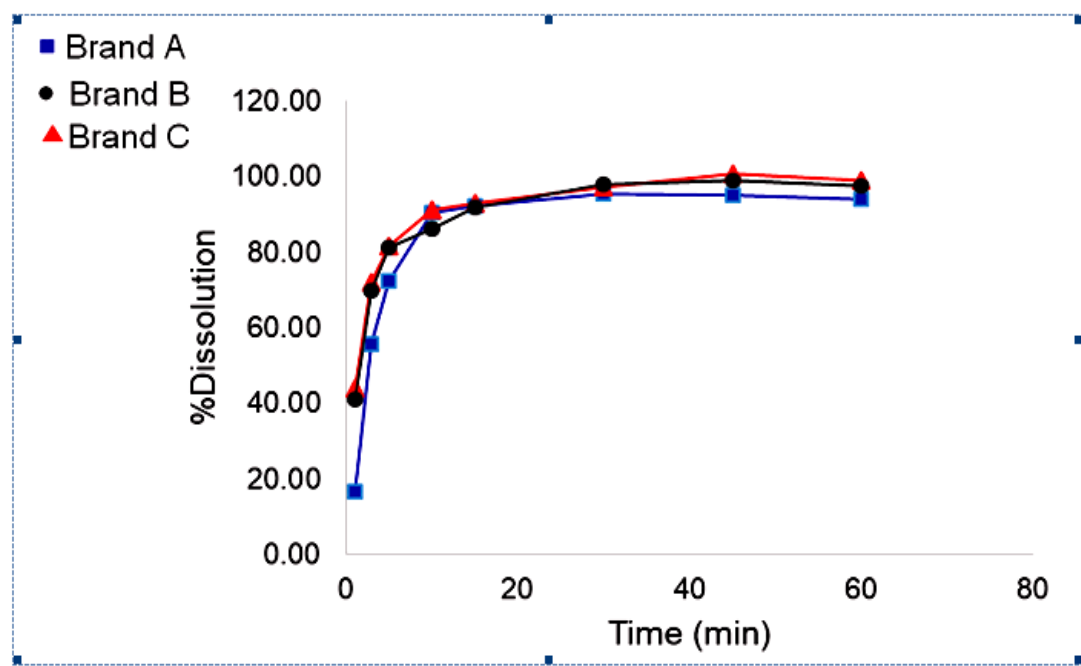


Figure 2 Dissolution profiles of three brands of acetaminophen tablets in phosphate buffer pH 5.8 ($f_{2,A-B} = 47.97$, $f_{2,A-C} = 49.79$, $f_{2,B-C} = 74.05$)

5. Assay

According to the USP method, the concentration of acetaminophen in the samples were determined by HPLC using single point external standard. Acetaminophen showed a well-defined chromatographic separation within a run time of 5 minutes (Figure 3). The retention time of acetaminophen was 3.493 minute, 0.383% (mean, %RSD, n=5).

The contents of acetaminophen in the tablets from all three brands (Table 2) conformed to the USP acceptance criteria which %LA is 90.0 to 100.0. However, the contents of acetaminophen in Brand C were spread out over the largest range of values (%RSD=3.6).

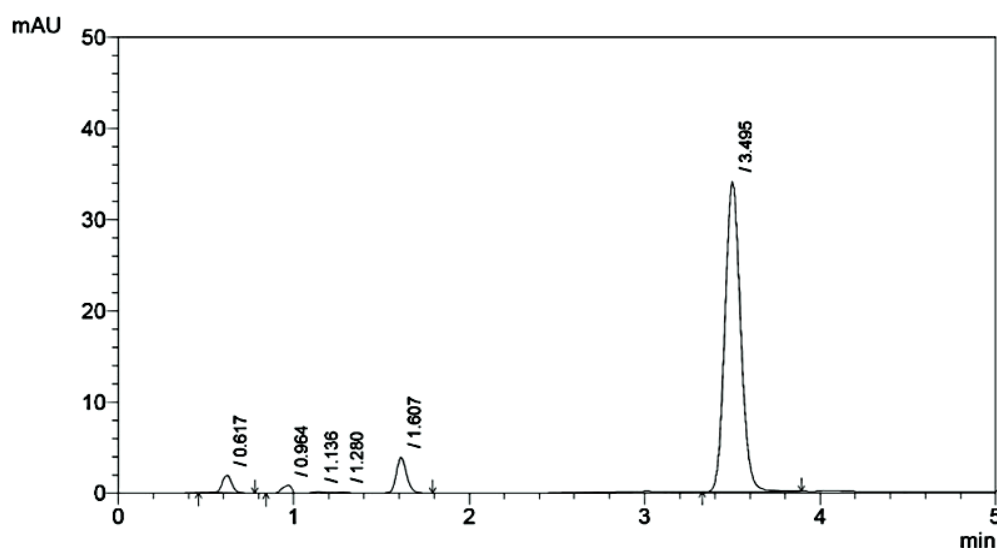


Figure 3 Typical chromatogram of acetaminophen (0.01 mg/mL in 25%v/v methanol)

6. Uniformity of Dosage Units

All three brands conformed to the USP acceptance criteria at first level (L1) which number of tests was 10 tablets and the AV was not more than 15. Brand C had the highest AV (3.1) following by Brand B (3.0) and Brand A (1.7).
Conclusion

This study clearly demonstrated that all three brands of acetaminophen tablet comply with USP 40 and BP 2017 criteria for the tests of uniformity of weight, friability, dissolution test, assay as well as uniformity of dosage unit except the test of tablet breaking force due to no

available pharmacopoeial acceptance criteria. It was also found that the distribution of the results from lower price brand were slightly wider than the more expensive brand. According to CDER guidance, dissolution profiles of two brands were considered to be equivalent, but they are slightly different from the other one. However, the overall quality of the three brands of acetaminophen tablets was satisfactory as they met the USP 40 and BP 2017 requirements. It seems that the price has no effect on the acetaminophen tablet quality according to pharmacopoeial standards.



References

- American Chemical Society. (2014). *Re: Molecule of the week archive "Acetaminophen"*. Retrieved from <https://www.acs.org/content/acs/en/molecule-of-the-week/archive/a/acetaminophen.html>.
- ASEAN Common Technical Requirements (ACTR). (2016). *ASEAN Secretariat, Jakarta: Indonesia*.
- British Pharmacopoeia 2017*. (2016). London: The Stationary Office.
- Moore, J. W., & Flanner, H. H. (1996). Mathematical comparison of curves with an emphasis on in vitro dissolution profiles. *Pharmaceutical Technology*. 20(6), 64-74.

- Shah, V. P., Tsong, Y., & Sathe, P. (1988). In vitro dissolution profile comparison-statistics and analysis of the similarity factor, f_2 . *Pharmaceutical Research*. 15, 889-896.
- Stippler, E. (2019). *Re: Compendial dissolution: Theory and practice*. Retrieved from https://www.academia.edu/7603260/Compendial_Dissolution_Theory_and_Practice.
- The United States Pharmacopeia. (2016). *The United States Pharmacopeia 40: National Formulary 35, (2016)*. Baltimore., USA.: United Book Press.
- U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. (1997). *Guidance for industry: Dissolution testing of immediate release solid oral dosage forms, Center for Drug Evaluation Research, Rockville. MD., USA: Center for Drug Evaluation Research (CDER)*.



การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าอากาศยานในสังกัดของ
บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ด้วยการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล วิธี
Slacks-Based Measure

Assessing the Operational Efficiency of the Airports Affiliated with
the Airports of Thailand (AOT), a Thailand Public Company Limited
Using Data Envelopment Analysis: A Slacks-Based Measure Approach

นิศากร สมสุข¹, สุจิต ห่วงสุวรรณ¹, บัณฑิต รัตนไตร² และสุรพันธ์ ใจมา³
Nisakorn Somsuk¹, Sutit Huangsuwan¹, Bandith Rattanatai² and Suraphan Jaima³

¹คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสต์ไอร์แลนด์

¹School of Aviation, Eastern Asia University

²หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสต์ไอร์แลนด์

²Master of Business Administration Program in Marketing, Eastern Asia University

³นักวิชาการอิสระ

³Independent Scholar

Received: January 3, 2020

Revised: February 12, 2020

Accepted: February 19, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการหลักในท่าอากาศยาน จำนวน 6 แห่ง ได้แก่ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ดอนเมือง เชียงใหม่ หาดใหญ่ ภูเก็ต และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย ซึ่งดำเนินการโดย บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) (ทอท.) ในปีงบประมาณ 2561 และ (2) เพื่อเสนอแนวทางในการปรับกลยุทธ์การดำเนินงานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis--DEA) และใช้วิธีที่เรียกว่า Slacks-Based Measure--SBM ในการประเมินค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากการคำนวณค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) โดยตรง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นกระบวนการหลัก 3 กระบวนการที่เชื่อมโยงกัน ได้แก่ กระบวนการผลิต การบริการในเขตการบิน และการบริการเขตนอกการบิน ในงานวิจัยนี้มีปัจจัยนำเข้าขั้นต้น 4 ปัจจัย (จำนวนพนักงาน ขนาดทางวิ่ง ลานจอดอากาศยาน และขนาดอาคารผู้โดยสาร) ปัจจัยนำเข้าขั้นกลาง/ปัจจัยผลผลิตขั้นกลาง 3 ปัจจัย (ความสามารถในการรองรับอากาศยาน, ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร และความสามารถในการรองรับปริมาณสินค้าของคลังสินค้า) และปัจจัยผลผลิตสุดท้าย 3 ปัจจัย (การขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ จำนวนผู้โดยสารรวม และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน)) ซึ่งข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากรายงานประจำปี พ.ศ. 2561 ของ ทอท. ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 6 ท่าอากาศยานล้วนมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต ขณะที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเพียงแห่งเดียวที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานในเขตการบิน และท่าอากาศยานที่มีประสิทธิภาพ

การดำเนินงานในเขตนอกการบินมี 3 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หาดใหญ่ และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย จากผลการศึกษาค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดจะช่วยให้ท่าอากาศยานแต่ละแห่งทราบแนวทางในการปรับกลยุทธ์โดยการเสริมสร้างปัจจัยผลผลิตให้มากขึ้นได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ท่าอากาศยานสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

คำสำคัญ: ท่าอากาศยาน, การประเมินประสิทธิภาพ, เขตการบิน, เขตนอกการบิน, การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล, Slacks-Based Measure--SBM

Abstract

The objectives of this research are: (1) to assess the comparative operational efficiency of the main processes in six airports: Suvarnabhumi, Don Mueang, Chiang Mai, Hat Yei, Phuket, and Mae Fah Luang-Chiang Rai Airports, operated by Airports of Thailand Public Company Limited--AOT in the fiscal year 2018; and (2) to propose guidelines for planning or adjusting operational strategies to improve efficiency. By using the data envelopment analysis--DEA technique and Slacks-based Measure--SBM method, the performance and evaluated scores can be obtained by calculating the input and output slacks directly. This research focuses on three main processes linked together, namely the production, airside service, and landside service processes. In this research, there are four primary inputs (i.e. number of employees, runway size, aircraft apron, and passenger terminal size), three intermediate inputs/outputs (i.e. runway, terminal, and cargo capacities) and three final outputs (i.e. aircraft movement, passenger movement, freight and mail-exclude transit), which the data used is secondary data obtained from AOT's annual report 2018. The findings of the study revealed that all six airports were efficient in the production process; only Suvarnabhumi Airport was efficient in airside service process; and three airports, including Suvarnabhumi, Hat Yai, and Mae Fah Luang-Chiang Rai Airports, were efficient in landside service process. Furthermore, from the study of the input/output slacks, each airport will be able to know how to adjust the strategy by enhancing the outputs more appropriately. This will enable the airports to operate efficiently in the future.

Keywords: airport, efficiency assessment, Airside, Landside, Data Envelopment Analysis--DEA, Slacks-based Measure--SBM



บทนำ

ปัจจุบัน ท่าอากาศยานมีบทบาทสำคัญในส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการสนับสนุนระบบโลจิสติกส์ของประเทศ โดยท่าอากาศยานจะให้บริการต่ออากาศยานที่มาใช้บริการขึ้น-ลง การให้บริการขนส่งผู้โดยสาร และการให้บริการขนส่งสินค้าทางอากาศ

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทอท. เป็นหนึ่งในกลุ่มผู้ประกอบการท่าอากาศยานที่สำคัญของประเทศไทย ทอท. เป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนระบบโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมการบิน และเศรษฐกิจของประเทศไทย ทอท. มีท่าอากาศยานในความรับผิดชอบ 6 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ดอนเมือง เชียงใหม่ หาดใหญ่ ภูเก็ต และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพของท่าอากาศยานจะสร้างความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจท่าอากาศยาน หากท่าอากาศยานใดมีผลการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพจะนำมาซึ่งรายได้และชื่อเสียงของท่าอากาศยาน (Klamsaengsai, 2014) การประเมินประสิทธิภาพของท่าอากาศยานจะช่วยให้ทราบว่าท่าอากาศยานกำลังดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือไร้ประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง และจะช่วยให้สามารถเสนอวิธีการปรับเปลี่ยนการดำเนินงานให้เหมาะสมได้ในอนาคต (Theeranuphattana & Boonjom, 2018) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพนั้นเป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการซึ่งจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าอากาศยานให้ดียิ่งขึ้น

แนวทางหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพโดยไม่ใช้พารามิเตอร์ และไม่ต้องมีข้อสมมติเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูล (non-parametric method) ของกลุ่มองค์กรที่มีลักษณะการดำเนินงานที่เหมือนกัน โดยมีปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตหลายชนิด (multi-inputs and outputs) คือ การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis--DEA) ซึ่งปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) นี้เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายจากการศึกษางานวิจัยในอดีตที่มีการประยุกต์ใช้ DEA ในการประเมินประสิทธิภาพของท่าอากาศยาน พบว่า ในช่วงแรกของงานวิจัย การดำเนินงานของท่าอากาศยาน

เปรียบได้เหมือน “กล่องดำ” ที่เปลี่ยนปัจจัยนำเข้าให้เป็นผลผลิต โดยไม่ทราบรายละเอียดว่าข้างในท่าอากาศยานมีการดำเนินการอย่างไร (Adler, Liebert, & Yazhemsky, 2013) ในช่วงต่อมา นักวิจัยได้มีศึกษาประสิทธิภาพของท่าอากาศยานโดยวิเคราะห์องค์ประกอบของการดำเนินงานอย่างละเอียดมากขึ้น ซึ่งพบว่าการทำงานของท่าอากาศยานนั้นประกอบด้วยกระบวนการหลายกระบวนการ ตัวอย่างเช่น Gillen and Lall (1997) ได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานในอาคารผู้โดยสาร (terminal operation) และในเขตการบิน (airside operation) Yu (2010) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของท่าอากาศยาน ซึ่งการดำเนินงานภายในท่าอากาศยานได้แบ่งออกเป็นกระบวนการผลิต (production process) และกระบวนการบริการ (service process) ทั้งด้านการขนส่งทางอากาศในเขตการบินและเขตนอกการบิน Gitto and Mancuso (2012) ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของท่าอากาศยานในเขตการบินและเขตนอกการบิน (airside and landside) และ Liu (2016) ทำการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานการบริการการบิน (aeronautical service) และการดำเนินงานธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับกิจการการบิน (non-aeronautical service) ภายในท่าอากาศยาน ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิต กระบวนการบริการทั้งในเขตการบินและเขตนอกการบิน ก็ล้วนแล้วแต่จำเป็นต้องมีการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานในแต่ละกระบวนการของท่าอากาศยาน

ถึงแม้ว่า ในช่วงแรก ๆ มีงานวิจัยหลายงานได้ใช้การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานในกระบวนการต่าง ๆ ของท่าอากาศยาน อย่างไรก็ตามแบบจำลองของการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) ส่วนใหญ่ที่นักวิจัยใช้ เช่น แบบจำลอง CCR และ BCC ก็ไม่ได้พิจารณาปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดโดยตรง นอกจากนี้ ในกรณีที่หน่วยตัดสินใจ (DMU) มีการดำเนินงานในกิจกรรมที่หลากหลาย แบบจำลอง CCR และ BCC จะคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยรวมของหน่วยตัดสินใจ จากการรวมกิจกรรมที่หลากหลายเข้าไว้ด้วยกัน กล่าวคือ แบบจำลอง CCR และ BCC จะไม่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงของแต่ละกิจกรรมได้

(Suebpongsakorn, 2012) ต่อมา Tone (2001) จึงได้เสนอวิธี Slacks-based Measure--SBM ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เพื่อประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพจะได้อาจจากการคำนวณค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) และปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) โดยตรง ซึ่งค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดที่คำนวณได้ยังสามารถนำมาใช้ในการปรับเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจได้นอกจากนี้ วิธี SBM ยังสามารถประยุกต์ใช้กับ DMU ที่มีการดำเนินงานในกิจกรรมที่หลากหลายได้โดยจะสามารถวัดประสิทธิภาพของแต่ละกระบวนการได้โดยตรงอีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของ 3 กระบวนการหลัก ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการผลิต กระบวนการบริการในเขตการบิน และกระบวนการบริการในเขตนอกการบิน ของท่าอากาศยานที่ดำเนินการโดย ทอท. จำนวน 6 แห่ง ในการวิเคราะห์จะใช้ข้อมูลในปีงบประมาณ 2561 (1 ตุลาคม 2560-30 กันยายน 2561) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) ที่ใช้วิธี SBM ของ Tone (2001) เพื่อให้ทราบว่า การดำเนินงานที่ท่าอากาศยานนั้นมีการดำเนินงานที่ดีหรือมีประสิทธิภาพแล้วหรือไม่ และเพื่อนำผลของการประเมินที่ได้จากวิธี SBM ทั้งคะแนนประสิทธิภาพและค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด มาใช้ในการวางแผนเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินงานที่เหมาะสมของท่าอากาศยานแต่ละแห่งเพื่อให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาค่าประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต การบริการในเขตการบิน และการบริการในเขตนอกการบิน ของท่าอากาศยานจำนวน 6 แห่งในสังกัดของ ทอท.

2. เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) ที่ได้จากวิธี SBM ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA)

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ท่าอากาศยานในสังกัดของ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) มีท่าอากาศยานในความรับผิดชอบ 6 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ดอนเมือง เชียงใหม่ หาดใหญ่ ภูเก็ต และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย โดยท่าอากาศยานแต่ละแห่งจะให้บริการ 3 ด้านหลัก คือ การให้บริการต่ออากาศยานที่มาใช้บริการขึ้น-ลง การให้บริการขนส่งสินค้าทางอากาศ และการให้บริการขนส่งผู้โดยสาร ให้ได้รับความสะดวกสบาย รวดเร็ว และปลอดภัย การให้บริการเหล่านี้ถือเป็นภารกิจหลักของท่าอากาศยาน หากท่าอากาศยานใดมีผลการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพ จะนำมาซึ่งรายได้และชื่อเสียงของท่าอากาศยาน ซึ่งจะส่งผลให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้นตามมา (Klamsaengsai, 2014)

2.2 การวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าอากาศยาน

เนื่องจาก กระบวนการหลักสำหรับท่าอากาศยานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การให้บริการการบิน ได้แก่ การสร้างความสามารถในการรองรับของโครงสร้างพื้นฐานในท่าอากาศยาน (กระบวนการผลิต) และการให้บริการในเขตการบิน และการให้บริการในเขตนอกการบิน ดังนั้น ในการศึกษา การดำเนินงานของท่าอากาศยานจะแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการผลิต กระบวนการบริการในเขตการบิน และกระบวนการบริการในเขตนอกการบิน (Yu, 2010)

1. กระบวนการผลิต (production process): กระบวนการนี้จะเปลี่ยนปัจจัยนำเข้ากึ่งคงที่ (quasi-fixed input) (ได้แก่ ขนาดทางวิ่ง, ลานจอดอากาศยาน, และขนาดอาคารผู้โดยสาร) และปัจจัยนำเข้าผันแปร (variable input) (ได้แก่ จำนวนพนักงาน) ให้เป็นความสามารถในการรองรับอากาศยาน (runway capacity) ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร (terminal capacity) และความสามารถในการรองรับสินค้าของคลังสินค้า (cargo capacity) โดยพนักงานของท่าอากาศยานจะใช้ปัจจัยนำเข้ากึ่งคงที่เหล่านี้เพื่อให้บริการตามระดับความสามารถที่มีอยู่ของโครงสร้างพื้นฐานเหล่านั้น หนึ่งในปัญหาสำคัญในกระบวนการผลิตคือ การตัดสินใจว่าควร

ลดปัจจัยนำเข้าผันแปรหรือไม่ และอย่างไร (ในที่นี้ คือ ควรจะลดจำนวนพนักงานหรือไม่ และอย่างไร) การใช้ทรัพยากรปัจจัยนำเข้าอย่างไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้การใช้ปัจจัยนำเข้าที่ไร้ประโยชน์ในปริมาณมาก ซึ่งจะเพิ่มต้นทุนให้กับท่าอากาศยาน (ซึ่งการหาค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) จะมีประโยชน์ในแง่ของการปรับปรุงการดำเนินงานของกระบวนการผลิตของหน่วยตัดสินใจแต่ละหน่วย)

2. กระบวนการบริการในเขตการบิน (airside service process): ท่าอากาศยานใช้ความสามารถในการรองรับอากาศยาน (runway capacity) เพื่อให้เกิดการขึ้น-ลงของอากาศยาน (aircraft movement) ซึ่งความสามารถในการรองรับอากาศยานจะเป็นทั้งปัจจัยผลผลิตของกระบวนการผลิต และขณะเดียวกันก็เป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการบริการในเขตการบิน (หรืออาจพิจารณาว่าเป็นปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตขั้นกลางของการดำเนินงานในท่าอากาศยาน) เพื่อให้บริการสำหรับการขึ้น-ลงของอากาศยาน

3. กระบวนการบริการในเขตนอกการบิน: ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร (terminal capacity) และความสามารถในการรองรับสินค้าของคลังสินค้า (cargo capacity) จะเป็นทั้งปัจจัยผลผลิตของกระบวนการผลิตและเป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการบริการในเขตนอกการบิน (หรืออาจพิจารณาว่าเป็นปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตขั้นกลางของการดำเนินงานในท่าอากาศยาน) เพื่อให้บริการขนส่งผู้โดยสารทางอากาศ และการขนส่งสินค้าของผู้ส่งสินค้า

การหาวิธีเพิ่มขนาดของบริการหรือเพิ่มปัจจัยผลผลิตของกระบวนการบริการทั้งในเขตการบินและเขตนอกการบินซึ่งสามารถช่วยหลีกเลี่ยงการลดลงของรายได้ ตลอดจนช่วยสร้างรายได้เพิ่มขึ้น (ซึ่งการหาค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) จะมีประโยชน์ในแง่ของการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของกระบวนการบริการทั้งในเขตการบินและเขตนอกการบินของแต่ละท่าอากาศยาน)

2.3 การวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis--DEA)

เทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (non-

parametric approach) โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อใช้วัดค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ (relative efficiency) สำหรับหน่วยตัดสินใจ (Decision-Making Unit--DMU) (ซึ่งหน่วยตัดสินใจในบทความนี้คือ ท่าอากาศยาน) ที่มีลักษณะการดำเนินงานที่เหมือนกัน (homogeneity) โดยมีปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตหลายชนิด (multi-inputs and outputs) (Suebongsakorn, 2012; Yu, Han & Barros, 2012) ซึ่งแบบจำลอง DEA ที่นิยมใช้ได้แก่ แบบจำลอง CCR และแบบจำลอง BCC

แบบจำลอง CCR ซึ่งนำเสนอโดย Charnes, Cooper & Rhodes (1978) จะพิจารณาประสิทธิภาพทางด้านผลผลิต (output-oriented) ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale--CRS) และแบบจำลอง BCC ซึ่งนำเสนอโดย Banker, Charnes & Cooper (1984) จะพิจารณาประสิทธิภาพทางด้านปัจจัยนำเข้า (input-oriented) ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดแปรผัน (Variable Return to Scale--VRS) (สำหรับรายละเอียดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Charnes et al. (1978), Banker et al. (1984) และ Suebongsakorn (2012))

ค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 หากหน่วยตัดสินใจใดมีคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 แสดงว่า หน่วยตัดสินใจนั้นมีประสิทธิภาพ และหากหน่วยตัดสินใจใดมีคะแนนประสิทธิภาพน้อยกว่า 1 แสดงว่าหน่วยตัดสินใจนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) จะให้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจให้ดีขึ้น 2 แนวทาง (Alavi, Firouzjah & Alimohammadi, 2015) คือ

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพของปัจจัยนำเข้า (input-oriented efficiency improvement) ซึ่งเป็นการลดปัจจัยนำเข้า ให้สอดคล้องกับเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยไม่กระทบปัจจัยผลผลิต

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพของปัจจัยผลผลิต (output-oriented efficiency improvement) ซึ่งเป็นการ

เพิ่มปัจจัยผลผลิตให้สอดคล้องกับเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยไม่กระทบปัจจัยผลผลิต

2.4 การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี (Slacks-Based Measure--SBM)

อย่างไรก็ตามแบบจำลอง CCR และ BCC เป็นการวิเคราะห์บนพื้นฐานของสัดส่วนที่ลดลง (หรือเพิ่มขึ้น) ของปัจจัยนำเข้า (หรือผลผลิต) ไม่ได้พิจารณา ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดโดยตรง ดังนั้น Tone (2001) จึงเสนอแบบจำลอง Slacks-Based Measure--SBM ที่จัดการกับปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) โดยตรง แบบจำลอง SBM นี้ยังคงให้ค่าคะแนนประสิทธิภาพระหว่าง 0-1 แบบจำลอง SBM ของ Tone (2001) มีลักษณะ ดังนี้

สมมติให้มีหน่วยตัดสินใจจำนวน n หน่วย และแต่ละหน่วยตัดสินใจผลิตผลผลิต จำนวน (Y) ชนิด โดยใช้ปัจจัยนำเข้า s จำนวน (X) ชนิด เมื่อกำหนดให้

DMU_j = คือ หน่วยตัดสินใจที่ j เมื่อ $j=1, \dots, n$

x_{ij} คือ ค่าปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยตัดสินใจที่ j เมื่อ $i=1, \dots, m$

y_{rj} คือ ค่าปัจจัยนำเข้าที่ r ของหน่วยตัดสินใจที่ j เมื่อ $r=1, \dots, s$

เมื่อพิจารณาการผลิตของหน่วยผลิตที่ o หรือ DMU_o ที่มีจำนวนปัจจัยนำเข้า (x_o) และผลผลิต (y_o) ดังนี้

$$x_o = X\lambda + s^- \text{ และ } y_o = X\lambda + s^+$$

โดยที่ $\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$

เมื่อ X และ Y เป็นเมตริกซ์ของปัจจัยนำเข้าและผลผลิตตามลำดับ

λ เป็นเวกเตอร์ของจำนวนจริงที่มีค่าเป็นบวก

s^- เป็นปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน

s^+ เป็นปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด

สามารถนิยามดัชนีชี้วัด ρ สำหรับประสิทธิภาพของ DMU_o ได้ ดังนี้

$$\rho = \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{io}}}$$

โดยที่ $0 < \rho \leq 1$ (1)

จากแบบจำลองที่ (1) สามารถประเมินประสิทธิภาพของ DMU_o โดยแก้ปัญหาแบบจำลองคณิตศาสตร์ ดังนี้ (Tone, 2001)

$$\text{Minimize } \rho = \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{io}}}$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$x_o = X\lambda + s^-$$

$$y_o = X\lambda + s^+$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

แบบจำลอง SBM นอกจากจะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของท่าอากาศยานแล้ว ปัจจุบัน แบบจำลอง SBM ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในด้านอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก เช่น การประเมินประสิทธิภาพของการจ้างงานภายนอก (outsourcing performance) (Pournader, Kach, Fahimnia & Sarkis, 2019) การวัดผลการดำเนินงานของธนาคาร (Zha, Liang, Wu & Bian, 2016) และสาขาของธนาคาร (Mahmoudabadi & Emrouznejad, 2019) และการประเมินประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมการกลั่นปิโตรเลียม (Hosseini & Stefaniec, 2019) เป็นต้น

2.5 วิธี Slacks-Based Measure--SBM ของ Tone (2001)

การหาค่าประสิทธิภาพการดำเนินงานเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต กระบวนการบริการในเขตการบิน และกระบวนการบริการในเขตนอกการบินของ

ท่าอากาศยาน ในงานวิจัยนี้ ได้ประยุกต์ใช้วิธี SBM ที่พัฒนาโดย Tone (2001) กับกระบวนการหลักของท่าอากาศยานทั้งสามกระบวนการที่มีการเชื่อมโยงกัน (โดยพิจารณาปัจจัยนำเข้าขั้นต้น, ปัจจัยผลผลิตชั้นกลาง/ปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง, และปัจจัยผลผลิตสุดท้าย) เพื่อหาค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการเหล่านั้น และในกรณีที่หน่วยตัดสินใจไม่มีประสิทธิภาพ (ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการใดใน 3 กระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ) จะสามารถหาค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) และปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) ที่ไม่เป็นศูนย์ได้

ในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณากระบวนการผลิตของท่าอากาศยานในฐานะผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสายการบิน ผู้ส่งสินค้าและผู้โดยสาร ซึ่งความสามารถในการรองรับของโครงสร้างพื้นฐานของท่าอากาศยานค่อนข้างเปลี่ยนแปลงได้ยาก จึงถือว่าเป็นปัจจัยนำเข้ากึ่งคงที่ (เช่น ขนาดทางวิ่ง ขนาดลานจอดอากาศยาน และขนาดอาคารผู้โดยสาร) ในขณะที่ผู้บริหารท่าอากาศยานสามารถควบคุมปัจจัยนำเข้าผันแปร (เช่น จำนวนพนักงาน) ได้ง่ายกว่า

กำหนดให้

θ_k คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (Airport production efficiency--PE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k โดยที่

$$\theta_k = 1 - \frac{1}{N_V} \left(\sum_{i^v=1}^{N_V} \frac{s_{i^v k}^-}{x_{i^v k}^j} \right) \text{ ถ้า } \theta_k = 1$$

หมายถึง กระบวนการผลิตของหน่วยตัดสินใจที่ k มีประสิทธิภาพ

φ_{Ak} คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการบริการในเขตการบิน (Airside service efficiency--ASE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k โดยที่

$$\varphi_{Ak} = 1 + \frac{1}{F_A} \left(\sum_{r_A=1}^{F_A} \frac{s_{r_A k}^+}{y_{r_A k}} \right) \text{ ถ้า } \varphi_{Ak} = 1$$

หมายถึงกระบวนการบริการในเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่ k มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ สามารถปรับ φ_{Ak} ให้มี

$$\text{ค่าอยู่ระหว่าง } 0-1 \text{ ด้วยฟังก์ชัน } \frac{1}{\varphi_{Ak}}$$

φ_{Lk} คือ ประสิทธิภาพการบริการในเขตนอกการบิน (Landside service efficiency--LSE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k โดยที่

$$\varphi_{Lk} = 1 + \frac{1}{F_L} \left(\sum_{r_L=1}^{F_L} \frac{s_{r_L k}^+}{y_{r_L k}} \right) \text{ ถ้า } \varphi_{Lk} = 1$$

หมายถึงท่าอากาศยาน k มีประสิทธิภาพการผลิตการบริการในเขตนอกการบิน ทั้งนี้ สามารถปรับ φ_{Lk} ให้มี

$$\text{ค่าอยู่ระหว่าง } 0-1 \text{ ด้วยฟังก์ชัน } \frac{1}{\varphi_{Lk}}$$

การคำนวณหาคะแนนประสิทธิภาพ โดยใช้วิธี Slacks-based Measure ของการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) สามารถทำได้โดยการแก้ปัญหасวมการเชิงเส้น ดังนี้

1. แบบจำลองสำหรับการประเมินค่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (PE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k ซึ่งพิจารณาทางด้านปัจจัยนำเข้า (input-oriented) แสดงดังนี้

$$\text{Min } \theta_k = 1 - \frac{1}{N_V} \left(\sum_{i^v=1}^{N_V} \frac{s_{i^v k}^-}{x_{i^v k}^j} \right)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{i^v j} &= x_{i^v k} - s_{i^v k}^-, \quad i^v = 1, \dots, N_V \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{i_F j} &= x_{i_F k}, \quad i_F = 1, \dots, N_F \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j z_{h_A j} &\geq z_{h_A k}, \quad h_A = 1, \dots, H_A \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j z_{h_L j} &\geq z_{h_L k}, \quad h_L = 1, \dots, H_L \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (2)$$

2. แบบจำลองสำหรับการประเมินค่าประสิทธิภาพกระบวนการบริการในเขตการบิน (ASE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k ซึ่งพิจารณาทางด้านปัจจัยผลผลิต (output-oriented) แสดงดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Max } \varphi_{Ak} = 1 + \frac{1}{F_A} \left(\sum_{r_A=1}^{F_A} \frac{s_{r_A k}^+}{y_{r_A k}} \right)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^J \beta_j y_{r_A j} &= y_{r_A k} + s_{r_A k}^+, \quad r_A = 1, \dots, F_A \\ \sum_{j=1}^J \beta_j z_{h_A j} &\leq z_{h_A k}, \quad h_A = 1, \dots, H_A \\ \beta_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (3)$$

3. แบบจำลองสำหรับการประเมินค่าประสิทธิภาพกระบวนการบริการในเขตนอกการบิน (LSE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k ซึ่งพิจารณาทางด้านปัจจัยผลผลิต (output-oriented) แสดง ดังนี้

$$\text{Max } \varphi_{Lk} = 1 + \frac{1}{F_L} \left(\sum_{r_L=1}^{F_L} \frac{s_{r_L k}^+}{y_{r_L k}} \right)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^J \delta_j y_{r_L j} &= y_{r_L k} + s_{r_L k}^+, \quad r_L = 1, \dots, F_L \\ \sum_{j=1}^J \delta_j z_{h_L j} &\leq z_{h_L k}, \quad h_L = 1, \dots, H_L \\ \delta_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (4)$$

โดยมี

ตัวแปรตัดสินใจ (decision variable)

θ_k คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (PE) ของหน่วยตัดสินใจที่ k

φ_{Ak} คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการบริการในเขตการบิน (ASE) ของหน่วยตัดสินใจที่

φ_{Lk} คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการบริการในเขตนอกการบิน (LSE) ของหน่วยตัดสินใจที่

$\lambda_j, \beta_j, \delta_j$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักอ้างอิงของหน่วยตัดสินใจที่ j

$s_{i^v k}^-$ คือ ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) ของปัจจัยนำเข้าขั้นต้นที่ i^v ของเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k

$s_{r_A k}^+$ คือ ค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดของปัจจัยผลผลิตสุดท้ายที่ r_A ของเขตนอกการบินของหน่วยตัดสินใจที่ k

$s_{r_L k}^+$ คือ ค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดของปัจจัยผลผลิตสุดท้ายที่ r_L ของเขตนอกการบินของหน่วยตัดสินใจที่ k

ตัวแปร (Variable)

$X_{i_v j}$ คือ ค่าปัจจัยนำเข้าขั้นต้นผันแปรที่ i_v ของหน่วยตัดสินใจที่ j

$X_{i_F j}$ คือ ค่าปัจจัยนำเข้าขั้นต้นคงที่ที่ i_F ของหน่วยตัดสินใจที่ j

Z_{h_j} คือ ค่าปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางที่ h_L ของเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่ j

$Z_{h_A j}$ คือ ค่าปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางที่ h_A ของเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่ j

$Y_{r_A j}$ คือ ค่าปัจจัยผลผลิตสุดท้ายที่ r_A ของเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่ j

$Y_{r_L j}$ คือ ค่าปัจจัยผลผลิตสุดท้ายที่ r_L ของเขตการบินของหน่วยตัดสินใจที่ j

ดัชนี (Index)

N_v คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าขั้นต้นผันแปรทั้งหมด

N_F คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าขั้นต้นคงที่ทั้งหมด

H_A คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางทั้งหมดของเขตการบิน

H_L คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางทั้งหมดของเขตการบิน

F_A คือ จำนวนปัจจัยผลผลิตสุดท้ายทั้งหมดของเขตการบิน

F_L คือ จำนวนปัจจัยผลผลิตสุดท้ายทั้งหมดของเขตการบิน

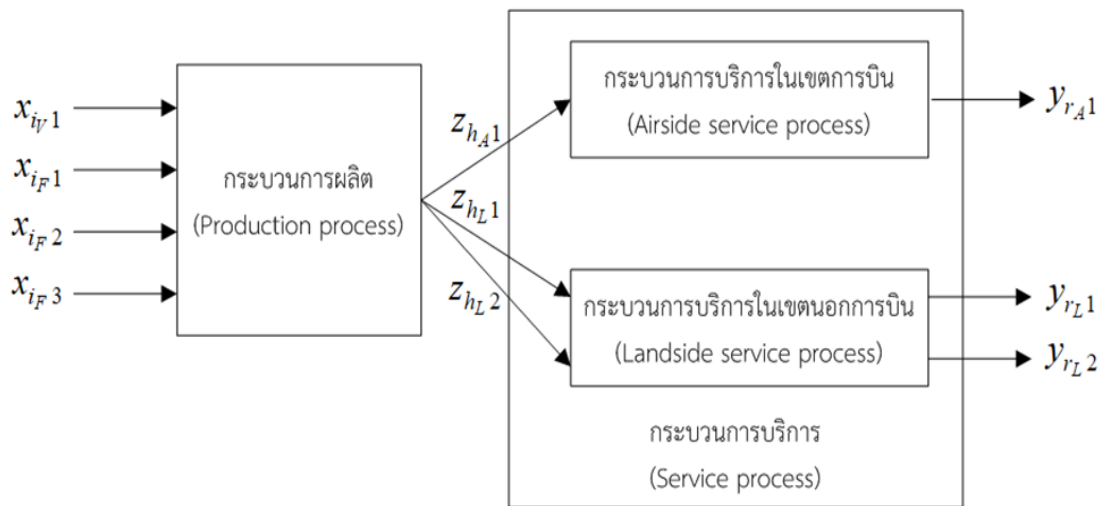
k คือ หน่วยตัดสินใจที่ต้องการวิเคราะห์

j คือ จำนวนหน่วยตัดสินใจทั้งหมด

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธี SBM ของการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) ซึ่งครอบคลุมการคำนวณมูลค่าของปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของการดำเนินงาน

ท่าอากาศยาน ซึ่งการดำเนินงานท่าอากาศยานประกอบด้วยกระบวนการผลิตและกระบวนการบริการที่ดำเนินงานต่อเนื่องกัน (เชื่อมต่อแบบอนุกรม) โดยกระบวนการบริการจะถูกแยกออกเป็นกระบวนการบริการในเขตการบินและเขตนอกการบินที่ดำเนินงานคู่ขนานกัน (Yu, 2010) ในการทำงานภายในท่าอากาศยานนั้น ท่าอากาศยานจะใช้ปัจจัยนำเข้า (โดยมีปัจจัยนำเข้าขั้นต้นผันแปร 1 ปัจจัย คือ จำนวนพนักงาน ($X_{i_v 1}$) และปัจจัยนำเข้าขั้นต้นคงที่ 3 ปัจจัย คือ ขนาดทางวิ่ง ($X_{i_F 1}$), ลานจอดอากาศยาน ($X_{i_F 2}$), และขนาดอาคารผู้โดยสาร ($X_{i_F 3}$) ผ่านกระบวนการผลิต (production process) เพื่อทำให้เกิดความสามารถในการรองรับอากาศยาน สินค้า และผู้โดยสารของท่าอากาศยาน ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยผลผลิตชั้นกลาง (intermediate outputs) โดยมีปัจจัยผลผลิตชั้นกลาง 3 ปัจจัย คือ ความสามารถในการรองรับอากาศยานภายในเขตการบิน ($Z_{h_A 1}$) และความสามารถในการรองรับของโครงสร้างพื้นฐานเขตนอกการบิน ได้แก่ ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของอาคารผู้โดยสาร ($Z_{h_L 1}$) และความสามารถในการรองรับสินค้าของคลังสินค้า ($Z_{h_L 2}$) จากนั้นจะใช้ความสามารถเหล่านี้ในฐานะปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง (intermediate inputs) ผ่านกระบวนการบริการ (service process) ในการให้บริการในด้านการขนส่งทางอากาศ โดยที่ปัจจัยผลผลิตสุดท้ายจำนวน 3 ปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการบริการในเขตการบิน (airside service process) 1 ปัจจัย คือ การขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ ($Y_{r_A 1}$) และปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการบริการนอกเขตการบิน (airside service process) 2 ปัจจัย คือ จำนวนผู้โดยสารรวม ($Y_{r_L 1}$) และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) ($Y_{r_L 2}$) ซึ่งกรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้ แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยนำเข้าขั้นต้น ปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตชั้นกลาง และปัจจัยผลผลิตสุดท้ายในการดำเนินงานของท่าอากาศยาน และวิธีการใช้เทคนิคการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล

2. กำหนดปัจจัยนำเข้าขั้นต้น ปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตชั้นกลาง และปัจจัยผลผลิตสุดท้าย

3. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและสถิติของปัจจัยนำเข้าขั้นต้น ปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตชั้นกลาง และปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของท่าอากาศยานจำนวน 6 แห่งที่ดำเนินการโดย ทอท. ในปีงบประมาณ 2561 (ข้อมูลปีล่าสุด ณ เวลาที่ทำการศึกษ)

4. ประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต การบริการในเขตการบิน และการบริการนอกเขตการบิน โดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Slacks-based Measure ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) โดยใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์

5. นำค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินและค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพมาใช้ในการวางแผนเพื่อหาแนวทางการพัฒนาท่าอากาศยานให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นในอนาคต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษา คือ ท่าอากาศยานในสังกัดของ ทอท. กลุ่มตัวอย่าง คือ ท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ดอนเมือง เชียงใหม่ ภูเก็ต หาดใหญ่ และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้สืบค้นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลของท่าอากาศยานในสังกัดของ ทอท. จำนวน 6 แห่ง และใช้วิธี SBM ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต กระบวนการบริการในเขตการบิน และกระบวนการบริการนอกเขตการบิน โดยใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์ที่สามารถหาค่าที่ดีที่สุด (สูงสุดหรือต่ำสุด) สำหรับสูตรหนึ่งเซลล์ซึ่งเรียกว่าเซลล์เป้าหมายโดยขึ้นอยู่กับข้อจำกัด ของค่าของเซลล์สูตรอื่น ๆ ในแผ่นงาน “โซลเวอร์ทำงานร่วมกับกลุ่มของเซลล์เรียกว่าตัวแปรการตัดสินใจหรือเซลล์ตัวแปรซึ่งมีส่วนร่วมในการคำนวณสูตรในเซลล์เป้าหมายและข้อจำกัด โซลเวอร์จะปรับค่าในเซลล์ตัวแปร การตัดสินใจเพื่อให้เป็นไปตามข้อจำกัด ของเซลล์ข้อจำกัด และสร้างผลลัพธ์ที่ต้องการสำหรับเซลล์เป้าหมาย” (Yimruthai & Somsuk, 2017, p. 177)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิในปีงบประมาณ 2561 (1 ตุลาคม 2560-30 กันยายน 2561) จากรายงานประจำปี บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด พ.ศ. 2561

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

ผลการวิจัย

ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้มีดังนี้ ปัจจัยนำเข้าขั้นต้นผันแปร 1 ปัจจัย (จำนวนพนักงาน) ปัจจัยนำเข้าขั้นต้นคงที่ 3 ปัจจัย (ขนาดทางวิ่ง

ลานจอดอากาศยาน และขนาดอาคารผู้โดยสาร) ปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางของเขตการบิน 1 ปัจจัย (ความสามารถในการรองรับอากาศยาน) ปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง/ผลผลิตชั้นกลางของเขตนอกการบิน 2 ปัจจัย (ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร และความสามารถในการรองรับปริมาณสินค้าของคลังสินค้า) ปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของเขตการบิน 1 ปัจจัย (การขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์) และปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของเขตนอกการบิน 2 ปัจจัย (จำนวนผู้โดยสารรวม และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) ซึ่งการเลือกปัจจัยเหล่านี้จะสอดคล้องกับการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการหลักทั้งสามของท่าอากาศยานตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในกรอบแนวคิดการวิจัย

ข้อมูลทุติยภูมิและสถิติของปัจจัยนำเข้าขั้นต้น ปัจจัยนำเข้า/ผลผลิตชั้นกลาง และปัจจัยผลผลิตสุดท้ายของท่าอากาศยานจำนวน 6 แห่งที่ดำเนินการโดย ทอท. ในปีงบประมาณ 2561 แสดงได้ดังตาราง 1

ตาราง 1

ข้อมูลทุติยภูมิและสถิติ

	รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ปัจจัยนำเข้าขั้นต้น	จำนวนพนักงาน ¹	(คน)	$X_{iv\ 1}$	1,074.00	1,124.71	3,175	210
	ขนาดทางวิ่ง	(ตารางเมตร)	$X_{iF\ 1}$	233,625.00	147,429.28	462,000	135,000
	ลานจอดเครื่องบิน	(ตารางเมตร)	$X_{iF\ 2}$	366,426.83	461,937.62	1,053,000	28,800
	ขนาดอาคารผู้โดยสาร	(ตารางเมตร)	$X_{iF\ 3}$	161,808.83	211,564.73	563,000	17,000
ปัจจัยผลผลิต/ปัจจัยนำเข้าชั้นกลาง	ความสามารถในการรองรับเครื่องบิน ²	(จำนวนเที่ยวบินต่อชั่วโมง)	$Z_{hA\ 1}$	32.50	23.36	65	10
	ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร	(คนต่อปี)	$Z_{hL\ 1}$	16,833,333.33	17,089,958.07	45,000,000	2,500,000

ตาราง 1 (ต่อ)

	รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ปัจจัย ผลผลิต สุดท้าย	ความสามารถในการรองรับปริมาณสินค้า	(ตันต่อปี)	$Z_{hL} 2$	441,500.00	701,835.52	1,700,000	3,000
	การขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์	(เที่ยวบิน)	$Y_{rA} 1$	145,833.17	140,236.35	364,047	19,724
	จำนวนผู้โดยสารรวม	(คน)	$Y_{rL} 1$	23,253,081.33	23,762,209.49	62,814,644	2,804,700
	ปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) ³	(ตัน)	$Y_{rL} 2$	274,461.00	600,979.55	1,500,139	3,646

Note, คำนวณโดยผู้วิจัย From Annual Report 2018–Airports of Thailand Public Company Limited. September, 1, 2019, by AOT, 2018, retrieved from <http://aot.listedcompany.com/misc/AR/20190108-aot-ar-2018-en.pdf>. and Airports of Thailand Plc. for fiscal Year 2018 (October 2017–September 2018), by AOT, Investor Relations Department, 2018, retrieved from <http://aot.listedcompany.com/misc/PRESN/20181204-aot-corporatePresentation-fy2018.pdf>.

หมายเหตุ: ¹ ไม่รวมแรงงานจัดจ้างภายนอก (outsourcing worker),
² ความสามารถในการรองรับเครื่องบินจริง (actual utilization)
³ ไม่รวมสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์ที่นำลงพัก ณ ท่าอากาศยานระหว่างทาง (ในที่นี้คือท่าอากาศยานของ ทอท.) ก่อนจะนำขึ้นเครื่องบินลำเดิมเพื่อขนส่งต่อไปยังท่าอากาศยานปลายทาง (excluding transit cargo)

ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงาน จำนวน 6 แห่งในสังกัดของ ทอท. โดยใช้โปรแกรมเอ็กเซล เชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต การบริการในเขต โซลเวอร์ และค่าสถิติพื้นฐานของค่าคะแนนประสิทธิภาพการบิน และการบริการในเขตนอกการบิน ของท่าอากาศยาน แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2

ผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต การบริการในเขตการบิน และการบริการนอกเขตการบิน ของท่าอากาศยานในสังกัด ทอท. และค่าสถิติพื้นฐานของค่าคะแนนประสิทธิภาพ

ท่าอากาศยาน/ค่าสถิติ	คะแนนประสิทธิภาพ		
	กระบวนการผลิต (PE)	การบริการในเขตการบิน (ASE)	การบริการนอกเขตการบิน (LSE)
สุวรรณภูมิ	1.000	1.000	1.000
ดอนเมือง	1.000	0.846	0.138
เชียงใหม่	1.000	0.587	0.460
หาดใหญ่	1.000	0.474	1.000
ภูเก็ต	1.000	0.717	0.308
แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	1.000	0.352	1.000
ค่าเฉลี่ย	1.000	0.6627	0.6510
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000	0.2401	0.3957
ค่าต่ำสุด	1.000	0.352	0.138
ค่าสูงสุด	1.000	1.000	1.000

แนวทางในการปรับปรุงการดำเนินงานของท่าอากาศยานเพื่อให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด ที่ได้จากวิธี SBM ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3

ผลการคำนวณค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด

ท่าอากาศยาน	ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (input slack) จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack)		
		การขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ (เที่ยวบิน)	จำนวนผู้โดยสารรวม (คน)	ปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) (ตัน)
สุวรรณภูมิ	0	0	0	0
ดอนเมือง	0	49,277	1,822,865	719,398
เชียงใหม่	0	53,224	856,939	33,764
หาดใหญ่	0	32,424	0	0
ภูเก็ต	0	45,934	0	277,005
แม่ฟ้าหลวง เชียงราย	0	36,283	0	0

การอภิปรายผล

ประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของกระบวนการผลิต การบริการในเขตการบินและเขตนอกการบิน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร ด้านจำนวนพนักงาน ขนาดทางวิ่ง ลานจอดอากาศยาน และขนาดอาคารผู้โดยสาร พบว่า ในปีงบประมาณ 2561 ท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่งล้วนมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต (ค่าคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (PE) เท่ากับ 1)

ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้ความสามารถในการรองรับอากาศยาน, ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร และความสามารถในการรองรับปริมาณสินค้า พบว่า ในปีงบประมาณ 2561 ท่าอากาศยานที่มีประสิทธิภาพด้านการดำเนินงานในเขตการบินมีเพียง 1 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ค่าคะแนนประสิทธิภาพของการบริการในเขตการบิน (ASE) เท่ากับ 1) และท่าอากาศยานที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานในเขตนอกการบิน มี 3 แห่ง คือ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ หาดใหญ่ และแม่ฟ้าหลวง เชียงราย (ค่าคะแนนประสิทธิภาพของการบริการในเขตนอกการบิน (LSE) เท่ากับ 1)

อย่างไรก็ตามผลการดำเนินงานในภาพรวมของท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่งนั้น ให้ผลเป็นที่น่าพอใจทั้งทางด้านการบริการในเขตการบินและเขตนอกการบิน ดังจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงานในเขตการบิน เท่ากับ 0.6627 และ 0.2401 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประสิทธิภาพการดำเนินงานในเขตนอกการบิน เท่ากับ 0.6510 และ 0.3957 ตามลำดับ (ดูตาราง 2)

ทั้งนี้ยังพบว่า ในปีงบประมาณ 2561 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเป็นท่าอากาศยานเดียวที่มีประสิทธิภาพในทุกด้าน (ทั้งด้านกระบวนการผลิต การดำเนินงานในเขตการบิน และการดำเนินงานในเขตนอกการบิน) ซึ่งถือได้ว่าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีการดำเนินงานที่เป็นเลิศ (best practice) ในด้านการให้บริการทางอากาศ

แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ

เนื่องจากท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่งล้วนมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต โดยมีค่าคะแนนประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบเท่ากับ 1 ดังนั้นท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่งนี้ จะไม่มีปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินเท่ากับ 0) กล่าวคือไม่มีจำนวนพนักงานส่วนเกินนั่นเอง

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาส่วนปรับปรุงค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) (ดูตาราง 3) ในกรณีท่าอากาศยานไม่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานในเขตการบินและเขตนอกการบิน หากต้องการให้ท่าอากาศยานเหล่านี้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ในปีงบประมาณถัดไป) ควรเสริมสร้างปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดให้มากขึ้น ดังนี้ ท่าอากาศยานดอนเมืองมีปัจจัยการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ส่วนที่ขาด 49,277 เที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสารรวมส่วนที่ขาด 1,822,865 คน และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) 719,398 ตัน ท่าอากาศยานเชียงใหม่มีปัจจัยการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ส่วนที่ขาด 53,224 เที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสารรวมส่วนที่ขาด 856,939 คน และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) 33,764 ตัน ท่าอากาศยานหาดใหญ่มีปัจจัยการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ส่วนที่ขาด 32,424 เที่ยวบิน ท่าอากาศยานภูเก็ตมีปัจจัยการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ส่วนที่ขาด 45,934 เที่ยวบิน และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณีย์ภัณฑ์เข้า-ออก (ไม่รวมผ่าน) 277,005 ตัน และท่าอากาศยานแม่ฟ้าหลวง เชียงราย มีปัจจัยการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์ส่วนที่ขาด 36,283 เที่ยวบิน หากท่าอากาศยานเหล่านี้สามารถปรับกลยุทธ์โดยการเสริมสร้างปัจจัยผลผลิตให้มากขึ้นได้อย่างเหมาะสม จะทำให้ท่าอากาศยานสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในอนาคต และนำมาซึ่งการยกระดับความสามารถในการแข่งขันของท่าอากาศยานในสังกัดของ ทอท.

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. จากผลการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพ (ตาราง 2) พบว่าความไม่มีประสิทธิภาพของท่าอากาศยานทั้งในกระบวนการบริการในเขตการบินและนอกเขตการบินเกิดจากปัจจัยด้านผลผลิตน้อยเกินไป ไม่ว่าจะเป็นการขึ้น-ลงของอากาศยานพาณิชย์, จำนวนผู้โดยสารรวม, และปริมาณสินค้าและพัสดุไปรษณียภัณฑ์ (ดังแสดงในตาราง 3) ดังนั้นควรมีการกำหนดนโยบายและหาแนวทางในการเพิ่มปัจจัยผลผลิตทั้งหมดให้ได้ตามเป้าหมายของท่าอากาศยานแต่ละแห่งอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาท่าอากาศยานที่ไม่มีประสิทธิภาพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

2. นโยบายสนับสนุนการท่องเที่ยวของรัฐบาลก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้จำนวนผู้ใช้บริการเดินทางทางอากาศเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น ภาครัฐบาลควรจะมีแนวปฏิบัติหรือนโยบายสนับสนุนการท่องเที่ยวที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ตลอดจนมีความต่อเนื่องและยั่งยืน เพื่อช่วยให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวฟื้นตัว และเติบโตต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของท่าอากาศยาน โดยการประยุกต์การวิเคราะห์การล้อมกรอบ

ข้อมูล (DEA) สำหรับช่วงเวลาเดียว หรือใช้ข้อมูลเพียงปีเดียว การศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์หลายช่วงเวลา หรือใช้ข้อมูลหลายปีเปรียบเทียบกัน เพื่อช่วยให้เห็นพัฒนาการของควมมีประสิทธิภาพชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ค่าคะแนนประสิทธิภาพ ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน และค่าปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาดที่คำนวณได้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้จากการใช้วิธี SBM ในการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) เพื่อให้มีความมั่นใจในผลที่ได้จากงานวิจัยมากยิ่งขึ้น การศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (DEA) ด้วยแบบจำลองแบบอื่นๆ ด้วย เช่น แบบจำลอง CCR และ BCC เพื่อดูความสอดคล้องกันของผลที่ได้จากงานวิจัย

3. การวิจัยครั้งต่อไปควรทำการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าอากาศยานในหลายส่วนงานยิ่งขึ้น เช่น ระบบการจัดการด้านนิรภัยของสนามบิน (safety management system) การดำเนินงานของท่าอากาศยานด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวางแผนพัฒนาแก่ท่าอากาศยานมากยิ่งขึ้น



References

- Adler, N., Liebert, V., & Yazhemsky, E. (2013). Benchmarking airports from a managerial perspective. *Omega*, 41, 442–458.
- Alavi, K., Firouzjah, J. A., & Alimohammadi, H. (2015). Measuring efficiency of provincial offices of Iran's Ministry of Youth Affairs and Sports. *Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research*, 6(2), 65–73.
- AOT. (2018). *Annual report 2018–Airports of Thailand Public Company Limited*. Retrieved from <http://aot.listedcompany.com/misc/AR/20190108-aot-ar-2018-en.pdf>.

- AOT, Investor Relations Department. (2018). *Airports of Thailand Plc. for fiscal year 2018 (October 2017-September 2018)*. Retrieved from <http://aot.listedcompany.com/misc/PRESN/20181204-aot-corporatePresentation-fy2018.pdf>.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- Gillen, D., & Lall, A. (1997). Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E*, 33(4), 261–273.
- Gitto, S., & Mancuso, P. (2012). Two faces of airport business: A non-parametric analysis of the Italian airport industry. *Journal of Air Transport Management*, 20, 39–42.
- Hosseini, K., & Stefaniec, A. (2019). Efficiency assessment of Iran's petroleum refining industry in the presence of unprofitable output: A dynamic two-stage Slacks-Based Measure. *Energy, Elsevier*, 189, 1-12. DOI: 10.1016/j.energy.2019.116112.
- Klamsaengsai, S. (2014). *Thailand Airport Operation model for the low cost carriers*. Doctoral Dissertation, National Institute of Development Administration, Thailand.
- Liu, D. (2016). Measuring aeronautical service efficiency and commercial service efficiency of East Asia Airport Companies: An application of Network Data Envelopment Analysis. *Journal of Air Transport Management*, 52, 11–22.
- Mahmoudabadi, M. Z., & Emrouznejad, A. (2019). Comprehensive performance evaluation of banking branches: A three-stage Slacks-Based Measure (SBM) Data Envelopment Analysis. *International Review of Economics & Finance*, 64, 359-376.
- Pournader, M., Kach, A., Fahimnia, B., & Sarkis, J. (2019). Outsourcing performance quality assessment using Data Envelopment Analytics. *International Journal of Production Economics*, 207, 173-182.
- Suebongsakorn, A. (2012). Methodology of Data Envelopment Analysis (DEA) and technical efficiency measurement. *Journal of Economics, Chiang Mai University*, 16(1), 44–82. (in Thai)
- Theeranuphattana, A., & Boonjom, W. (2018). Development of model for assessing commercial bank efficiency by using CAMEL framework for Data Envelopment Analysis. *Journal of Business Administration*, 41(158), 19–47. (in Thai)
- Tone, K. (2001). A slack based measure of efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 130, 498–509.

- Yimruthai, F., & Somsuk, N. (2017). Performance measurement of Aircraft Movement Operations in the medium-sized Airport's Airside Areas Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 11(3), 173–183. (in Thai)
- Yu, M. M. (2010). Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model. *Omega*, 38, 440–452.
- Yu, Y. S., Han, H. T., & Barros, A. (2012). Evaluating technical efficiency of Taiwan public listed companies: an application of Data Envelopment Analysis. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1(12), 16-23.
- Zha, Y., Liang, N., Wu, M., & Bian, Y. (2016). Efficiency valuation of banks in China: A dynamic two-stage slacks-based measure approach. *Omega*, 60, 60-72.



ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์:
กรณีศึกษาชุมชนบ้านหินลาด จังหวัดตาก
Solar Power Step Pumping System:
Case Study of Ban Hin lat Community, Tak Province

พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ,¹ ปฏิภาณ เกิดลาภ,¹ กิตติเชษฐ์ นนทะสุด² และสุกัญญา สมมณีดวง²
Pongsawat Kotchapoom,¹ Patiphan Kerdlap,¹ Kittichet Nontasud² and Sukanya Sommaneedoung²

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹School of Engineering, Eastern Asia University

²คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

² School of Aviation, Eastern Asia University

Received: January 3, 2020

Revised: March.7, 2020

Accepted: March.12, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสากเหล็ก จังหวัดตาก ซึ่งเป็นชุมชนที่มีทำเลที่ตั้งอยู่สูงและห่างไกลจากแหล่งน้ำ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบสูบน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวเพื่อนำน้ำมาใช้อุปโภค บริโภคในชุมชน โดยออกแบบให้มีลักษณะการสูบน้ำแบบขั้นบันไดและใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจความต้องการใช้น้ำของชุมชนมีความต้องการเฉลี่ย 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จึงมาออกแบบระบบสูบน้ำและใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 3 แรงม้า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 วัตต์ ใช้จำนวน 10 แผงต่อ 1 สถานีสูบน้ำ

จากผลการวิจัยระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า มีความสามารถในการสูบน้ำเข้าสู่แท็งก์เก็บน้ำของชุมชนเฉลี่ย 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับความต้องการใช้น้ำของชุมชนบ้านหินลาดเฉลี่ยที่ 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และก่อนการติดตั้งระบบสูบน้ำนี้ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่จริงและวางแผนร่วมกันกับชุมชนเพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และภูมิประเทศมากที่สุด

คำสำคัญ: ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันได, พลังงานแสงอาทิตย์, ชุมชนบ้านหินลาด

Abstract

This research presents the design and installation of step solar water pumping system in Ban Hin Lat community, Ban Na Subdistrict, Sam Ngao District, Tak Province. Ban Hin Lat is a community located at a high elevation and far from water sources. The researcher therefore has the idea of designing water pumping systems to transport water from the water source to use for consumption in the community by designing this solar power step water pumping system.

From the research of solar water pumping system. it was found that this system has the ability to pump water into the community's water tanks at an average of 37.92 cubic meters per day. This is enough supply for the water demand of Ban Hin Lat community at an average of 33.50 cubic meters per day. And before installing the pumping system, the researchers surveyed the actual area and planned the work together with the community so that the design would be suitable for the characteristics of the area and the topography of the land.

Keywords: step water pumping system, solar energy, Ban Hin Lat community



บทนำ

ปัจจุบันระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กำลังเป็นที่นิยมและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุผลที่ว่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นเป็นพลังงานที่ได้มาฟรี และเป็นพลังงานทดแทนที่ใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด จึงทำให้ปัจจุบันนี้มีผู้ใช้ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น การสูบน้ำเพื่อการเกษตร หรือระบบน้ำประปาชุมชน เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง หรือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับสูบน้ำลงได้อย่างมาก โดยเฉพาะระบบน้ำประปาของชุมชน ปัจจุบันพบว่าการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้้อย่างแพร่หลายเพื่อช่วยในการลดค่าใช้จ่ายของชุมชน

ระบบน้ำประปาชุมชนเป็นระบบสาธารณูปโภคที่สำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สำหรับระบบน้ำประปาจำเป็นจะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ หลายด้านเพื่อให้สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ พื้นที่หรือทำเลที่ตั้งของแหล่งน้ำและชุมชนผู้ใช้น้ำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีชุมชนผู้ใช้น้ำที่มีพื้นที่ตั้งอยู่บนที่สูง เช่น บনยอดดอย หรือบริเวณไหล่เขา เป็นต้น

หลายชุมชน และแต่ละชุมชนมีระบบน้ำประปา ที่เรียกว่าประปาภูเขาสำหรับใช้อุปโภค บริโภคในชุมชน แต่ด้วยสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปทำให้แหล่งน้ำของระบบประปาภูเขาหลาย ๆ ชุมชนไม่มีน้ำส่งเข้ามาหล่อเลี้ยงคนในชุมชนได้ ทำให้ชุมชนเหล่านั้นต้องแสวงหาแหล่งน้ำแห่งใหม่ เพื่อนำน้ำเข้ามาใช้ในชุมชนแทนระบบประปาภูเขาเดิม ซึ่งส่วนใหญ่แหล่งน้ำดังกล่าวจะอยู่ต่ำกว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนและห่างไกลออกไป

จากเหตุปัจจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อส่งน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนและไกลออกไป เข้ามาใช้สำหรับบริโภค อุปโภคในชุมชน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบ ติดตั้งและใช้งานจริงในชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสสามเงา จังหวัดตาก ซึ่งเป็นชุมชนที่มีที่ตั้งอยู่บนไหล่เขา และมีแหล่งน้ำคือแม่น้ำแม่ตื่น อยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชนและมีระยะห่างออกไป 3 กิโลเมตร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน
2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

แนวคิดทฤษฎี

ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการนำเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับระบบสูบน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนและอยู่ห่างไกลออกไป เข้ามาใช้ในการอุปโภค บริโภค โดยทำการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และความต้องการใช้น้ำของชุมชน

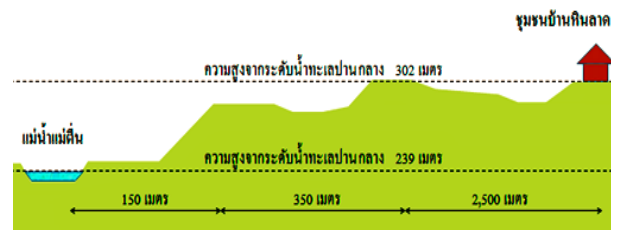
ข้อมูลพื้นที่

ชุมชนบ้านหินลาด ตั้งอยู่ในเขตการปกครองของตำบลบ้านนา อำเภอสางใต้จังหวัดตาก มีจำนวนประชากร 419 คน จำนวนครัวเรือน 151 ครัวเรือนมีระบบน้ำประปาภูเขาสำหรับใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคในชุมชน สภาพชุมชนบ้านหินลาดแสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 สภาพชุมชนบ้านหินลาด

ชุมชนบ้านหินลาดตั้งอยู่บนพื้นที่ราบไหล่เขา สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 302 เมตร ล้อมรอบด้วยภูเขาสูงและป่าไม้ โดยมีลักษณะที่ตั้งของชุมชนวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลางแสดง ดังภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะที่ตั้งของชุมชนวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

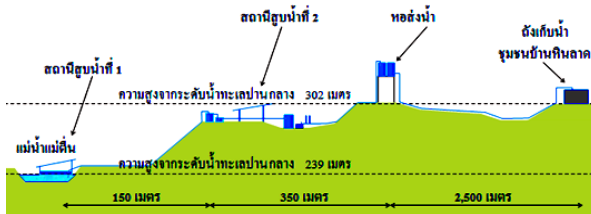
จากการสำรวจข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้น้ำของคนในชุมชนเฉลี่ย 33.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งที่ผ่านมาน้ำที่ได้มาจากระบบน้ำประปาภูเขา แต่ด้วยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ระบบน้ำประปาภูเขา ปัจจุบันส่งน้ำมาหล่อเลี้ยงคนในชุมชนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมระบบน้ำประปาภูเขาไม่มีน้ำส่งเข้ามาในชุมชนเนื่องจากแหล่งต้นน้ำแห้งแล้งจากการสำรวจพื้นที่พบว่าในบริเวณใกล้เคียงกับชุมชนห่างออกไประยะทาง 3 กิโลเมตร มีแม่น้ำแม่ตื่นซึ่งมีน้ำตลอดทั้งปีเหมาะแก่การใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับทำระบบน้ำประปาของชุมชน แต่เนื่องด้วยสภาพพื้นที่ของแม่น้ำแม่ตื่นอยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชน ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 239 เมตร ลักษณะของแม่น้ำแม่ตื่นแสดง ดังภาพ 3



ภาพ 3 แม่น้ำแม่ตื่นในฤดูน้ำหลาก

และด้วยสภาพพื้นที่เป็นป่าและเนินเขาสลับซับซ้อน การออกแบบระบบสูบน้ำจึงจำเป็นต้องให้เหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่ และเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวไม่มีระบบไฟฟ้า ดังนั้นทางเลือกที่ดีที่สุด คือ การใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงนำปัจจัยข้างต้นมาพิจารณา

ออกแบบระบบสูบน้ำ โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ และมีลักษณะเป็นขั้นบันได เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 ลักษณะของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ(water pump) มีการประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งถูกนำมาใช้งานในหลาย ๆ ด้าน เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่ในการสูบของเหลว จากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำ (low pressure head) โดยส่งของเหลวดังกล่าวออกไปตามระบบท่อ ด้วยเฮดความกดดันที่สูงกว่าเดิม (high pressure head) การที่จะให้ของไหลไหลจากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำกว่าไปยังจุดที่มีเฮดความกดดันสูงนั้น จะต้องใช้ใบพัดของเครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่ในการถ่ายเทพลังงานกลให้แก่ของไหลนั้น ๆ เพื่อที่จะทำให้ของไหลมีพลังงานที่จะใช้ขับเคลื่อนตัวเอง โดยสามารถเอาชนะความต้านทานต่อการไหลภายในระบบนั้น เครื่องสูบน้ำจะสูบของไหลจากทางด้านดูด (suction) และออกทางด้านส่ง (delivery) โดยรับพลังงานจากเครื่องต้นกำลัง อาทิ เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำที่นิยมนำมาใช้ในระบบน้ำประปา มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) และ เครื่องสูบน้ำซับเมอร์ส (submersible pump)

เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump)

เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหรือแบบหอยโข่ง นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการสูบน้ำ นม สารหล่อลื่น สารละลายเคมี

เป็นต้น มีประสิทธิภาพในการสูบสูงถึง 90 % และยังให้ทำงานที่ระดับความดันสูงได้ ชิ้นส่วนที่หมุนอยู่ภายในเรือนปั๊ม เรียกว่า โรเตอร์ (rotor) หรือใบพัด (impeller) จะเป็นตัวทำให้เกิดการขับเคลื่อนของไหล ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำชนิดนี้มีคุณสมบัติที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการใช้งานเหมาะกับการสูบน้ำตื้น หรือน้ำผิวดิน ซึ่งสามารถสูบน้ำได้ปริมาณมาก

เครื่องสูบน้ำแบบซับเมอร์สซิเบิล (submersible pump)

เครื่องสูบน้ำแบบซับเมอร์สซิเบิล เป็นเครื่องสูบน้ำประเภทโรตารี(rotary pump) ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลว ภายในห้องของตัวเครื่องสูบน้ำด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน ซึ่งหมุนเพื่อให้เกิดความแตกต่างของความดันภายในระบบ ของเหลวจะถูกดูดเข้าและอัดทำให้เกิดแรงดันสูงขึ้นแล้วปล่อยออกมาทางด้านปล่อย ชิ้นส่วนที่หมุนดังกล่าวเรียกว่า โรเตอร์ การหมุนของโรเตอร์จะก่อให้เกิดการแทนที่ของของเหลวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ของไหลที่ไหลผ่านเครื่องสูบน้ำมีอัตราการไหลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำชนิดนี้นิยมนำมาใช้สูบน้ำลึก หรือน้ำบาดาล เนื่องจากความสามารถในการขับเคลื่อนน้ำขึ้นที่สูงมาก

งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง เนื่องจากแหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำผิวดิน เครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะให้ปริมาณน้ำที่มากในระดับความสูงการส่งน้ำไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบระบบสูบน้ำลักษณะขั้นบันไดเพื่อให้สามารถสูบน้ำได้เพียงพอสำหรับชุมชน และลดภาระการทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่ให้งานหนักมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำ

พลังงานแสงอาทิตย์ คือการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) และเมื่อนำ เซลล์แสงอาทิตย์เหล่านี้มาเรียงต่อกันเป็นแผงขนาดใหญ่ เรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้น ลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 แผงโซลาร์เซลล์หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจุบันระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้รับความนิยมและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง เช่น การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หรือการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสูบน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตร เป็นต้น

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ (pump inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นโซลาร์เซลล์โดยตรง จากกระแสตรง (direct current) ให้เป็นกระแสสลับ (alternative current) เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์สามารถใช้ได้กับเครื่องสูบน้ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปได้ซึ่งปัจจุบันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีหลากหลายยี่ห้อและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ได้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ ลักษณะของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำแสดง ดังภาพ 6



ภาพ 6 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ทำการศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ สำหรับระบบสูบน้ำหลายผลงาน ได้แก่

Chitphutthanakul, Chantasit and Muisee Pongthong (2018) วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ปริมาณน้ำที่ผลิตได้ต่อการนำไปใช้งาน วิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า หลังการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ ทำงานร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่ทำการไฟฟ้าเพื่อชดเชยช่วงเวลาที่แผง โซลาร์เซลล์ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ได้ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 80 ลิตรต่อนาที่ หรือ 4,800 ลิตรต่อชั่วโมง โดยภาชนะเก็บน้ำ ขนาด 15,000 ลิตร จะสามารถเติมน้ำลงในภาชนะเก็บน้ำได้ภายในระหว่าง 2.30 ถึง 3 ชั่วโมง

Chokkue, Promlao and Sirikaew (2015) ศึกษาสมรรถนะและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดลองภายใต้เงื่อนไขความสูงระหว่างท่อดูดและท่อจ่าย 35 เมตร เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ Grundfos รุ่น SA 1500 ขนาด 2,000 วัตต์ และเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ RWE solutions รุ่น ASE-50-ETF/17 ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 18 แผง พบว่าความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปี พบว่าในระยะเวลา 1 ปี จะมีปริมาณน้ำที่สูบได้เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 3,520.88 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเงิน ที่ประหยัดได้ 23,047.46 บาทต่อปี เมื่อนำเงินที่ประหยัดได้มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 17.76 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 13.2 ปี

Kasagepongsan, Waewsak and Nankongnab (2010) ได้ศึกษาศึกษาการจำลองแบบระบบสูบน้ำแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม โดยอาศัยข้อมูลอุณหภูมิของจังหวัดพัทลุงในช่วงระยะเวลา 1 ปี (ม.ค.-ธ.ค. 2552) ได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 67.47 วัตต์โดยกำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่สำหรับประจุแบตเตอรี่เพื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องสูบน้ำ ได้มาจากแผงเซลล์

แสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 85.80 และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมคิดเป็นร้อยละ 14.20 สามารถสูบน้ำได้เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,098 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณการสูบน้ำทั้งปีเท่ากับ 13,176 ลูกบาศก์เมตร

Wansri, Intamas and Yanin (2015) ออกแบบสร้างชุดเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่และทำการทดลองผลและหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากการผลิตไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ (Solar-Cell) และเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาว่าชุด Continuously Variable Transmission--CVT นั้นทำให้อัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น และทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าการต่อแบบต่อตรงหรือไม่ จากผลการทดลองนั้นพบว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นำมาต่อกับชุด CVT สามารถเพิ่มความเร็วน้ำรอบให้กับเครื่องสูบน้ำได้มากกว่าการต่อการทำงานแบบต่อตรง เป็นผลทำให้อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.0 ลิตร/นาที่ และเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ มอเตอร์กระแสตรงที่ต่อกับชุด CVT ใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าแบบต่อตรงเฉลี่ย ถึง 4 แอมแปร์

Tikeav, Vongsuwan and Raksin (2017). เพื่อพัฒนาระบบสูบน้ำพลังงานทดแทนที่ใช้จัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงของโครงการสวนหมวกใส่ร่องเท้าใหญ่เขาหัวโล้น จังหวัดน่าน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรบนพื้นที่สูงที่ทำการศึกษานี้มีความจำเป็นต้องใช้แรงดันน้ำที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันมากกว่า 60 องศา หากมีการติดตั้งระบบปั๊มน้ำพลังงานทดแทนและระบบท่อส่งน้ำแบบทั่วไปจะทำให้แรงดันน้ำไม่เพียงพอที่จะส่งน้ำขึ้นไปเก็บไว้ที่บ่อเก็บน้ำได้ และอาจทำให้มอเตอร์ของปั๊มน้ำไหม้และเสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบแอร์วล์ เพื่อช่วยเพิ่มแรงดันของน้ำให้มากขึ้นจนทำให้สามารถส่งน้ำไปตามท่อที่มีความลาดชันสูงจนไปถึงถึงเก็บน้ำได้

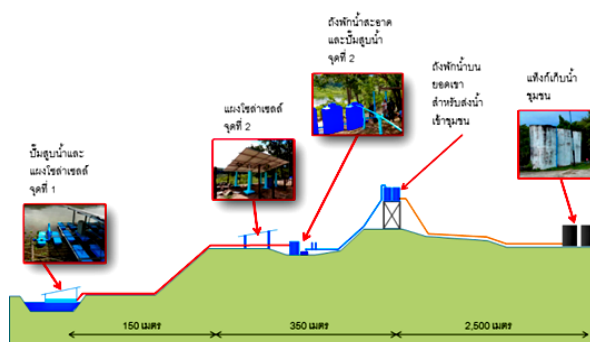
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและติดตั้งใช้งานจริงในพื้นที่ ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสามเงา

จังหวัดตาก โดยขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่เพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศ และตำแหน่งที่ตั้งของชุมชนและแหล่งน้ำที่จะทำการสูบน้ำพร้อมทั้งความต้องการใช้น้ำของชุมชน หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และติดตั้งใช้งานจริง สุดท้ายทำการทดสอบและวัดความสามารถในการสูบน้ำของระบบ

การออกแบบ

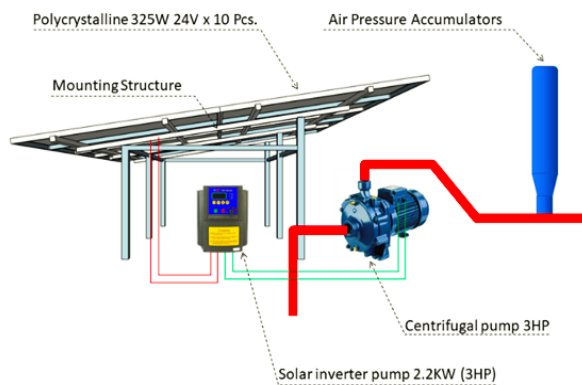
ข้อมูลที่ใช้สำหรับการออกแบบได้จากการลงสำรวจพื้นที่จริง ซึ่งจากการสำรวจพบว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนบ้านหินลาดอยู่บนพื้นที่ราบไหล่เขาสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 302 เมตร และมีแหล่งน้ำซึ่งอยู่ห่างจากชุมชนระยะทาง 3 กิโลเมตร สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 239 เมตร กล่าวคือชุมชนอยู่สูงกว่าแหล่งน้ำ 63 เมตร และชุมชนมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 33.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวันจากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงออกแบบระบบสูบน้ำพลังงานงานแสงอาทิตย์ในลักษณะขั้นบันได โดยแบ่งสถานีสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ออกเป็นขั้น แสดงดังภาพ 7



ภาพ 7 ลักษณะระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

จากข้อมูลความสูงที่ตั้งของชุมชนกับแหล่งน้ำ ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่สามารถติดตั้งสถานีสูบน้ำได้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบสูบน้ำให้มีลักษณะเป็นขั้นบันไดเพื่อสูบน้ำส่งต่อกันเป็นทอด ๆ โดยสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 จะทำหน้าที่สูบน้ำจากแม่น้ำแม่ตื่นเพื่อส่งขึ้นไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ที่ระยะความสูง 38 เมตร และมีระยะห่างประมาณ 150 เมตร ส่วนสถานีสูบน้ำจุดที่ 2

จะทำหน้าที่ส่งน้ำขึ้นไปยังหอส่งน้ำที่ตั้งอยู่บนเนินเขา ที่ระยะความสูง 31 เมตร มีระยะห่างประมาณ 350 เมตร และหอส่งน้ำจะตั้งอยู่บนเนินเขา ยกสูงขึ้นจากพื้นดิน 6 เมตร เพื่อให้สูงกว่าที่ตั้งของชุมชนและน้ำสามารถไหลเข้าชุมชนตามแรงโน้มถ่วงได้ โดยมีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในแต่ละสถานีสูบน้ำ แสดงดังภาพ 8



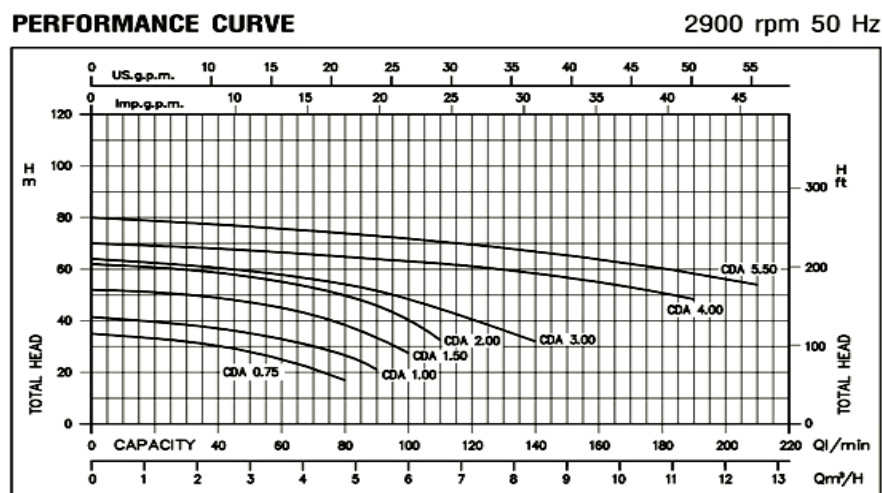
ภาพ 8 อุปกรณ์ที่ใช้ในสถานีสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) ขนาด 2,200 วัตต์ 220 โวลต์ 3 เฟส ยี่ห้อ EBARA รุ่น CDA 3.00 เนื่องจากความสามารถของเครื่องสูบน้ำที่ผู้ผลิตได้ทดสอบไว้ เหมาะสมกับการใช้งานที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ คือ มีอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยมากกว่า 33.5 ลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลาการทำงานของเครื่องสูบน้ำ 6 ชั่วโมง และสามารถส่งน้ำได้ที่ระยะความสูงไม่น้อยกว่า 31 เมตร ลักษณะของเครื่องสูบน้ำและความสามารถของเครื่องสูบน้ำ แสดงดังภาพ 9



ก) เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 2,200 วัตต์ (รุ่น CDA 3.00)



ข) ความสามารถของเครื่องสูบน้ำ (รุ่น CDA 3.00)

ภาพ 9 เครื่องสูบน้ำและความสามารถของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (solar pump inverter) ยี่ห้อ NOVEM รุ่น ND1 3 HP (2.2 kW) ขนาด 2,200 วัตต์ ซึ่งสามารถรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้อัตโนมัติ ลักษณะของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า แสดงดังภาพ 10



ภาพ 10 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (solar pump inverter)

แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากเครื่องสูบน้ำต้องใช้พลังงานไฟฟ้าขนาด 2,200 วัตต์ ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมากกว่า 2,200 วัตต์ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 10 แผ่น ต่ออนุกรมกันได้พลังงานรวม 3,250 วัตต์ ลักษณะของแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์แสดงดังภาพ 11



ภาพ 11 แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

การติดตั้งระบบ

สถานีสูบน้ำจุดที่ 1 ถูกออกแบบเป็นแพลอยน้ำ เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงตามระดับน้ำในแม่น้ำได้ เนื่องจากในช่วงฤดูฝนน้ำในแม่น้ำแม่ตื่นจะมีระดับเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 3 แรงม้า หรือ 2,200 วัตต์ และใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ขนาด 3,250 วัตต์ เพื่อสูบน้ำจากแม่น้ำแม่ตื่นขึ้นไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ที่ระดับความสูง 38 เมตร ระยะทางประมาณ 150 เมตร ผ่านทางท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ลักษณะสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 แสดงดังภาพ 12



ภาพ 12 สถานีสูบน้ำจุดที่ 1

สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 เป็นสถานีสูบน้ำที่ตั้งอยู่กับที่ใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 3 แรงม้า หรือ 2,200 วัตต์ และใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 3,250 วัตต์ เช่นเดียวกับกับสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 เพื่อสูบน้ำไปยังหอส่งน้ำเข้าชุมชน ที่ระดับความสูง 31 เมตร ระยะทางประมาณ 350 เมตร ผ่านทางท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ลักษณะสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 แสดงดังภาพ 13



ภาพ 13 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2

หอส่งน้ำถูกยกสูงจากพื้นดิน 6 เมตร เพื่อให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าที่ตั้งของชุมชน บนหอส่งน้ำมีถังเก็บน้ำขนาด 8,000 ลิตร โดยใช้ถังเก็บน้ำ 2,000 ลิตร จำนวน 4 ถัง สำหรับส่งน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของชุมชนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ผ่านท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว ระยะทางประมาณ 2,500 เมตร ลักษณะหอส่งน้ำและถังเก็บน้ำชุมชนแสดงดังภาพ 14



(ก) หอส่งน้ำ



(ข) ถังเก็บน้ำชุมชน

ภาพ 14 หอส่งน้ำและถังเก็บน้ำของชุมชน

ผลการวิจัย

หลังจากที่ดำเนินการติดตั้งระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ตามที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยทำการทดสอบระบบในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นฤดูหนาว สภาพอากาศกลางวันท้องฟ้าโปร่งมีแดดจ้า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 856 วัตต์ต่อตารางเมตร และวัดอัตราการไหลของน้ำที่สถานีสูบน้ำจุดที่ 1 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 และถังเก็บน้ำของชุมชน

โดยทำการวัดปริมาณน้ำที่สูบได้เฉลี่ยต่อวันตั้งแต่เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 15.00 น. และทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำที่ได้จริงกับปริมาณน้ำที่ได้จากการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อวัน

จุดที่ทำการวัด	ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อวัน (ลูกบาศก์เมตร)	
	ค่าออกแบบ	ค่าจริง
สถานีสูบน้ำจุดที่ 1	46.80	39.60
สถานีสูบน้ำจุดที่ 2	50.40	43.50
หอส่งน้ำ	40.00	37.90

ค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยที่แสดงในตาราง 1 ได้จากการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ปลายท่อทางน้ำออกโดยวิธีการตรวจและจับเวลา ซึ่งพบว่าสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 สามารถสูบน้ำได้ค่าเฉลี่ย 39.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งต่างจากค่าที่ออกแบบไว้ร้อยละ 15.38 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 สามารถสูบน้ำได้ค่าเฉลี่ย 43.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งต่างจากค่าที่ออกแบบไว้ร้อยละ 13.69 และปริมาณน้ำที่ถูกส่งจากหอส่งน้ำเข้ามาที่ถังเก็บน้ำชุมชนมีค่าเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสูบได้มากกว่าปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ชุมชนต้องการร้อยละ 13.13

การอภิปรายผล

ก่อนการติดตั้งระบบสูบน้ำนี้ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่จริงและวางแผนร่วมกันกับชุมชนเพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และภูมิประเทศมากที่สุด โดยระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

คือ ระบบสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นไปสู่ที่สูงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการออกแบบให้สูบน้ำส่งต่อกันขึ้นไปเป็นขั้น ๆ ตามระดับความสูง ลักษณะคล้ายกับขั้นบันได ซึ่งการออกแบบระบบสูบน้ำในลักษณะนี้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่แหล่งน้ำอยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชนมาก ๆ หรือชุมชนที่อยู่บนยอดเขาหรือเนินเขา

จากผลการวิจัยระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งในพื้นที่ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสามเภา จังหวัดตาก พบว่าเครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำจากสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 ไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 และจากสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ไปยังหอส่งน้ำ ซึ่งมีความสูงรวม 75 เมตร ได้อย่างเพียงพอและมีความต่อเนื่องในการสูบน้ำ โดยทำการทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายนพบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์มีพลังงานมากพอที่จะทำให้ระบบสูบน้ำสามารถทำงานได้เฉลี่ย 6 ชั่วโมงต่อวัน มีความสามารถในการสูบน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของชุมชนเฉลี่ย 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับความต้องการใช้น้ำของชุมชนบ้านหินลาด ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยที่ 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนที่มีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นภูเขาสูง เพื่อช่วยแก้ปัญหาภัยแล้งเมื่อระบบประปาภูเขาแห้งแล้ง การนำเสนอผลการวิจัยที่ทดสอบและเก็บผลในช่วงฤดูหนาว เดือน พฤศจิกายน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็น ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่ได้จึงเป็นค่าเฉลี่ยเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น เพื่อให้ผลการวิจัยที่มีความสมบูรณ์มากขึ้นควรทดสอบและเก็บผลให้ครอบคลุมทุกช่วงฤดูกาล เนื่องจากในแต่ละช่วงฤดูกาลพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้สำหรับระบบสูบน้ำจะให้ค่าพลังงานไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำที่สูบได้ในแต่ละวัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงควรต่อยอดและทำการศึกษาเชิงลึกต่อไปเพื่อให้ระบบสูบน้ำดังกล่าวมีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถเป็นต้นแบบระบบสูบน้ำสำหรับชุมชนที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกันได้



References

- Chitphutthanakul, S., Chantasit, K., Muisee, K., & Pongthong, N. (2018). Solar energy borehole pumps for self-reliance in Anubankohkood School, Tak Province. *Rambhai Barni Journal*, 13(2), 5-16. (in Thai).
- Chokkue, W., Promlao, S., & Sirikaew, S. (2015). The performance of solar powered groundwater systems, case study: Academic service center 3 Mahasarakham Province. *The 8th Thailand Renewable Energy for Community conference* (pp. 207-210). Pathum Thani:Thailand Renewable Energy for Community Association (TRECA). (in Thai).
- Kasagepongsan, C., Waewsak, J., & Nankongnab, N. (2010). The simulation of a hybrid solar-wind water pumping system using TRNSYS 16.01. *Thaksin Journal*, 13(2), 43-54. (in Thai).
- Tikeav, A., Vongsuwan, K., & Raksin,T. (2017). *The agricultural water management on highland by Renewable Energy Water Pumping Systems of the Wearing Hats, Putting on Shoes on Bald Mountain Project in Nan Province*. Nan: Nan Community College. (in Thai).
- Wansri, J., Intamas, W., & Yanin, S. (2015). Solar-cell water pump system in mobile. *The 8th national conference on Technical Education* (pp. 113-118). Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai).



แนะนำหนังสือ

Book Review

โดย อรณันท์ หาญยุทธ

By Orranun Harnyoot

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

School of Nursing, Eastern Asia University



ชื่อเรื่อง: กระบวนการคิด กระบวนการพยาบาล: การนำไปใช้

ผู้แต่ง: อรณันท์ หาญยุทธ

สำนักพิมพ์: ศูนย์ผลิตเอกสารทางวิชาการ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ปีที่พิมพ์: 2559

จำนวนหน้า: 114 หน้า

คำนำ

ตำรากระบวนการคิด กระบวนการพยาบาลและการนำไปใช้ เป็นตำราที่ให้ความสำคัญกับการคิดและกระบวนการคิดเพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลในการเขียนแผนการพยาบาลตามขั้นตอนของกระบวนการพยาบาล ซึ่งเหมาะกับนักศึกษาพยาบาล และอาจารย์พยาบาลที่จะนำไปใช้เป็นตำราการเรียนการสอนและการอ้างอิง มีการนำเสนอ แนวคิด หลักการ ขั้นตอน ตัวอย่างประกอบการอธิบาย สรุป และคำถามท้ายบทเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปปฏิบัติได้

จุดประสงค์

ใช้เป็นตำราประกอบการเรียนการสอน ในวิชาแนวคิด ทฤษฎีและกระบวนการพยาบาล เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจวิธีการคิด แนวทางการเขียนแผนการพยาบาลตามขั้นตอนของกระบวนการพยาบาลที่ถูกต้อง ตลอดจนการบันทึกทางการพยาบาล

สาระสำคัญ

ตำราเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 9 บท ดังนี้ (1) การคิดและกระบวนการคิดทางการพยาบาล (2) กระบวนการพยาบาล (3) การประเมินภาวะสุขภาพ (4) การวินิจฉัยการพยาบาล (5) การวางแผนการพยาบาล (6) การเขียนแผนการพยาบาล (7) การใช้แผนการพยาบาล (8) การประเมินผลและ (9) การบันทึกการพยาบาล

สะท้อนคุณค่า

1. บทที่ 1 กล่าวถึงความหมาย ความสำคัญของการคิด ประเภท และขั้นตอนของกระบวนการคิดทักษะและกระบวนการคิดเป็นสมรรถนะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการเขียนแผนการพยาบาลตามขั้นตอนของกระบวนการพยาบาล

2. บทที่ 2 เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการพยาบาล นำเสนอเนื้อหาที่เน้นให้เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการพยาบาลกับกิจกรรมการพยาบาลที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจบทบาทหน้าที่ของพยาบาลตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการพยาบาลซึ่งเป็นประโยชน์มากในการนำความรู้มาใช้ในการเขียนแผนการพยาบาล

3. บทที่ 3 เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการพยาบาล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล (data) และข้อเท็จจริง (fact) เกี่ยวกับภาวะสุขภาพของผู้รับบริการ โดยใช้กรอบแนวคิดแบบแผนสุขภาพของกอร์ดอน ความต้องการพื้นฐานของมาสโลว์ ทฤษฎีการปรับตัวของรอย และทฤษฎีการดูแลตนเองของโอเร็ม มาเป็นแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงเกี่ยวกับสุขภาพของผู้รับบริการได้ครบถ้วนสมบูรณ์และถูกต้องก่อนที่จะนำไปวางแผนการพยาบาลในขั้นตอนต่อไป

4. บทที่ 4 เป็นการเขียนข้อวินิจฉัยการพยาบาล ในบทนี้ได้นำเสนอประเภทของข้อวินิจฉัยการพยาบาลและแนวทางการเขียนในรูปของ PES (ปัญหาสุขภาพ สาเหตุของปัญหา และ อาการ/อาการแสดง) มีการอธิบายที่เข้าใจง่าย พร้อมทั้งมีตัวอย่างประกอบ การเขียนข้อวินิจฉัยการพยาบาลที่ถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาสุขภาพหรือความต้องการของผู้รับบริการ จะนำไปสู่การวางแผนการพยาบาลได้ถูกต้อง

5. บทที่ 5 การวางแผนการพยาบาล เป็นขั้นตอนของการนำข้อวินิจฉัยการพยาบาลที่ได้มาทำการ ดังนี้ (1) จัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่เขียนในรูปของข้อวินิจฉัยการพยาบาล เพื่อให้ปัญหาแต่ละปัญหาได้รับการแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง (2) การกำหนดเป้าหมายและเกณฑ์ที่คาดหวังจากผลการปฏิบัติการพยาบาล (3) การกำหนด/เลือกกิจกรรมการพยาบาลที่เหมาะสมกับปัญหาสุขภาพและการให้เหตุผลของการปฏิบัติการนั้น ๆ การวางแผนการพยาบาลเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของพยาบาลใน

การดูแลผู้รับบริการแบบองค์รวม

6. บทที่ 6 การเขียนแผนการพยาบาล เป็นการนำส่วนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของกระบวนการพยาบาลมาเขียนลงในแบบฟอร์มที่กำหนดในบทนี้จะมีตัวอย่างการเขียนแผนการพยาบาล เริ่มตั้งแต่การเขียนข้อวินิจฉัยการพยาบาล การระบุข้อมูลสนับสนุนที่เป็นข้อมูลอัตนัยและข้อมูลปรนัย การระบุเป้าหมายและผลลัพธ์ที่คาดหวัง กิจกรรมการพยาบาล เหตุผลทางการพยาบาล และการประเมินผล

7. บทที่ 7 เป็นขั้นตอนของการนำแผนการพยาบาลไปใช้กับผู้รับบริการ พยาบาลที่นำแผนการพยาบาลไปใช้ควรเป็นผู้จัดทำแผนการพยาบาลเอง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในขั้นตอนของรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพของผู้รับบริการ ถ้ามีการมอบหมายให้พยาบาลคนอื่นนำแผนการพยาบาลไปใช้ ต้องควรมีการนิเทศตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีการทำทุกกิจกรรมที่ระบุไว้

8. บทที่ 8 การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการพยาบาล ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการพยาบาล การประเมินผลเป็นขั้นตอนสำคัญที่พยาบาลต้องทำอย่างต่อเนื่องและต้องมีการประเมินทุกขั้นตอนของกระบวนการพยาบาล เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงต่อไป

9. บทที่ 9 การบันทึกการพยาบาล ในบทนี้ได้แนะนำแนวทางและวิธีการบันทึกการพยาบาล การบันทึกการพยาบาลในรูปแบบต่าง ๆ กัน ข้อสำคัญของการบันทึกต้องบันทึกให้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วนสมบูรณ์ เพราะเป็นเอกสารที่ใช้เป็นหลักฐานทางกฎหมายและมาตรฐานวิชาชีพ การบันทึกการพยาบาลเป็นบทบาทหน้าที่ของผู้ให้บริการทุกคน

สรุป

จุดเด่นของตำราเล่มนี้ ผู้เขียนได้เขียนจากประสบการณ์การสอนและการปฏิบัติการพยาบาล รวมทั้งได้มีการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เขียนตามขั้นตอนของการเรียนรู้จากง่ายไปสู่ยาก เกิดความเข้าใจจนสามารถเขียนแผนการพยาบาลและนำไปใช้ในการปฏิบัติการพยาบาลได้ เป็นตำราที่เหมาะสมกับนักศึกษาพยาบาลหรือบุคลากรพยาบาลที่ยังขาดความเข้าใจหรือยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการเขียนแผนการพยาบาลมาก่อน ทุกบทจะนำเสนอแนวคิด หลักการ สารความรู้และตัวอย่างประกอบ

อธิบายให้เห็นความเชื่อมโยงจากบทหนึ่งหรือขั้นตอนหนึ่ง ไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งตำราเล่มนี้ได้ใช้กับนักศึกษาพยาบาลหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียมาแล้วตั้งแต่ปีการศึกษา 2559

จนถึงปัจจุบัน เป็นตำราที่ให้คุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาพยาบาลและอาจารย์พยาบาลที่นำไปใช้เป็นตำราการเรียนการสอนในวิชา



Harnyoot, O. (2016). Thinking & nursing process: Application. Pathum Thani: Center of Academic Materials and Printing, Eastern Asia University.



ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ประเภทสมาชิก

☐ สมัครสมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุ

1.1 ☐ ประเภท บุคคล

ชื่อ _____ นามสกุล _____ เลขที่สมาชิก _____

1.1.1 บุคลากรภายใน: มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

☐ นักศึกษา ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

☐ อาจารย์ หรือ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ _____

1.1.2 บุคลากรภายนอก: สถาบัน/หน่วยงาน _____

☐ นักศึกษา ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

☐ อาจารย์ หรือ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ _____

1.2 ☐ ประเภท หน่วยงาน

2. ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร

เลขที่ _____ หมู่ที่ _____ ตรอก/ซอย _____ ถนน _____

แขวง/ตำบล _____ เขต/อำเภอ _____ จังหวัด _____

รหัสไปรษณีย์ _____ โทรศัพท์ _____ อีเมล _____

3. อัตราค่าสมาชิกวารสารฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☐ 1 ปี 3 ฉบับ เป็นเงิน 800 บาท

☐ 2 ปี 6 ฉบับ เป็นเงิน 1,500 บาท

☐ 5 ปี 15 ฉบับ เป็นเงิน 3,500 บาท

หมายเหตุ ค่าสมาชิกรวมค่าจัดส่งแล้ว

ข้าพเจ้าได้ชำระค่าสมาชิก จำนวน _____ บาท (_____)

☐ เงินสด

☐ ธนาณัติ (ธนาณัติ ปณ.ธัญบุรี ในนาม มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย)

☐ โอนเงินเข้าบัญชี ☐ ธนาคารกรุงเทพ สาขาบึงกุ่ม รัชบุรี บัญชีกระแสรายวัน เลขที่บัญชี 946-3-00392-2

☐ ธนาคารกรุงไทย สาขารังสิต-นครนายก คลอง 4 บัญชีกระแสรายวัน เลขที่ 148-6-00715-5

☐ ธนาคารกสิกรไทย สาขาคลอง 6 รัชบุรี บัญชีออมทรัพย์ เลขที่ 416-2-22712-8

เมื่อโอนแล้ว กรุณาส่งหลักฐานการโอนเงินกลับทาง E-Mail: eau_heritage@eau.ac.th หรือ Fax 02-577-1053

การออกใบเสร็จ

☐ ไม่ต้องการ

☐ ต้องการ ออกใบเสร็จในนาม _____

ลงชื่อผู้สมัคร _____

(_____)

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ

ชั้น 4 อาคารชวน ชวนิชย์ (ห้อง C423) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
(วงเล็บมุมของด้านขวา "สมาชิกวารสาร EAU")

สำหรับเจ้าหน้าที่

หมายเลขสมาชิก _____ หมายเลขใบเสร็จ _____

ตั้งแต่วันที่ _____ ลงชื่อผู้รับสมัคร _____

นโยบายการจัดพิมพ์

วารสาร EAU Heritage เป็นวารสารราย 4 เดือน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเปิดโอกาสให้นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทั่วไปทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ

บทความที่เสนอเพื่อตีพิมพ์

บทความที่เสนอเพื่อพิจารณาต้องเป็นบทความวิชาการหรือบทความการวิจัยทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่น เรื่องที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการพิจารณาครั้งกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน (double-blind peer review) ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อนลงตีพิมพ์ และต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาในวารสารอื่น ๆ (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง) บทความที่ได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิและทำการปรับแก้ให้ถูกต้องแล้ว จึงจะได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารฯ

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับที่เสนอเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ ต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. พิมพ์ด้วยกระดาษ A4 ความยาวไม่เกิน 15 หน้า
2. รูปแบบตัวอักษรให้ใช้ Angsana new ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และขนาดของตัวอักษร หากเป็นชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 20 หัวข้อต่าง ๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 และส่วนเนื้อหาทั่วไปใช้ตัวอักษรขนาด 15
3. รูปแบบการจัดหน้า และจัดแนวข้อความชัดเจน (ไม่ต้องปรับขวา)
4. เขียนชื่อ ตำแหน่ง สถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนอย่างชัดเจน โดยแยกออกจากส่วนต้นฉบับและบทคัดย่อ
5. แนบบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษมาพร้อมกับบทความ โดยกำหนดความยาวของบทคัดย่อ ไม่เกิน 15 บรรทัด พร้อมทั้งกำหนดคำสำคัญ (key words) ไม่เกิน 6 คำ
6. แยกไฟล์ตาราง รูปภาพ ที่ประกอบในเนื้อหาบทความ และส่งมาพร้อมกับไฟล์บทความ

การอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

ในกรณีที่ผู้เขียนต้องการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเรื่องให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบนามปี (APA) โดยระบุชื่อผู้แต่ง ปีพิมพ์ และเลขหน้าที่ข้อมูลปรากฏอยู่ (ชื่อ นามสกุล, ปีพิมพ์, เลขหน้า) ตัวอย่างเช่น

(รัชชชัย สันติวงษ์, 2540, น. 142)

(Fuchs, 2004, p. 21)

ส่วนการเขียนรายการอ้างอิงท้ายเล่ม ให้ใช้ระบบการอ้างอิงแบบ APA Style (6th edition) ตัวอย่างการเขียนรายการอ้างอิง มีดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อหนังสือ (ครั้งที่พิมพ์). เมืองที่พิมพ์:

สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์.

ประทอง กรณสุต. (2541). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

Sharp, W. F. (1985). Investment (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

2. ชื่อบทในหนังสือรายงานการประชุม

Hay, S. P. (1975). Political parties and the community-society continuum. In W. N. Chambers & W. D. Burnham (Eds.), The American party systems Stage of political development (2nd ed.). New York: Oxford university press.

สุไร พงษ์ทองเจริญ. (2539). สารสำคัญเกี่ยวกับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา. ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน่วยที่ 9). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

3. วารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้า.

สุจินต์ สิมารักษ์. (2550). หลากหลายปัญหาการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร, 27(2), 53-57.

4. หนังสือพิมพ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปี, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. ชื่อหนังสือพิมพ์, หน้า. ศรีสกุล ลีวาฬะพันธ์. (2545, กรกฎาคม 11). จับทีวีได้กระเป๋าทะกั่วอย่างไร?. มติชน, น. 19.

5. วิทยานิพนธ์

กอบกุล สรรพกิจจานง. (2541). การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนา นโยบายการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. สารสนเทศจากอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). ชื่อเรื่อง. ค้นจาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

มานพ แก้วผกา. (2549). เศรษฐกิจพอเพียงกับการค้าเสรีไปด้วยกันได้จริงหรือ. ค้นจาก <http://www.ftawatch.org>

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). ชื่อเรื่อง. ค้นเมื่อ (ระบุวัน เดือน ปี), จาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

Prizker, T. J. (1989). An early fragment from central Nepal. Retrieved from <http://www.ingress.com/~astranart/pritzker.html>

การบอกรับเป็นสมาชิก

ผู้สนใจสามารถติดต่อบอกรับเป็นสมาชิกได้ที่ กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage อัตราค่าสมัครเป็นสมาชิกปีละ 800 บาท

สถานที่ติดต่อ

ผู้สนใจเสนอบทความหรือบอกรับเป็นสมาชิก สามารถติดต่อได้ที่

กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage

อาคาร ชวน ชวนิชย์ ชั้น 4 ห้อง C423

200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.รังสิต

อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์: 0-2577-1028 ต่อ 377, 378

e-mail address: eau_heritage@eau.ac.th



โทรศัพท์ : 0-2577-1028 ต่อ 377, 378 โทรสาร : 0-2577-1053

<http://eauheritage.eau.ac.th/>

