



วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2561 Vol. 12 No. 2 May-August 2018

ISSN 2286-6175





วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
EAU Heritage Journal

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science and Technology

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2561 / Vol. 12 No. 2 May-August 2018

ISSN 2286-6175

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://eauheritage.eau.ac.th/> หรือสืบค้นได้จากฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index Center: TCI)

ปัจจุบันวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) โดยได้รับการรับรองคุณภาพจัดให้เป็นวารสารกลุ่มที่ 1 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2562 รวมทั้งยังเป็นวารสารไทยที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสู่ฐานข้อมูล ASEAN Citation Index (ACI) อีกด้วย

วัตถุประสงค์

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

2. เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการแก่สังคม โดยสนับสนุนให้อาจารย์ประจำ และบุคคลภายนอกนำเสนอผลงานวิชาการในสาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เกษษศาสตร์ 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 ขอสงวนสิทธิ์ในการรับหรือปฏิเสธบทความเข้าสู่กระบวนการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาล้นกรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Double Blind Review) และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการฯ

3. ข้อความที่ปรากฏภายในบทความแต่ละเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารเล่มนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนแต่ละท่านไม่เกี่ยวข้องกับกองบรรณาธิการและคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยแต่อย่างใด ความรับผิดชอบด้านเนื้อหา รูปภาพ และการตรวจร่างบทความแต่ละเรื่องเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้เขียนจะต้องรับผิดชอบบทความของตนเอง

4. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสาร

5. ผู้ประสงค์จะส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ สามารถส่งบทความออนไลน์ได้ที่ <https://eauheritage.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 อีเมลล์ eau_heritage@eau.ac.th

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

กำหนดการเผยแพร่

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 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://eauheritage.eau.ac.th/> และ <https://www.tci-thaijo.org/>

แหล่งผลิต ศูนย์ผลิตเอกสารทางวิชาการ และกองบรรณาธิการวารสารฯ

คณะที่ปรึกษา กองบรรณาธิการ (Editorial Advisory Board)	ที่ปรึกษา	อาจารย์โชติรัส ชวนิชย์ อาจารย์สุภกัญญา ชวนิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุษยมาส สีนธูประมา	อธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
		ศาสตราจารย์ อุดม วโรตม์สิกขดิตถ์ ศาสตราจารย์ จงจิตร หิรัญลาม ศาสตราจารย์พิเศษ ประสิทธิ์ ไชวโกลกุล รองศาสตราจารย์ ครรชิต มัลลียงศ์ รองศาสตราจารย์ บุญมี เณรยอด รองศาสตราจารย์ สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี รองศาสตราจารย์ เฟลินทิพย์ โกเมศโสภา Jerrold M. Michael	ราชบัณฑิต สาขาวิชาภาษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ราชบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย U.S. Public Health Service
	ประธานบรรณาธิการ บรรณาธิการ กองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุษยมาส สีนธูประมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อธิพนธ์ เวศพันธุ์ อาจารย์เกรียงศักดิ์ เตมีย อาจารย์มนตรี บุญเรืองเศษ พันเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรรพชัย หุวะนันทน์ รองศาสตราจารย์ วันเพ็ญ แก้วปาน รองศาสตราจารย์ นุจรี ไชยมงคล รองศาสตราจารย์ ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รุ่งตะวัน สุภาพผล ศาสตราจารย์ จงจิตร หิรัญลาม ศาสตราจารย์ อรษา สุตเธียรกุล รองศาสตราจารย์ บุญใจ ศรีสถิตนรากร รองศาสตราจารย์ วิเชียร ชูติมาสกุล รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์ เรืออากาศโท สฐิต ห่วงสุวรรณ Mr. Leonard Trudo Mr. Wayne N. Phillips	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง มหาวิทยาลัยมิดเดิล มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย Eastern Asia University Mahidol University International College



เลขานุการ	นางสาวพิมพ์ลดา พิทักษ์เศรษฐการ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ออกแบบปก/จัดรูปเล่ม	อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก นายศิตกานต์ มัธหา	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
พิสูจน์อักษรประจำฉบับ	นายศิตกานต์ มัธหา นางสาวพิมพ์ลดา พิทักษ์เศรษฐการ นางสาวเสาวลักษณ์ ชัยสิทธิ์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

รองศาสตราจารย์ กนกวรรณ จารุกัจฉา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวัญใจ อำนางลัยชัยเชื้อ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ คณิดา ตั้งคณานุรักษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศาสตราจารย์ งามพ่อง คงคาทิพย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ จันทนา รณฤทธิ์วิชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จริยา วิริยะศุภร	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จงดี ไตอัม	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ชุติรัตน์ จรัสกุลชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ชุตินา ลีหมัทวาริทธิ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชญานิศา ศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
รองศาสตราจารย์ ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
อาจารย์ถิรพิทย์ สุปงกช	มหาวิทยาลัยบูรพา
อาจารย์น้ำเงิน จันทรมณี	มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ปองวิทย์ ศิริโพธิ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประพัฒน์ เป็ตามาวา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปัทมา สุพรรณกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศาสตราจารย์ ปารเมศ ชุตินา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ผุสดี บุญรอด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์พาสน์ ปราโมกข์ชน	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ พัทธินันท์ ระเบียบัน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญใจ รัตตากร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ไพเราะ ไพโรหิรัญกิจ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพรัช อุศุภรัตน์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตนา ม่วงรัตน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์รุจา ภูไพบูลย์	มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์ลัดดา เหลืองรัตนมาศ	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี
แพทย์หญิง วราลักษณ์ ตั้งคณะกุล	กระทรวงสาธารณสุข
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรางคณา กิรติวิบูลย์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรัญญา จตุพรประเสริฐ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ วนิตา แก่นอากาศ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันทนีย์ ประจวบศุภกิจ

อาจารย์วรรณภา ประไพพานิช

อาจารย์วชิระ อำพนธ์

รองศาสตราจารย์ ศานติ วิริยะวิทย์

รองศาสตราจารย์ ศจีมาจ ฦ วิเชียร

รองศาสตราจารย์ สุนิสา ขายเกลี้ยง

รองศาสตราจารย์ สุเทพ ศิลปานันท์กุล

อาจารย์สุพัฒนา คำสอน

รองศาสตราจารย์ สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล

รองศาสตราจารย์ สยาม อรุณศรีมรกต

อาจารย์สรัญญา ถีป้อม

อาจารย์อัศนี วันชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยมหิดล

กระทรวงสาธารณสุข

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี พุทธชินราช



บทบรรณาธิการ

แนวทางในการดำเนินนโยบายพัฒนาประเทศของรัฐบาลที่มุ่งมั่นจะพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจให้มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนโดยการขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาจากประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่มีรายได้สูงโดยอาศัยมหาวิทยาลัยเป็นตัวขับเคลื่อนนวัตกรรมจากงานวิจัย ก่อนหน้านี้นักวิจัยมุ่งหวังความสำเร็จในการได้รับการตีพิมพ์ในวารสารที่ได้รับการยอมรับทั้งระดับชาติและนานาชาติ แต่การใช้ประโยชน์จากงานวิจัยให้เต็มที่และขยายผลงานวิจัยไปสู่นวัตกรรมที่มีมูลค่าสูงได้นั้นต้องมีการต่อยอดผลงานวิจัย โดยนักวิจัยต้องคิดต่อไปถึงปลายทางด้วยว่างานวิจัยที่กำลังทำอยู่จะไปช่วยในการพัฒนาประเทศอย่างไรได้บ้าง วารสาร EAU Heritage ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวารสารวิชาการระดับมาตรฐานที่จะเป็นสื่อกลางในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เกิดจากการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์เพื่อเป็นฐานความรู้สำหรับสร้างนวัตกรรมในการขับเคลื่อนประเทศ ด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งในเล่มนี้ได้เสนอองค์ความรู้ใหม่ ๆ หลากหลายมิติที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาประเทศให้สามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง

ปัจจุบันวารสาร EAU Heritage ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่ม 1 และได้ถูกคัดเลือกให้เข้าสู่ฐานข้อมูล ASEAN Citation Index (ACI) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้มีการเผยแพร่บทความในรูปแบบ online เนื่องจากง่ายต่อการค้นหา จัดเก็บและประหยัดต้นทุนในการผลิต และได้ทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งเล่มในรูปแบบ Flash Drive เพื่อแจกจ่ายให้แก่สมาชิก สำหรับการเข้าถึงข้อมูลของบุคคลทั่วไปสามารถสืบค้นบทความของวารสารได้โดยการเข้าระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ThaiJo ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) เนื้อหาภายในวารสารฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2561) มีบทความรวมทั้งหมด 24 บทความ แบ่งเป็นบทความวิชาการจำนวน 12 บทความ และบทความวิจัยจำนวน 12 บทความ โดยที่บทความในฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นหลัก หากผู้อ่านท่านใดสนใจอ่านวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสืบค้นได้จาก <https://eauheritage.eau.ac.th> ขอให้ทุกท่านพบกับความสุขความสำเร็จในชีวิตและหน้าที่การงาน แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความพิเศษ

- 1 ■ การพยากรณ์ปริมาณงานวิเคราะห์ทางนิติพิษวิทยาของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา
Forecasting of Forensic Toxicological Cases at the Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital Using Time Series Analysis
วชิรวิชญ์ ตั้งธนานุวัฒน์, ปริญญญา เพิ่มลาภ, พีรภัฏ นุชเจริญ, วีรยา คงปากเพียร, กฤษดา อนันตคุณกุล และสมทรง ลาวัญย์ประเสริฐ

บทความวิชาการ

- 13 ■ ส่วนประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะพร้าว
Chemical Composition and Pharmacological Activities of Coconut
อาภากร ทรงสุนันต์
- 29 ■ การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณกระบวนการภายในมอเตอร์จรวดเชื้อเพลิงแข็ง
The Development of Mathematical Model for Solving Internal Processes of Solid Rocket Motor
สุรสิทธิ์ ปาลสาร และวรเดช มโนสร้อย
- 38 ■ การพยาบาลผู้สูงอายุภาวะซึมเศร้าที่เข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง
Nursing Care of Delirium in Older Person Patients Who Have Intensive Care, Undergoing Surgery and Palliative Care
นิติกุล บุญแก้ว
- 48 ■ การทำไมโครเอนแคปซูลชันน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้ง: ผลของส่วนประกอบของสารห่อหุ้มและสภาวะการเตรียม
Microencapsulation of Essential Oils by Spray Drying: Effect of Wall Material Composition and Process Conditions
ธีระวัฒน์ บุญโสม และเอกชัย คำเกลี้ยง

สารบัญ

- 
- 63 ■ การพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตกับการพัฒนาสมรรถนะ
การดูแลสุขภาพทางจิตวิญญาณ
Development of Nursing Curriculum and the Development of Capacities to
Care for Spiritual Health
มุกดา ลีตลานุชิต
- 69 ■ การยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รี่ไทย
Inhibition of Melanogenesis from Thai Berries
ประไพพิศ อินเสน
- 83 ■ เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการพยาบาล
Data Mining Techniques For Nursing Data Analysis
ศุภามณ จันทรัสกุล
- 97 ■ การฟื้นฟูมลพิษทางดินที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม
The Renewal of Soil Contaminated Industrial Hazard Wastes
นันทวุฒิ จำปางาม
- 112 ■ โภชนาการสำหรับผู้สูงอายุ
Nutrition of the Elderly
ชวิศา แก้วอนันต์
- 120 ■ การเข้าสู่ยุคของวิทยาศาสตร์ข้อมูล
Entering into the Era of Data Science
ประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย
- 130 ■ อันตรายจากฟอร์มาลดีไฮด์ในสำนักงานและที่พักอาศัย
Hazard of Formaldehyde in Office and Residential Buildings
ธนาวุฒิ สุราษฎร์มณี
- 137 ■ โรคคอมพิวเตอร์วิชั่นซีโดรมหรือโรคซีวีเอส ปัญหาสุขภาพใกล้ตัวที่ไม่ควรมองข้าม
Computer Vision Syndrome or CVS Health Problems Should Not Be Overlooked
ภักจิรา ภูสมศรี

บทความวิจัย

- 144 ■ อุบัติการณ์และความชุกของการใช้ยาและสารเสพติดในการประกอบอาชญากรรม:
กรณีศึกษาโรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร
Incidence and Prevalence of Drugs and Narcotics Use in Crimes:
A Case Study of Police General Hospital, Bangkok
ภัทรมณ ยงพานิช และธนศักดิ์ เทียกทอง
- 153 ■ การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมด
สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
Development of the Next Item Selection Procedure Using Ant Colony Optimization
for Computerized Adaptive Testing
รัชกฤษ ธนพัฒน์, เสรี ชัดแจ้ง และปิยะทิพย์ ประดุงพรหม
- 169 ■ การเอนแคปซูเลชันแอนโทไซยานินจากช่ข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย
Anthocyanin Encapsulation from Purple Corncob by Spray Drying
ธัญนันท์ ฤทธิมณี และอภิรดา พรพัฒน์วิชัย
- 181 ■ การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลสสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ
Implementation of a Server Diskless for Automatic Classroom
ชนนิกานต์ รอดมรรณ และมธุรส ผ่านเมือง
- 195 ■ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Organization Carbon Footprint Assessment of Eastern Asia University
ฐิติกร หมายมั่น, สมบัติ ทิมทรัพย์, อติกร เสรีพัฒน์นันท และบัณฑิต รัตนไตร
- 210 ■ ผลการใช้การจัดการคลินิกไร้พุงเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวาน
ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรปราการ
Results of Diet and Physical Activity Clinic for Health Behavior Improvement
among Diabetes Patients in Sub-district Health Promoting Rompho's Hospital,
Samut Prakan Province
สุทธิดา ไตรมาส, อารยา ประเสริฐชัย และวรางคณา จันทรวงศ์

- 225 ■ Monitoring Organic Loading of Onsite Wastewater Treatment Systems in the Songkhla Lake Basin

การติดตามภาระบรรทุกทุกสารอินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่
ในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

*Kamonnawin Inthanuchit, Kwankamon Kunpitak, Nadda Podam,
Hirunwadee Suwibul and Sucheewan Yoyruroob*

- 240 ■ อุบัติการณ์และปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
ในโรงพยาบาลอ่างทอง

Incidence and Risk Factors Associated with Readmission within 28 Days
of COPD Patients at Ang Thong Hospital

อุษา เอี่ยมละออ, เยาวเรศ สายสว่าง, ปิยะลักษณ์ ฉายสุวรรณ และอารีย์ โกพัฒน์กิจ

- 253 ■ ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น
Predictors of Preventing Sexual Risk Behaviors among Female Teenagers
Studying in Lower Secondary School

อุทัยวรรณ สกุลวลีธร, ศิริยุพา สนั่นเรืองศักดิ์ และณฤมล อีระรังสิกุล

- 265 ■ ผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดในผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน
ที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน ตำบลวังสาวบ จังหวัดขอนแก่น
Effects of Exercise and Meditation Therapy among Homebound Elders with
Non-Insulin-Dependent Diabetes in Wang Sawap Subdistrict, Khon Kaen Province

อมรรัตน์ แก้วโพนเพ็ก

- 273 ■ ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

Factors Influencing Tooth Cleaning Behaviors for Dental Caries Prevention of
Grade 6 Students in Muang District, Phitsanulok Province

ณัฐวัฒน์ สุวคนธ์ และปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์

แนะนำหนังสือ

- 287 ■ ทรัพย์สินทางปัญญากับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
ประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย

การพยากรณ์ปริมาณงานวิเคราะห์ทางนิติพิษวิทยาของสถาบันนิติเวชวิทยา
โรงพยาบาลตำรวจ โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา
Forecasting of Forensic Toxicological Cases at the Institute of Forensic Medicine,
Police General Hospital Using Time Series Analysis

วชิรวิทย์ ตั้งณานุวัฒน์¹, ปริญา เพิ่มลาภ², พีรumpa นุชเจริญ²,
วีรยา คงปากเพียร², กฤษดา อนันตวุฒิกุล³ และสมทรง ลาวัณย์ประเสริฐ^{2,3}
Wachirawich Tungtananuwat¹, Parinya Phoemlap², Peerumpa Nootcharoen²,
Weeraya Kongpakpien², Kridsada Anuntawuttikul³, Somsong Lawanprasert^{2,3}

¹สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

¹Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital

²คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

²Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University

³คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

³Faculty of Pharmacy, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

การพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตเป็นสิ่งจำเป็นของทุกหน่วยงานในการวางแผนงาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปริมาณงานด้านนิติพิษวิทยาที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ โดยการรวบรวมข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2551-2556 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณงานตรวจวิเคราะห์ แอลกอฮอล์ในศพ ข้อมูลปริมาณงานตรวจสารพิษ/สารเสพติดในศพ และข้อมูลปริมาณงานตรวจสารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหาที่นำส่งมาจากสถานีตำรวจ นำข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2551-2555 มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อหาค่าแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร และการเปลี่ยนแปลงไม่ปกติ เลือกสมการหรือตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดที่ได้มาใช้นำทำนายปริมาณงานในปี พ.ศ.2556 ทำการทวนสอบสมการโดยนำข้อมูลปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงของปี พ.ศ.2556 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์จากสมการ ผลการวิเคราะห์ค่าแนวโน้มปริมาณงาน พบว่าสมการแนวโน้มชนิดคิวก มีความเหมาะสมที่สุดกับข้อมูลปริมาณงานตรวจแอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดจากตัวอย่างในศพ และสารพิษ/สารเสพติดจากตัวอย่างที่ได้จากผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหาที่ส่งมาจากสถานีตำรวจ จากการใช้สมการดังกล่าวในการทำนายพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของข้อมูลที่ทำนายกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ของปริมาณตรวจแอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในศพ และสารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีค่าเท่ากับ 11.86% , 16.19% และ 33% ตามลำดับ การศึกษานี้ทำให้ได้ข้อมูลความแม่นยำและข้อจำกัดของการนำตัวแบบนี้ไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ รวมทั้งแนวคิดในการนำวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลามาประยุกต์ใช้ในงานอื่น ๆ อีกได้เป็นจำนวนมากในอนาคต

คำสำคัญ: ปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์, ปริมาณงานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติด, วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา

Abstract

Forecasting the information in the future is always necessary for work planning in all institutions. The purpose of this research is to construct the most suitable forecasting model for predicting the quantity of forensic toxicological workload at the Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital. The data were collected from alcohol analysis cases in corpses, toxicants/drugs of abuse cases in corpses and suspects (whose samples were sent by the police stations) during 2008 to 2013. Using times series analysis for secular trend, seasonal variation, cyclical variation and irregular variation, the data during 2008-2012 were analyzed and the most suitable models/equations were chosen to predict the quantity of work in 2013. The equations were verified using the 2013 data by comparing the observed data with the predicted data obtained from the equations. The results showed that equations obtained from secular trend demonstrating that cubic equations were most fitted to the data of alcohol cases in corpses, toxicants/drugs of abuse cases in corpses and in suspects. Using the equations, it was shown that mean percentage error of the predicted data versus the observed data of alcohol cases in corpses, toxicants/drugs of abuse cases in corpses and in suspects from the police stations were 11.86%, 16.19% and 33%, respectively. This study demonstrated the precision and limitation of using this method in practice as well as provided the concept of applying time series analysis in many other area of work in the future.

Keywords: alcohol analysis cases, toxic substance/drugs of abuse cases, time series analysis



บทนำ

การวิเคราะห์แอลกอฮอล์ สารเสพติด และสารพิษในชีววัตถุ เป็นงานหลักของงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ (Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital, 2014) การตรวจวิเคราะห์ทั้งการตรวจเอกลักษณ์และการวิเคราะห์ปริมาณของสารพิษในชีววัตถุของผู้เสียชีวิตและผู้ที่ยังมีชีวิตอยู่ ที่จำเป็นต้องมีการตรวจเพื่อนำผลไปใช้ในแง่ของกฎหมาย ประเพณีของสารพิษที่ตรวจอาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ แอลกอฮอล์ สารเสพติด และสารพิษอื่น ๆ (ยา สารเคมีกำจัดแมลง สารเคมีอื่น ๆ) การตรวจวิเคราะห์สารแต่ละกลุ่ม แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในแง่ของวิธี เครื่องมือวิเคราะห์ สารเคมีที่ใช้ในการตรวจ รวมถึงนักวิเคราะห์ที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละวิธีหรือเครื่องมือที่ใช้ตรวจ สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่หน่วยงานต้องมีการวางแผนเตรียมความพร้อมล่วงหน้า

เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ดังนั้นหน่วยงานของรัฐจึงต้องกำหนดให้มีการตั้งงบประมาณล่วงหน้าเพื่อการอนุมัติงบประมาณสำหรับปีต่อไปทุกปี โดยทั่วไปในทางปฏิบัติมักจะเป็นการตั้งงบประมาณแบบประมาณการ โดยพิจารณาจากข้อมูลปัจจุบันประกอบร่วมกับข้อมูลในอดีตบ้างโดยสังเขป

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series analysis) (Hassan, 2006; Australian Bureau of Statistics, 2009; Aryasri, 2008; Sharma, 2007) เป็นการวิเคราะห์โดยรวบรวมข้อมูลตามช่วงเวลาต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นลำดับ อาจรวบรวมข้อมูลตาม สัปดาห์ เดือน หรือ ปี ต่อเนื่องกัน แล้วนำมาวิเคราะห์แนวโน้มของอนาคต ภายใต้สมมติฐานที่ว่ารูปแบบในอดีตจะบ่งบอกถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต การใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลามีการนำมาใช้ในธุรกิจต่าง ๆ ได้แก่ ธุรกิจด้านการเงิน อุตสาหกรรม การค้าขาย ฯลฯ

เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการวางแผนอนาคตได้ดียิ่งขึ้นอย่างมาก องค์ประกอบของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าแนวโน้ม (secular trend) การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (seasonal variation) การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร (cyclical variation) และการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ (irregular variation) ค่าแนวโน้ม เป็นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างใดอย่างหนึ่งตามลำดับของเวลาตลอดไปเรื่อย ๆ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกันเสมอในช่วงเวลานั้น ๆ ในแต่ละอนุกรมของเวลา เช่น ในแต่ละปีจะมีการเปลี่ยนแปลงอาจเป็นแบบเพิ่มขึ้นหรือลดลงในเดือน นั้น ๆ เสมอ การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เป็นวงจร ตัวอย่างเช่น วงจรธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงจากจุดที่รุ่งเรือง ลดลงมาเรื่อย ๆ จนต่ำสุดแล้วค่อย ๆ ขึ้นจนรุ่งเรืองขึ้นมาอีกแล้วลดลงมาเป็นวงจรไปเรื่อย ๆ โดยที่ช่วงเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่มีระยะเวลาที่แน่นอน ส่วนการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เช่น มีการประท้วงของแรงงาน มีสงคราม เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อให้การคาดการณ์งบประมาณที่จะเกิดขึ้นมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับปริมาณงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปีข้างหน้า การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบ (model) การพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปริมาณงานด้านนิติพิชวิทยาที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ โดยการรวบรวมข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2551-2556 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจที่ได้จากศพ และผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหาที่ตัวอย่างส่งมาจากสถานีตำรวจ นำข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2551- 2555 มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อหาค่าแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร และการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ นำข้อมูลปริมาณงานวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจริงของปี พ.ศ.2556 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์จากสมการที่สร้างจากข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2551-2555

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ การศึกษาถึงรูปแบบและสาเหตุการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวของข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ค่าของมันก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหรือเป็นฟังก์ชัน (function) กับเวลาดังนี้

$$Y = f(t)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม (dependent variable)

เช่น จำนวนสิ่งส่งตรวจวิเคราะห์หาสารพิษในศพ

t คือ ตัวแปรอิสระ (independent variable)

เช่น ระยะเวลา อาจจะเป็นปี ไตรมาส เดือน สัปดาห์ วัน ชั่วโมง

การวิเคราะห์อนุกรมเวลามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบและลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เราสนใจ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรเหล่านั้นในอนาคตได้โดยอยู่บนสมมติฐานที่ว่า เหตุการณ์ในอนาคตจะมีรูปแบบเดียวกันกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต

ที่ผ่านมา มีผู้วิจัยได้ศึกษาการวิเคราะห์อนุกรมเวลาพยากรณ์หลากหลายงานวิจัยด้วยกัน ดังเช่น งานวิจัยของนางพรพรรณ ตั้งธนานุวัฒน์ (Tungtananuwat, 2010) ที่ทำการศึกษาพยากรณ์มูลค่าการจัดเก็บเงินค่าใช้จ่ายในการบริหารงานที่ราชพัสดุ การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและพยากรณ์มูลค่าการจัดเก็บเงินค่าใช้จ่ายการบริหารงานที่ราชพัสดุ ปีงบประมาณ พ.ศ.2554-2555 โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อดู ค่าแนวโน้ม ค่าความเคลื่อนไหวตามฤดูกาล ค่าความเคลื่อนไหวตามวัฏจักร และค่าการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ โดยเก็บข้อมูลย้อนหลังจากรายงานผลการจัดเก็บรายได้ค่าเช่าที่ราชพัสดุของกรมธนารักษ์ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ.2548-2552 พบว่าสมการที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS ได้สมการเส้นตรงและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแตกต่างกันตามไตรมาสของช่วงปี โดยไตรมาสที่ 1 มีมูลค่าการจัดเก็บสูงสุด ส่วนไตรมาสที่ 4 มีมูลค่าการจัดเก็บน้อยที่สุด ซึ่งการศึกษานี้เพื่อประโยชน์ในการวางแผนบริหารการเงินต่อไป ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

(Mean Percentage Error-- MPE) ของการพยากรณ์มูลค่าการจัดเก็บเงินค่าใช้จ่ายในการบริหารงานที่ราชพัสดุอยู่ที่ 7.71%

นอกจากนั้นยังมีการวิจัยของวรารมณ กิรติวิบูลย์ (Keerativibool, 2014) นำเสนอการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 โดยใช้วิธีการทางสถิติ 3 วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษาพบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error--MAPE) ของแต่ละวิธีเท่ากับ 11.97, 12.13 และ 11.90 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด เนื่องจากมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ต่ำที่สุดในวิธีการทางสถิติทั้ง 3 วิธี

นลินี ประทุม (Prathum, 2007) นำเสนอการศึกษาเรื่องสถานการณ์น้ำมันสำเร็จรูป การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว และการพยากรณ์มูลค่าส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปของไทยโดยได้ทำการศึกษาย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2540-2549 รวมทั้งพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปของไทยล่วงหน้า 5 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2550-2554 โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานทฤษฎีที่ว่า เหตุการณ์ในอนาคตจะมีรูปแบบเดียวกันกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต จากการพยากรณ์พบว่ามูลค่าการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปของไทยในไตรมาสเดียวกันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งมูลค่าการส่งออกน้ำมันสำเร็จรูปในไตรมาสที่ 1 จะมีมูลค่ามากที่สุด และจะลดลงในไตรมาสที่ 2 เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นฤดูกาลเพาะปลูก และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในไตรมาสที่ 3 และ 4 โดยในไตรมาสที่ 2 ของทุกปีจะมีมูลค่าการส่งออกต่ำที่สุด ลักษณะเช่นนี้เนื่องมาจากความผันผวนของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

ภูริทัต นาคประเสริฐ (Nakprasert, 2011) ศึกษาเรื่อง พยากรณ์แนวโน้มราคาและปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทยเพื่อดูความเคลื่อนไหว และอิทธิพล

ของฤดูกาล ที่มีต่อราคาและปริมาณการนำเข้าน้ำมันของไทย โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) ซึ่งใช้แบบจำลองในรูปผลคูณ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยเทคนิคแยกส่วนตัวประกอบ (seasonal decomposition) โดยมีตัวแปรสำคัญคือฤดูกาล ซึ่งสมการมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีปริมาณการใช้น้ำมันลดลงเนื่องจากภาวะอุทกภัยในประเทศไทย แต่ราคาน้ำมันดิบมีแนวโน้มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ จากภาวะของตลาดโลก จากการศึกษาพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถนำมาใช้พยากรณ์ราคาและการนำเข้าน้ำมันระยะสั้นในประเทศไทยได้

พีรวิทย์ ช่ายทอง (Khaitong, 2007) นำเสนอการวิเคราะห์และทำนายตราสารทุนโดยประมวลผลข้อมูลตราสารทุนที่อยู่ในรูปแบบอนุกรมเวลา (time series) และทำการวิเคราะห์และทำนายตราสารทุนโดยวิเคราะห์ผลลัพธ์เปรียบเทียบการลงทุนในดัชนีเซต (set index) หรือดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในระยะเวลา 8 ปี จากผลการวิจัยพบว่าผลลัพธ์การลงทุนในงานวิจัยนี้มีผลลัพธ์ดีกว่าการลงทุนในดัชนีเซต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลาจะสามารถลดความเสี่ยงในการลงทุนได้

วรารมณ งามสุข (Ngamsuk, 2012) ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีแบบฉบับ (classical) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) โดยใช้ข้อมูลสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทยรายเดือนระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2554 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง จุดมุ่งหมายงานวิจัยเพื่อจะได้สามารถเลือกวิธีพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำกว่าไปใช้ในการพยากรณ์การเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า การเคลื่อนไหวข้อมูลมีการแกว่งตัวสูงตามเทศกาลวันหยุดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากค่าประมาณที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ ซึ่งค่าประมาณที่ดีที่สุดหมายถึงค่ารากที่สองที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error--RMSE) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าการพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบฉบับ (classical) ค่าการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติมีค่าน้อย อยู่ระหว่าง 0.894 ถึง

1.172 และค่าการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรมีค่าน้อยอยู่ระหว่าง 0.8302 ถึง 1.1265 ส่วนประกอบทั้งสองนี้จึงไม่มีผลต่อการวิเคราะห์อนุกรมมากนัก การพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบฉบับของข้อมูลชุดนี้ จึงใช้ส่วนประกอบของอนุกรมคือแนวโน้ม (T) และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (S) และได้ค่า RMSE เท่ากับ 229.5816 ครั้ง ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟค่าจริงกับค่าพยากรณ์ จะได้ว่าค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริง ส่วนวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์นั้นพิจารณากราฟค่าจริงกับค่าพยากรณ์ จะได้ว่าค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริงเช่นกันแต่มีค่ารากที่สองค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error--RMSE) = 51.5996 ครั้ง จะเห็นว่าค่า RMSE ของการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีค่า RMSE น้อยกว่าค่า RMSE ของการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีแบบฉบับ สามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์ข้อมูลเวลาชุดนี้โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแม่นยำในการพยากรณ์ดีกว่าการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีแบบฉบับเนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้เป็นข้อมูลที่มีฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง ซึ่งการพยากรณ์โดยวิธีแบบฉบับจะสมมติว่าค่าแนวโน้มเป็นเส้นตรง ซึ่งแท้ที่จริงแล้วอาจมีสมการเป็นอย่างอื่น จึงทำให้มีค่า RMSE สูงกว่าการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล รวบรวมข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2551-2556 ที่สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในตัวอย่างส่งตรวจที่ได้จากศพ และผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหาที่ส่งมาจากสถานตำรวจ งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองโครงการวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมและวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลตำรวจ เลขที่ วจ 06/2559 วันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2558

2. การวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณค่าแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงตามตามวัฏจักร และการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ และพยากรณ์ปริมาณที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 22

2.1 ทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series analysis) แบบฉบับ (classical) โดยแยกอิทธิพลของส่วนประกอบแต่ละส่วนออกมา (seasonal decomposition) โดยใช้แบบจำลอง คือ $Y = T \times S \times C \times I$ (Y คือ ปริมาณงาน, T คือ ค่าแนวโน้ม, S คือ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล, C คือ การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร, I คือ การเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ) ทำการแยกส่วนประกอบแต่ละส่วนออกมา (T, S, C, I) คำนวณ T จากการหาสมการแนวโน้มที่เหมาะสมที่สุด และหาค่า S, C และ I จากฟังก์ชัน seasonal decomposition

2.2 การพยากรณ์ข้อมูล โดยการคำนวณค่า T, S, C และ I ที่ช่วงเวลา t ที่ต้องการพยากรณ์ แล้วนำค่าเหล่านั้นมาคูณกัน ดังนี้ $Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$

นำค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Percentage Error--MPE) ดังนี้

$$MPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|$$

เมื่อ e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ($Y_t - \hat{Y}_t$)

n_2 คือ จำนวนเดือนแต่ละปีที่พยากรณ์ ในที่นี้ คือ 12 เดือน

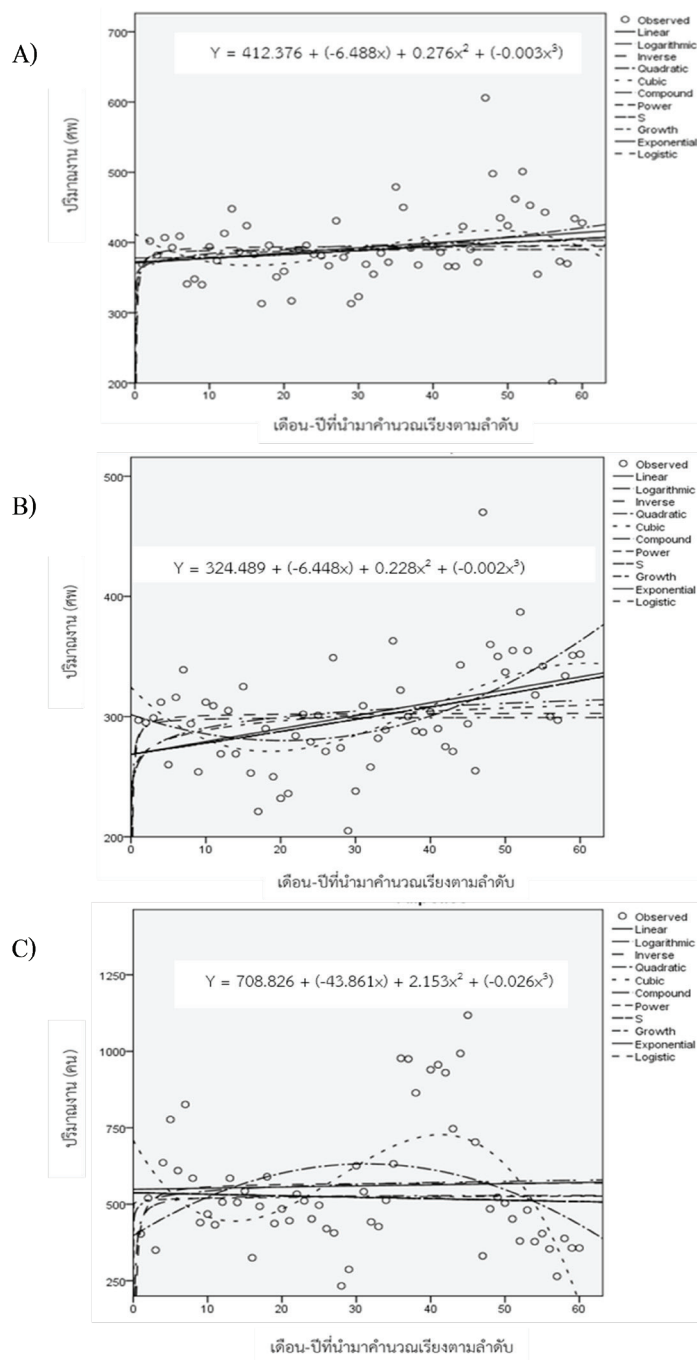
Y_t คือ ค่าพยากรณ์

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าข้อมูลจริง

t คือ ช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2

ผลการวิจัย

1. ค่าแนวโน้ม จากการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (seasonal decomposition) โดยใช้โปรแกรม SPSS ทำให้ได้ ค่าแนวโน้ม ที่แสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ชนิดต่าง ๆ เมื่อพิจารณาจากค่า coefficient of determination (R_2) พบว่า สมการความสัมพันธ์ชนิด cubic มีค่า R_2 สูงที่สุด ภาพ 1 แสดงกราฟและสมการความสัมพันธ์ชนิด cubic ของปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ (A) สารพิษ/สารเสพติดในศพ (B) และผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา (C)



ภาพ 1 กราฟและสมการความสัมพันธ์ชนิด cubic ของปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ (A) ปริมาณงานตรวจวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในศพ (B) และในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา (C) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2555

2. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล พบว่าปริมาณงานทั้งสามกลุ่มมีการกระจายของปริมาณงานในแต่ละเดือนที่อยู่ในช่วงไม่เกิน $\pm 20\%$ ปริมาณงานวิเคราะห์

แอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ส่วนปริมาณงานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม (ตาราง 1)

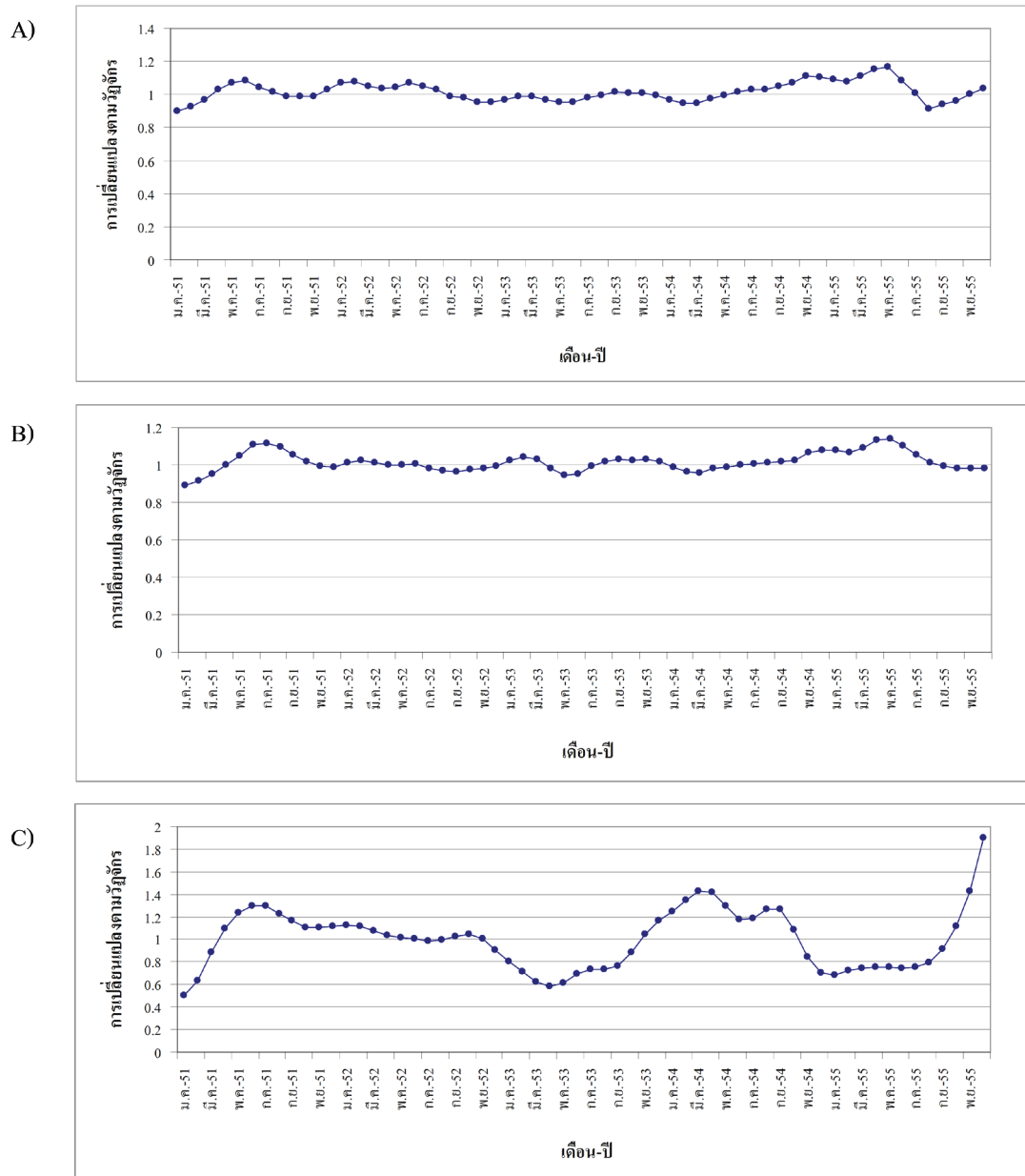
ตาราง 1

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในแต่ละเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2555 ของปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ ปริมาณงานตรวจวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในศพ และในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา

เดือน (พ.ศ. 2551-2555)	ปริมาณงานตรวจ แอลกอฮอล์ในศพ (%)	ปริมาณงานสารพิษ/ สารเสพติดในศพ (%)	ปริมาณงานตรวจสารพิษ/ สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ ต้องหา (%)
มกราคม	107.7	107.3	119.7
กุมภาพันธ์	97.7	99.2	98.2
มีนาคม	106.4	108.0	106.4
เมษายน	98.6	101.0	88.7
พฤษภาคม	93.9	93.8	102.5
มิถุนายน	89.3	89.3	108.1
กรกฎาคม	104.3	96.5	103.0
สิงหาคม	92.2	93.2	100.8
กันยายน	89.0	91.0	84.8
ตุลาคม	101.6	96.9	96.6
พฤศจิกายน	114.8	113.8	89.8
ธันวาคม	104.5	109.9	101.2

3. การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร พบว่าปริมาณงานการวิเคราะห์แอลกอฮอล์ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ในขณะที่ปริมาณงานวิเคราะห์

สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรสูง (ภาพ 2)

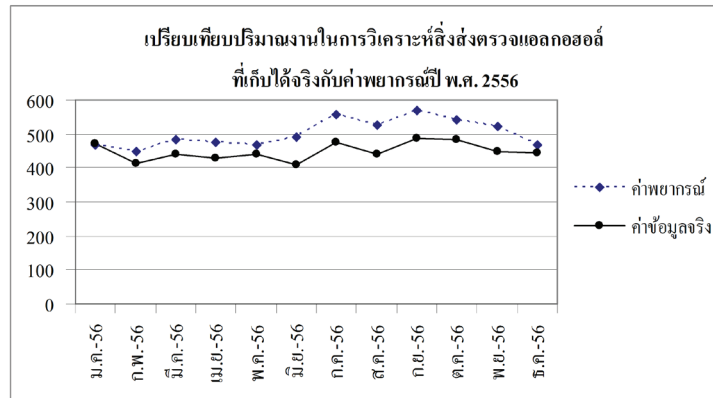


ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงตามผู้เข้าชมของปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ (A) ปริมาณงานตรวจวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในศพ (B) และในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา (C)

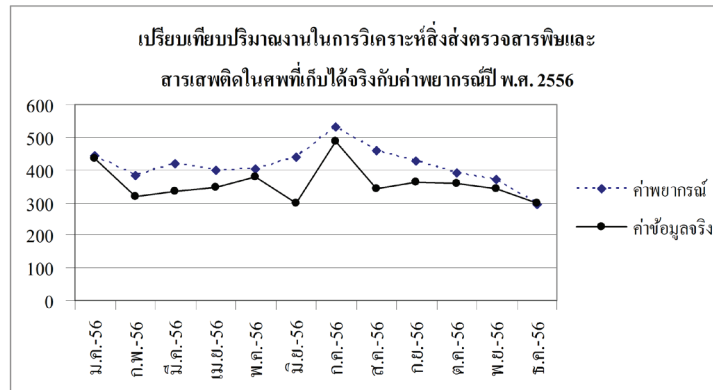
4. การเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ พบว่าปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีการเปลี่ยนแปลงไม่ปกติในช่วงแคบ ในขณะที่ปริมาณ

งานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีการเปลี่ยนแปลงไม่ปกติในช่วงกว้าง (ภาพ 3)

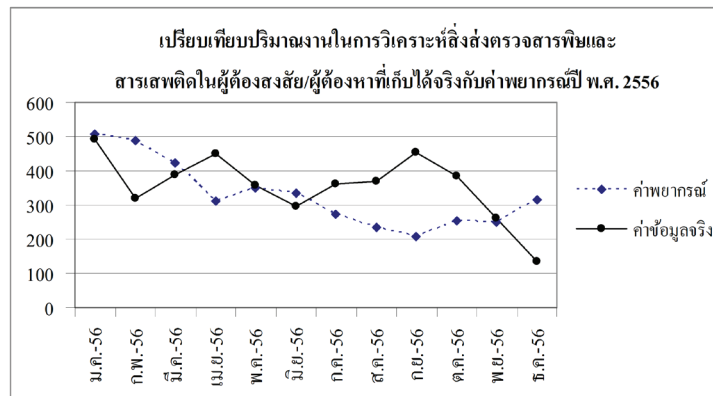
A)



B)



C)



ภาพ 4 การเปรียบเทียบปริมาณงานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ (A) ปริมาณงานตรวจวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในศพ (B) และในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา (C) ที่เก็บได้จริง กับค่าที่พยากรณ์ได้จากสมการความสัมพันธ์ ของปริมาณงานปี พ.ศ. 2556

การอภิปรายผล

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร และการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ ในขณะที่ปริมาณงานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหาที่ตัวอย่างส่งมาจากสถานีตำรวจ มีการเปลี่ยนแปลง

ในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร และการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ มากกว่าปริมาณงานใน 2 กรณีแรก ทั้งนี้อนุมานได้จากปัจจัยภายนอก ที่เป็นปัจจัยพิเศษนอกเหนือจากปัจจัยที่มี/เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำในแต่ละช่วงเวลา ยกตัวอย่างเช่น อิทธิพลจากนโยบายการปราบปรามยาเสพติดของรัฐบาลที่ส่งผลให้มีการตรวจจับผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา และส่งตรวจวิเคราะห์สารเสพติดในช่วงที่มีการออกนโยบายนั้น ส่งผลให้พบการเปลี่ยนแปลง

แบบไม่ปกติ เห็นได้ชัดเจน รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรสูงด้วย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สอดคล้องกับการที่ใช้สมการทำนายค่าแนวโน้มที่ได้จากข้อมูลในอดีตในการทำนายปริมาณงานในอนาคตมีความแม่นยำน้อยลงดังที่พบในผลการศึกษาว่า ค่า MPE ของการทำนายปริมาณงานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีค่า MPE สูง ($MPE = 33.00\%$) กว่าค่า MPE ของปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ ($MPE = 11.86\%$) สารพิษ/สารเสพติดในศพ ($MPE = 16.19\%$) แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลในอดีตในการทำนายข้อมูลในอนาคตจะมีความแม่นยำน้อยลงหากข้อมูลเหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบต่าง ๆ สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่พบว่าปริมาณงานวิเคราะห์แอลกอฮอล์ในศพ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นเดือนใกล้สิ้นปี เริ่มมีกิจกรรมเตรียมการสังสรรค์เพื่อการเฉลิมฉลองปีใหม่ มีการใช้สิ่งมีเมาต่าง ๆ มีผลให้เกิดอุบัติเหตุชนิดต่าง ๆ ส่งผลให้งานตรวจวิเคราะห์แอลกอฮอล์ สารพิษ/สารเสพติดในศพ มีปริมาณสูงในเดือนใกล้สิ้นปี ส่วนปริมาณงานวิเคราะห์สารพิษ/สารเสพติดในผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา มีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม สามารถอนุมานได้จากเดือนต้นปี จะเริ่มมีนโยบายการเร่งงานเพื่อใช้แสดงในเดือนมีนาคมเพื่อปรับพิจารณาโยกย้ายและปรับเปลี่ยนตำแหน่งของข้าราชการตำรวจในเดือนกันยายนของทุกปี

มีการศึกษาเพื่อนำวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลามาใช้ประโยชน์ในงานภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานด้านธุรกิจ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการวางแผนอนาคต ยกตัวอย่างเช่น การจัดเก็บเงินค่าใช้จ่ายในการบริหารงานที่ราชพัสดุ การพยากรณ์

มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ, มันสำปะหลัง การนำเข้าน้ำมันดิบของประเทศไทย การทำนายตราสารทุน และการทำนายการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทย เป็นต้น

ในส่วนของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ที่มีงานหลักในการวิเคราะห์ แอลกอฮอล์ สารเสพติด และสารพิษอื่น ๆ ในศพ และในตัวอย่างชีววัตถุของผู้ที่ยังมีชีวิตอยู่ ที่ส่งมาจากสถานีตำรวจ ทำให้มีปริมาณงานในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก การที่สามารถพยากรณ์ปริมาณงานชนิดต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จะทำให้เกิดการวางแผนทั้งงบประมาณค่าใช้จ่ายสารเคมี การจัดหาเครื่องมือเฉพาะที่มีราคาแพง และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง การวางแผนกำลังคน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการศึกษานี้ใช้ข้อมูลในอดีตย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ.2551-2555) มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา นำสมการที่ได้ (สมการในภาพ 1) มาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของ 1 ปี ถัดไป (พ.ศ.2556) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บได้จริง (พ.ศ.2556) ผลการพยากรณ์พบว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 20% (11.86%, 16.19%) แต่เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงขึ้น (33.00%) สำหรับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ในองค์ประกอบสูง เช่น การเปลี่ยนแปลงแบบไม่ปกติ การศึกษานี้ทำให้ได้ข้อมูลความแม่นยำและข้อจำกัดของการนำตัวแบบนี้ไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ รวมทั้งแนวคิดในการนำวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลามาประยุกต์ใช้ในงานอื่น ๆ อีกได้เป็นจำนวนมากในอนาคต



References

- Aryasri, A. R. (2008). *Managerial economics and financial analysis*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Australian Bureau of Statistics. (2009). *Time series analysis: The basics*. Retrieved from <http://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/Time+Series+Analysis:+The+Basics>
- Hassan, A. U. (2006). *Time series and forecasting*. Retrieved from <https://www.scribd.com/document/79308912/lind51640-ch16>
- Institute of Forensic Medicine, Police General Hospital. (2014). *Evidence collection and laboratory analysis*. Retrieved from <http://www.ifm.go.th/en/forensic-articles/forensic-toxicology.html> (in Thai)
- Keerativibool, W. (2014). Forecasting model for the export value of Thai jasmine rice. *Burapha Science Journal*, 19(1),78-90. (in Thai)
- Khaitong, P. (2007). *Analysis and prediction in financial time series*. Master of Computer Sciences Thesis, KingMongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Nakprasert, P. (2011). *Forecasting the trend of crude oil prices and import volume in Thailand*. An Independent Study for the Bachelor of Economics, Chiang Mai University. (in Thai)
- Ngamsuk, W. (2012). *Time series forecasting by the comparison of classical and Box-Jenkins methods case study the number of accidents in the country*. Bachelor of Sciences (Statistics) Thesis, Burapha University.(in Thai)
- Prathum, N. (2007). *Cassava situation analysis of Thai tapioca exports and forecasts*. Bachelor of Economics Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)
- Sharma, J. K. (2007). *Business statistics*. New Delhi: Pearson Education.
- Tungtanuwat, N. (2010). *Forecasting the value of collecting administrative expenses at the Ratchapatsadu*. Master of Economics Thesis, Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)



องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะพร้าว

Phytochemical Composition and Pharmacological Activity of Coconut

อาภากร ทรงสุนันต์

Apakorn Songsumanus

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Pharmacy, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

มะพร้าวเป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์กันหลากหลาย เช่น น้ำมะพร้าวอ่อนใช้เป็นเครื่องดื่มให้ความสดชื่น น้ำมันมะพร้าวใช้ประกอบอาหาร กะลามะพร้าวประดิษฐ์เป็นของใช้ในครัวเรือนและลำต้นมะพร้าวใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ในตำรายาสหยาโบราณมีความเชื่อว่าบางส่วนของมะพร้าวสามารถรักษาโรคได้ เช่น น้ำมะพร้าวใช้รักษาโรคไต ถ่านจากกะลามะพร้าวใช้รักษาโรคท้องร่วง และชาจากใบมะพร้าวแก้โรคกระเพาะอาหาร ในปัจจุบันมีข้อมูลวิจัยสนับสนุนสรรพคุณของมะพร้าวในการป้องกันและรักษาโรคมากมาย เช่น น้ำมะพร้าวสามารถลดความดันโลหิต ลดระดับน้ำตาลในเลือด และลดไขมันในเลือด นอกจากนี้ น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติในการป้องกันตับอักเสบ ป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ป้องกันโรคกระดูกพรุน และต้านการอักเสบได้ น้ำมันมะพร้าวมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสและต้านอนุมูลอิสระ และใบมะพร้าวมีฤทธิ์ระงับปวด ต้านการอักเสบ และยับยั้งแบคทีเรียและไวรัส เป็นต้น ดังนั้น มะพร้าวจึงจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพที่ควรนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ

คำสำคัญ: มะพร้าว, องค์ประกอบทางพฤกษเคมี, ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

Abstract

Coconut (*Cocosnucifera* L.) is a plant that able to be used in many different ways. For example, tender coconut water is natural refresh beverage, coconut oil used for cooking, coconut shell used for household appliances, and coconut stem used for making furniture. Traditional medicine information described about the treatment belief by using some parts of the coconut such as coconut water is used to treat kidney disease, coconut shell charcoal for treatment of diarrhea, and tea from coconut fiber to cure dyspepsia. In present, many research information supported that some parts of coconut have ability to prevent and treat many diseases. They found that coconut water has the beneficial effects on hypertension, hyperglycemia, and hyperlipidemia in animal model. They also have the properties about hepatoprotective activity, bone loss protection, gastroprotective effect, and anti-inflammation. Coconut oil has antiviral and antioxidant activity. Coconut fiber has analgesic activity, anti-inflammation and antibacterial and antiviral activity. Therefore, Coconut is a potential plant that could be develop to food supplement.

Keywords: coconut, phytochemical composition, pharmacological activity



บทนำ

มะพร้าวจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพและมีแนวโน้มการเติบโตที่ดีเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น น้ำมะพร้าวใช้เป็นเครื่องดื่มให้ความสดชื่นและแปรรูปเป็นวุ้นมะพร้าว เนื้อมะพร้าวแกลใช้ทำกะทิและสกัดเป็นน้ำมันเพื่อใช้ประกอบอาหาร กะลาใช้ทำเครื่องประดับ เครื่องดนตรี และของใช้ในครัวเรือน ใบมะพร้าวใช้ยัดฟูกเพื่อทำที่นอน และนำไปใช้ในการเกษตรใบมะพร้าวใช้สานเป็นภาชนะใส่ของหมวกกันแดด และของเล่นเด็ก ลำต้นนำมาใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และรากใช้สานเป็นของใช้ในครัวเรือน

มะพร้าว ชื่อสามัญ Coconut มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae ชื่อท้องถิ่นได้แก่ ดุง โพล คอสำ หมากฮุ้น และหมากฮูน พบในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อนมะพร้าวเป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยว รากเป็นระบบรากฝอยลำต้นเดี่ยวไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลโดย 1 ปี จะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอยใบเป็นใบประกอบดอกเป็นดอกช่อแบบแยกแขนง มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน มีกลีบดอก 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่าตัวผู้ ผลมะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสตรูป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) (Chuakul, 2005) ผลมะพร้าวมีเปลือก 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาลเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) หรือใบมะพร้าว มีลักษณะเป็นเส้นใยมีความหนาพอประมาณเปลือกชั้นใน (endocarp) หรือกะลา (shell) มีลักษณะแข็ง ส่วนเอนโดสเปิร์ม (endosperm)

มี 2 ส่วน ได้แก่ เนื้อมะพร้าว (kernel) และน้ำมะพร้าว (coconut water) ขณะผลอ่อนเอนโดสเปิร์มจะมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวภายในผลมีน้ำอยู่เต็มและเนื้อบาง เมื่อผลแก่ น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วนและเนื้อมะพร้าวจะหนาขึ้น (Reddy & Lakshmi, 2014)

มะพร้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทต้นเตี้ยและต้นสูงมะพร้าวต้นเตี้ยมีลำต้นเล็ก โตเต็มที่สูงประมาณ 12 เมตร ลักษณะเด่นคือ มีผลขนาดเล็ก มักให้ผลดกและไม่ค่อยกลายพันธุ์ นิยมปลูกเพื่อรับประทานผลอ่อน เพราะมีเนื้ออ่อนนุ่ม และน้ำมีรสหวาน บางพันธุ์น้ำมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอมสำหรับมะพร้าวต้นสูงจะมีลำต้นใหญ่ โตเต็มที่สูงประมาณ 18 เมตร ลักษณะเด่นคือมีผลโตเนื้อหนาส่วนใหญ่ปลูกเพื่อใช้เนื้อจากผลแก่ทำเป็นกะทิและสกัดออกมาเป็นน้ำมันเพื่อใช้ในการประกอบอาหารและอุตสาหกรรมอื่น ๆ

ประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับสรรพคุณของมะพร้าวในการป้องกันและรักษาโรค เช่น น้ำมะพร้าวมีสรรพคุณบำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลีย บำรุงครรภ์รักษา ดอกนำมาใช้บำรุงโลหิต แก้ปากเปื่อย รากนำมาใช้แก้ไข้ตัวร้อน ท้องเสีย แก้ไข้รากสาด และรากอากาศนำมาใช้แก้ไข้ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ และแก้ไข้ท้องเสีย (Likhitwitayawuid et al., 2552)

งานวิจัยในปัจจุบันพบว่ามะพร้าวมีสารพฤกษเคมีหลายชนิดและมีสรรพคุณช่วยป้องกันและรักษาโรคได้ ดังนั้นบทความนี้จึงขอรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรักษาแบบดั้งเดิมโดยใช้มะพร้าวและองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว

การรักษาแบบดั้งเดิมโดยใช้มะพร้าว (Traditional treatment using coconut)

ตำรายาแผนโบราณมีการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของมะพร้าวมาใช้มากมายตำรายาของอินเดียกล่าวว่า น้ำมะพร้าวมีสรรพคุณเพิ่มน้ำอสุจิ ส่งเสริมการย่อยอาหาร และล้างทางเดินปัสสาวะได้ (Rethinam & Kumar, 2001) ประเทศอินเดียมีการนำน้ำมันที่ได้จากการให้ความร้อนกับกะลามะพร้าวมาใช้ในการรักษาโรคกลาก ขาจากดอกมะพร้าวรักษาอาการรอบประจําเดือนผิดปกติ และใบมะพร้าวแปรงฟันเพื่อรักษาความสะอาดในช่องปาก ประเทศบราซิลใช้สารสกัดจากใบมะพร้าวรักษาโรคท้องร่วงและขาจากใบมะพร้าวรักษาข้ออักเสบ และการอักเสบอื่น ๆ (Silva et al., 2013) ประเทศปาปัวนิวกินีเคี้ยวใบและรากของต้นอ่อนมะพร้าวเพื่อรักษาโรคท้องร่วงและปวดท้อง ประเทศฟิลิปปินส์ใช้น้ำมันมะพร้าวในการป้องกันผมร่วงและน้ำมันมะพร้าวใช้ในการรักษาโรคไต ประเทศกานาใช้น้ำมันมะพร้าวหรือกะทิในการรักษาโรคท้องร่วง ประเทศกัวเตมาลาใช้สารสกัดจากใบมะพร้าวลดไข้ ลดการอักเสบของไต และทำเป็นครีมเพื่อใช้สำหรับรักษาอาการผิวหนังอักเสบ และฝีหนองประเทศอินโดนีเซียใช้น้ำมันมะพร้าวในการรักษาแผล น้ำกะทิใช้รับประทานเพื่อคุมกำเนิด และสารสกัดจากรากมะพร้าวใช้รักษาอาการไข้และท้องร่วง ประเทศจาเมกาใช้สารสกัดจากใบมะพร้าวรักษาโรคเบาหวาน และประเทศโบซัมบิกบริโภคเนื้อมะพร้าวเพื่อกระตุ้นกำหนดในผู้ชาย เป็นต้น (Lima et al., 2015; Esquenazi et al., 2002) สำหรับตำรายาแผนโบราณของไทยเชื่อว่า ใบหรือเปลือกผลของมะพร้าวใช้ห้ามเลือด แก้ปวด เลือดกำเดาออก โรคกระเพาะ และแก้ท้องเสีย กะลาใช้แก้ปวดเอ็น ปวดกระดูก ถ่านจากกะลารับประทานแก้ท้องเสีย ลดอาการระคายเคืองของลำไส้ และดูดสารพิษต่าง ๆ น้ำมันที่ได้จากการเผากะลาใช้ทาบาดแผลและโรคผิวหนัง กลาก ผื่น คัน แก้ปวดฟัน เนื้อมะพร้าวรับประทานบำรุง

กำลังและขับพยาธิ น้ำมันจากเนื้อมะพร้าวใช้ทาแก้กลาก ผื่นคันแห้งแตกเป็นขุย ทาบาดแผลที่เกิดไฟไหม้ น้ำร้อนลวก หรือถูกของเย็นจัดน้ำมันมะพร้าวชนิดที่บริสุทธิ์มาก ๆ ใช้เป็นตัวทำละลายในยาฉีดได้ รากมะพร้าวใช้ขับปัสสาวะ แก้โรคเกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ แก้ท้องเสีย อมบัวปาก แก้เจ็บคอ แก้บิด ตกขาว ตกเลือด หลอดลมอักเสบ หนองใน เปลือกต้นเผาเป็นเถ้าใช้ทาแก้หิด และสีย้อมแก้ปวดฟัน น้ำมันมะพร้าวใช้แก้พิษ อาเจียนเป็นเลือด ท้องเสีย บวม น้ำ ขับปัสสาวะ แก้ไข้ สารสีน้ำตาลที่ไหลออกมาแข็งตัวที่ได้ไปใช้ห้ามเลือดได้ดี (Putiyanon, 2003)

องค์ประกอบทางพฤกษเคมีของมะพร้าว (Phytochemical composition of coconut)

จากการที่มีการนำส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวมาใช้ในการป้องกันและรักษาโรคทำให้นักวิจัยสนใจว่าส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวนั้นมีสารชนิดใดเป็นส่วนประกอบอยู่บ้าง และสารต่าง ๆ เหล่านั้นมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหรือไม่จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางพฤกษเคมีของมะพร้าวในแต่ละส่วนนั้นแตกต่างกัน ดังนี้ น้ำมันมะพร้าวเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหารหลากหลายชนิดโดยปกติน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 94 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.7 กรัม โปรตีน 0.7 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม และส่วนอื่น ๆ ได้แก่ แร่ธาตุ ฮอร์โมน วิตามิน และสารประกอบฟีนอลต่าง (The National Agricultural Library, 2018) น้ำตาลที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันมะพร้าวผลแก่ ได้แก่ ซูโครส ซอพิทอล กลูโคส และฟรักโทสส่วนที่พบเล็กน้อย ได้แก่ กาแลกโทสไซโลส และแมนโนส แร่ธาตุที่พบมาก ได้แก่ โพแทสเซียม และที่พบรองลงมา ได้แก่ โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก ทองแดง และคลอไรด์ น้ำมันมะพร้าวอ่อนมีกรดอะมิโนน้อยแต่มีแอล-อาร์จินีน อะลานีน ซีสทีน และเซอรีนมากกว่าในนมวัว

ตาราง 1

ส่วนประกอบของมะพร้าวและการนำไปใช้ในการรักษาแบบดั้งเดิมของประเทศต่าง ๆ

ส่วนประกอบของมะพร้าว	รูปแบบการใช้	การรักษาแบบดั้งเดิม	ประเทศ
น้ำมะพร้าว	น้ำ	- โรคไต	ฟิจิ
เนื้อมะพร้าว	น้ำมันสกัด	- ป้องกันผมร่วง รักษาแผล	ฟิจิ อินโดนีเซีย
	กะทิ	- ท้องร่วง	กาน่า
		- กินคุมกำเนิด	อินโดนีเซีย
	เนื้อมะพร้าว	- กระตุ้นกำหนด	โมซัมบิก
		- เชื่อว่าสามารถบรรเทาอาการผื่นที่เกิดจากเชื้อเอชไอวี	เคนย่า
	เนื้อมะพร้าวต้ม	- รักษาไข้ และมาลาเรีย	มาเลเซีย
กะลา	ถ่าน	- ท้องเสีย	ไทย
	น้ำมันจากการเผา	- กลาก บาดแผลที่เกิดจากความเย็นจัดหรือร้อนจัด ผิวน้ำแตกแห้ง แก้ปวดเอ็น ปวดกระดูก	ไทย
ใยมะพร้าว	ชา	- ท้องร่วง การขาดประจำเดือน	บราซิล เฮติ
		กามโรค	ตรินิแดด
		- ท้องร่วง ข้ออักเสบ และการอักเสบอื่นๆ	บราซิล
		- ห้ามเลือด แก้ปวด เลือดกำเดาออก	ไทย
	สารสกัด	โรคกระเพาะ แก้อาเจียน	
		- ลดไข้ ไตอักเสบ	กัวเตมาลา
		- ขับปัสสาวะ หนองใน	เปรู
		- ทางเดินปัสสาวะอักเสบจากเชื้อ Trichomonas vaginalis	เม็กซิโก
	ครีม	- การขาดประจำเดือน การปวดประจำเดือน	ตรินิแดด
		- เบาหวาน	จาไมก้า
		- หอบหืด	เฮติ เปรู
		- ฝีหนอง ผิวน้ำอักเสบ แผลไฟไหม้	กัวเตมาลา

ตาราง 1

ส่วนประกอบของมะพร้าวและการนำไปใช้ในการรักษาแบบดั้งเดิมของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ส่วนประกอบของมะพร้าว	รูปแบบการใช้	การรักษาแบบดั้งเดิม	ประเทศ
ดอก	ชา	- ประจําเดือนผิดปกติ	อินเดีย
ราก	ชา	- ท้องร่วงและปวดท้อง	ปาปัวนิวกินี
	สารสกัด	- ขับปัสสาวะ ท้องเสีย	ไทย
	สารสกัด	- ลดไข้ ท้องร่วง	อินโดนีเซีย
เปลือกต้น	ซีเถ้าจากการเผา	- หิด	ไทย

ที่พบบ้างเล็กน้อย ได้แก่ กรดแอสพาราจิก กรดกลูตามิก ฮีสติดีน ลิวซีนไลซีน โพรลีน ฟีนิลอะลานีน และไทโรซีน น้ำมันมะพร้าวอ่อนประกอบด้วยวิตามินซี บี1 บี2 บี3 บี5 บี 6 บี 7 และบี9 (Reddy & Lakshmi, 2014) ฮอว์โมน ได้แก่ ออกซิน (auxin) ไซโทไคนิน (cytokinin) และจิบเบอเรลลิน (gibberellins) (Yong et al., 2009) กลุ่มสารประกอบฟีนอล ได้แก่ คาเทชิน (catechin) และ กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) (Mahayothee et al., 2016) เอนไซม์ ได้แก่ โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) แอซิดฟอสฟาเตส (acid phosphatase) คตะเลส (catalase) ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) ไดแอสเทส (diastase) เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) อาร์เอ็นเอโพลิเมอเรส (RNA polymerase) และปัจจัยส่งเสริมการเจริญเติบโต (growth promoting factors) (Matsui et al., 2008) อย่างไรก็ตาม น้ำมันมะพร้าวที่ช่วงอายุต่างกัน สัดส่วนของสารต่าง ๆ ก็แตกต่างกันไปด้วย เช่น น้ำมันมะพร้าวอายุ 5-6 เดือนมีปริมาณฟรักโทสสูงสุดและลดลงเมื่อผลมะพร้าวมีอายุมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณซูโครสน้อยในช่วงแรกและเพิ่มมากขึ้นเมื่อผลมะพร้าวมีอายุมากขึ้น น้ำมันมะพร้าวที่มีอายุ 5-6 เดือนมีสารประกอบฟีนอลิกมากเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับน้ำมันมะพร้าวที่อายุมากกว่า 8 เดือน (Priya & Ramaswamy, 2014) เนื้อมะพร้าวมีกรดไขมันขนาดกลาง ได้แก่ กรดลอริก (lauric acid) กรดไมริสติก (myristic acid) กรดคาปรีลิก (caprylic acid) และกรดคาปริก (capric acid) ตาม

ลำดับ ปริมาณกรดไขมันเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อผลมะพร้าวมีอายุมากขึ้น (Mahayothee et al., 2016) สารประกอบฟีนอลที่พบในเนื้อมะพร้าวเป็นหลัก ได้แก่ กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดกาลิก (gallic acid) กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) และพารา-คูมาริก (p-coumaric acid) และที่พบรองลงมา ได้แก่ คาเทชิน (catechin) กรดพารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก (p-hydroxybenzoic acid) กรดไซริงิก (syringic acid) และเมตา-คูมาริก (m-caumaric acid) (Mahayothee et al., 2016) นอกจากนี้ น้ำมันจากส่วนเนื้อมะพร้าวยังมีแอลฟา-โทโคเฟอรอล (alpha-tocopherol) อีกด้วย (Arlee, Suanphairoch & Pakdeechanuan, 2013) ใบมะพร้าวมีสารประกอบฟีนอล แทนนิน ลิวโคแอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ ไตรเทอปีน สเตอรอยด์และอัลคาลอยด์ ซาโปนิน และคอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) หรือเรียกอีกอย่างว่า โปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanin) เป็นส่วนประกอบ (Costa et al., 2010) สารสกัดจากใบมะพร้าวมีโพลีฟีนอลมากมาย ได้แก่ คาเทชิน อีพิกาคเทชิน แทนนิน และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น ใบมะพร้าวมีไตรเทอปีน และสเตอรอยด์และรากมะพร้าวมีฟลาโวนอยด์และซาโปนิน ส่วนประกอบทางเคมีจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวสรุปไว้ในตาราง 2 (Lima et al., 2015; Yong et al., 2009; Reddy & Lakshmi, 2014) ดังนั้นส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวจึงมีสรรพคุณในการป้องกันและรักษาโรคบางชนิดได้

ตาราง 2

องค์ประกอบทางพฤกษเคมีจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว

ส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	ส่วนประกอบทางเคมี
น้ำมะพร้าว	คาร์โบไฮเดรต (ซูโครส ซอไบทอล กลูโคส ฟรักโทส กลูโคส ไซโลส และแมนโนส) ไขมัน โปรตีน (อาร์จินีน อะลานีน ซีสทีน เซอรีน) วิตามิน(วิตามินซี วิตามินบี) เกลือแร่ต่าง ๆ (โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก ทองแดง และคลอไรด์) ฮอร์โมนพืช (ออกซินไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน) เอนไซม์ต่าง ๆ โพลีฟีนอลออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเตส คีตาเลส ดีไฮโดรจีเนส ไดเอสเทส (diastase) เพอร์ออกซิเดส อาร์เอ็นเอโพลีเมอเรส (RNA polymerase) และปัจจัยส่งเสริมการเจริญเติบโต
เนื้อมะพร้าว	กรดไขมัน (กรดลอริก กรดไมริสติก กรดคาปริลิก กรดคาปริก) วิตามินอี สารประกอบฟีนอลิก (กรดคาเฟอิก กรดกาแลกติก-ควาริก)
ใยมะพร้าว	แทนนิน ลิวโคแอนโทไซยานินฟลาโวนอยด์ ไตรเทอร์ปีน สเตียรอยด์และ อัลคาลอยด์ซาโปนิน และคอนเดนส์แทนนินโทโคเฟอรอล แอลกอฮอล์ปาล์มมิทอล ไซโคลอาร์เทอนอลเบต้า-ซิโทสเตอรอล
ใบ	ไตรเทอร์ปีน และสเตียรอยด์
ราก	ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว (Pharmacological activities of the parts of coconut)

ปัจจุบันมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของมะพร้าวไว้มากมาย ดังนี้

น้ำมะพร้าวมีผลช่วยลดความดันโลหิตทั้งในสัตว์ทดลองและมนุษย์ โดย Syafriani et al. (2014) พิสูจน์ว่าน้ำมะพร้าวมีผลต่อการเปลี่ยนอัตราการเต้นหัวใจของหนู Wistar rat ที่ถูกชักนำให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูงด้วย สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงโดยพบว่าหนูที่ได้รับน้ำเกลือเป็นเวลา 14 วันมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นแต่เมื่อได้รับน้ำมะพร้าว 5 มิลลิกรัมเป็นเวลา 14 วัน อัตราการเต้นของหัวใจลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับหนูที่ได้รับน้ำแร่ 1 มิลลิกรัม/100กรัม และสูงกว่าหนูที่ได้รับยา captopril 4.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมร่างกาย นอกจากนี้

ยังพบว่าน้ำมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการลดความดันดีกว่าเครื่องดื่มไอโซโทนิค ซึ่ง Bhagya, Prema and Rajamohan (2012) ทำการศึกษาผลของน้ำมะพร้าวอ่อนต่อหนูที่ถูกชักนำให้เกิดความดันโลหิตสูงด้วยฟรุกโตสร้อยละ 71พบว่าเมื่อหนูทดลองได้รับฟรุกโตสความเข้มข้นสูงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นจาก 119 ± 2 มิลลิเมตรปรอทเป็น 145 ± 2 มิลลิเมตรปรอท แต่เมื่อให้น้ำมะพร้าวอ่อน 4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักร่างกาย เป็นเวลา 42 วัน พบว่าหนูทดลองมีความดันโลหิตลดลงเป็น 126 ± 3 มิลลิเมตรปรอท และ Alleyne et al. (2005) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวต่อความดันโลหิตในมนุษย์ พบว่าอาสาสมัครที่มีความดันโลหิตสูงจะมีความดันโลหิตลดลงเมื่อบริโภคน้ำมะพร้าวครั้งละ 300 มิลลิกรัม จำนวน 2 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยมีค่า systolic และ diastolic blood pressure ลดลง 70% และ 29%

น้ำมะพร้าวมีผลช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด (Pinto et al., 2015; Preetha, Girija Devi & Rajamohan, 2013) โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำน้ำมะพร้าวมาช่วยป้องกันและรักษาโรคเบาหวานมีในระดับสัตว์ทดลองเท่านั้น ซึ่ง Preetha, Girija Devi and Rajamohan (2013) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวในหนูทดลองเพศผู้ Sprague Dawley rat ที่ถูกชักนำให้เป็นเบาหวานด้วย alloxan โดยให้น้ำมะพร้าว (อายุ 10-12 เดือน) 1,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก เป็นเวลา 45 วัน พบว่าหนูกลุ่มที่เป็นเบาหวานและได้รับน้ำมะพร้าวมีปริมาณอินซูลินสูงขึ้นเทียบเท่ากับหนูที่ได้ยา glibenclamide 0.6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก ปริมาณอินซูลินที่เพิ่มขึ้นนี้อาจไปช่วยส่งเสริมให้เอนไซม์ glycogen synthase อยู่ในรูปแบบที่ทำงานได้จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นไกลโคเจน สำหรับการตรวจความผิดปกติของไตได้ทำการตรวจติดตามปริมาณยูเรียและ creatinine ในเลือด พบว่าปริมาณยูเรียและ creatinine ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มที่เป็นเบาหวานแต่ไม่ได้รับน้ำมะพร้าวซึ่งอาจเป็นเพราะน้ำมะพร้าวมีฤทธิ์ช่วยป้องกันการสลายตัวของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ความเสียหายของตับตรวจจากเอนไซม์ที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ serum glutamate oxaloacetate transaminase (SGOT), serum glutamate pyruvate transaminase (SGPT) และ alkaline phosphatase (ALT) พบว่าหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าวมีปริมาณเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดลดลง แสดงว่าน้ำมะพร้าวช่วยป้องกันเซลล์ตับจากการถูกทำลายได้ นอกจากนี้ยังพบว่าหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าวมีแอล-อาร์จินีนและ nitric oxide synthase เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลให้ nitric oxide ซึ่งเป็นสารสำคัญในการควบคุมการปล่อย islet hormone เพิ่มขึ้นจากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมะพร้าวมีประโยชน์ต่อหนูที่เป็นเบาหวานและเทียบได้กับยา glibenclamide และ Pinto et al. (2015) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวในหนูทดลองเพศผู้ Wistar rat ที่ถูกชักนำให้เป็นเบาหวานด้วย alloxan พบว่าน้ำมะพร้าวอ่อนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดไกลเคชัน (antiglycation) ลดระดับน้ำตาลในเลือด (hypoglycemic activity) และป้องกันโรคไต (nephroprotective activity) ในการทดลอง

นี้มีการทดสอบการตอบสนองของอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด (Oral Glucose Tolerance Test--OGTT) พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าวควบคู่กับการให้กลูโคสกลับเข้าสู่สภาวะปกติเร็วกว่าหนูที่ได้รับกลูโคสเพียงอย่างเดียว แสดงว่าน้ำมะพร้าวมีส่วนช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ในระดับสัตว์ทดลองซึ่งอาจเป็นเพราะในน้ำมะพร้าวมีกรดคาเฟอิกเป็นองค์ประกอบอยู่ โดยมีงานวิจัยของ Santo et al. (2013) พบว่าในน้ำมะพร้าวมีกรดคาเฟอิก 0.025 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หนูที่ถูกชักนำให้เป็นเบาหวานได้ด้วย alloxan 75 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เกิน 250 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ช่วงวันที่ 10 และ 17 เมื่อให้น้ำมะพร้าว 3 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมพบว่าหนูมีระดับน้ำตาลในเลือดและ HbA1c ต่ำกว่าหนูกลุ่มที่เป็นเบาหวานที่ไม่ได้รับน้ำมะพร้าว แสดงว่าน้ำมะพร้าวมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (antihyperglycemic activity) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสารฟีนอลิกที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมะพร้าว หรืออาจเป็นผลจากส่วนอื่นของมะพร้าว เช่น น้ำมันมะพร้าวและกากใยจากเนื้อมะพร้าว ซึ่งเคยมีรายงานว่าใช้ในการควบคุมและจัดการกับโรคเบาหวาน นอกจากนี้ น้ำมะพร้าวยังป้องกันการเกิดไกลเคชัน (glycation) ของสารชีวโมเลกุลได้ จึงทำให้ตรวจพบ HbA1c ต่ำกว่าหนูที่เป็นเบาหวานแต่ไม่ได้รับน้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวมีส่วนช่วยในการป้องกันเซลล์ตับจากการถูกทำลายได้ในหนูเพศผู้ Sprague Dawley rat ที่รับประทานอาหารที่มีฟรุกโตสสูงโดยหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าว 4 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักร่างกายเป็นเวลา 42 วัน ไม่พบการเสื่อมของเซลล์ การทำลายเซลล์ตับ การอักเสบ ชนิดเรื้อรัง และการสะสมของไขมัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับน้ำกลั่น (Bhagya, Prema & Rajamohan, 2012)

น้ำมะพร้าวและน้ำกะทิช่วยป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้โดยที่น้ำกะทิมีประสิทธิภาพในการป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหารได้ดีกว่าน้ำมะพร้าวอ่อน หนูทดลองเพศผู้ albino rat ที่ได้รับ

น้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำกะทิ 4 มิลลิลิตร/100 กรัม เป็นเวลา 28 วันก่อนทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารด้วยเอทานอลมีแผลในกระเพาะอาหารน้อยกว่าหนูที่ได้รับเอทานอลเท่านั้น ร้อยละการยับยั้งการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร 20.9 และ 25.6 ขอบเขตการตายของเนื้อเยื่อในกระเพาะอาหาร การอักเสบ และแผลในกระเพาะอาหารลดลง และมีปริมาณเซลล์ก่อการอักเสบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเอทานอลที่น่าสนใจคือ หนูที่ได้รับน้ำกะทิเท่านั้นที่มีจำนวนเซลล์เยื่อเมือกที่ทำหน้าที่ป้องกันทางเดินอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้น น้ำกะทิจึงถูกเลือกนำไปประเมินผลการซ่อมแซมเยื่อเมือกผิวหนังภายหลังการเกิดแผลในกระเพาะอาหารด้วยกรดอะซิติค 40% พบว่าหนูที่ได้รับน้ำกะทิ 4 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักเป็นเวลา 4 วันมีปริมาณเซลล์เยื่อเมือกเพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพดีเกือบเทียบเท่ายา omeprazole 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Ajeigbe et al., 2017)

น้ำมะพร้าวอ่อนสามารถต้านอนุมูลอิสระได้แต่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับผลอื่น ๆ (Leong & Shui, 2001) เมื่อทดลองให้น้ำมะพร้าวปริมาณ 6 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักร่างกายกับหนูที่ได้รับคาร์บอนเตตระคลอไรด์พบว่าสามารถฟื้นฟูระดับการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ superoxide dismutase และ catalase และลดการเกิด lipid peroxidation (Loki & Rajamohan, 2003) น้ำมะพร้าวช่วยป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายในหนูทดลองได้ โดย Anurag and Rajamohan (2003) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวต่อหนูเพศผู้ Sprague Dawley rat ที่ถูกชักนำให้เกิดกล้ามเนื้อหัวใจตาย (myocardial infarction) โดยให้หนูกินน้ำมะพร้าวอ่อน 4 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักร่างกายทุกวัน เป็นเวลา 45 วัน จากนั้นชักนำให้เกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายด้วยการฉีด isoproterenol 20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักร่างกาย จำนวน 2 ครั้งภายใน 24 ชั่วโมง พบว่า หนูที่ไม่ได้รับน้ำมะพร้าวเมื่อได้รับ isoproterenol จะมีกิจกรรมของ creatine phosphokinase (CPK), glutamate oxaloacetate transaminase (SGOT), glutamate pyruvate transaminase (SGPT) และ lactate dehydrogenase

(LDH) ในซีรัมและ SGOT, SGPT and LDH ของหัวใจเพิ่มขึ้น ค่าดังกล่าวบ่งบอกถึงความเสียหายของกล้ามเนื้อหัวใจที่เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าวอ่อนมาก่อนพบการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้ลดลง แสดงว่าการที่หนูได้รับน้ำมะพร้าวมาก่อนมีส่วนช่วยในการฟื้นฟูกล้ามเนื้อหัวใจที่ถูกทำลาย การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาพบว่าหนูที่ได้รับน้ำมะพร้าวมีการทำลายกล้ามเนื้อหัวใจน้อยมากอาจเนื่องจากสารอาหารที่อยู่ในน้ำมะพร้าว ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ แอล-อาร์จินีน

น้ำมะพร้าวช่วยด้านการอักเสบ โดย Raol and Najam (2016) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวอ่อนและแก่ในการต้านการอักเสบในหนูทดลอง Sprague Dawley rat ที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบด้วยการฉีด 0.1% กรดอะซิติคเข้าทางผิวหนัง พบว่าน้ำมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบโดยที่น้ำมะพร้าวอ่อนมีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบดีกว่าน้ำมะพร้าวแก่และยา ibuprofen การยับยั้งกระบวนการอักเสบอาจเกี่ยวข้องกับสาร flavonoid, kinetin, abscisic acid และ salicylic acid ที่พบเป็นส่วนประกอบในน้ำมะพร้าวโดยไปมีผลต่อ histamine, serotonin, COX-2 และยับยั้งการสังเคราะห์ prostaglandin และ Ajeigbe et al. (2011) ได้ศึกษาผลของน้ำมะพร้าวแก่ (10 เดือน) ในหนูที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบด้วย 1% คาราจีแนนโดยให้หนูกินน้ำมะพร้าวปริมาณ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักหนู 100 กรัม ทุกวันเป็นเวลา 2 4 และ 6 สัปดาห์ก่อนจากนั้นจึงชักนำให้เกิดการอักเสบ พบว่า น้ำมะพร้าวช่วยลดการอักเสบได้ซึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับสารชนิดใดชนิดหนึ่งในน้ำมะพร้าวไปยับยั้งการผลิต prostaglandin

น้ำมะพร้าวช่วยทำให้ภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) ลดลงได้ในหนูที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 โดยเชื่อว่าเป็นผลจากแอล-อาร์จินีนซึ่งมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ไนตริกออกไซด์ซินเทส (nitric oxide synthase) (Salil, Nevin & Rajamohan, 2012a) หนูที่ถูกชักนำให้เป็นเบาหวานด้วย alloxan เมื่อได้รับโปรตีนจากเนื้อมะพร้าวเป็นเวลา 45 วันจะมีปริมาณของกลูโคสในซีรัม อินซูลิน และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้าน

อนุโมลิสระ และระดับไกลโคเจนในตับกลับเข้าสู่ระดับปกติ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการกิจกรรมของเอนไซม์อาร์จินเนส (arginase) ลดลงและเอนไซม์ไนตริกออกไซด์ซินเทส เพิ่มขึ้น (Salil, Nevin & Rajamohan 2012b) น้ำมันมะพร้าวมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสโดยที่โดยที่ไตรกลีเซอไรด์ขนาดกลางในน้ำมันมะพร้าวจะสลายให้กรดไขมันขนาดกลางและโนโนกลีเซอไรด์ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อโรคที่มีอยู่ในร่างกายได้โมโนลอรีน (monolaurin) ซึ่งเป็นโมโนกลีเซอไรด์ของกรดลอริก จะไปทำลายไขมันและฟอสโฟลิพิดที่เป็นเยื่อหุ้มแคปซิด (envelop) ของไวรัส นอกจากนี้ยังพบว่ากรดไขมันขนาดกลางสามารถรบกวนกระบวนการเกิดอนุภาคใหม่ที่สมบูรณ์ของไวรัส (signal transduction virus assembly และ viral maturation) ทำให้ไวรัสไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ (Arora et al., 2011)

สารสกัดในชั้นเอทานอลจากกะลามะพร้าวมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราก่อโรคกลาก ได้แก่ *Microsporum canis*, *M.gypseum*, *M.audouinii*, *Trichophyton mentagrophytes*, *T.rubrum*, *T.tonsurans* และ *T.violaceum* ซึ่งคาดว่าเป็นผลจากสารประกอบฟีนอลที่พบเป็นส่วนประกอบ (Venkataraman, Ramanujam & Venkatasubbu, 1980)

สารสกัดในชั้นเอทานอลจากใบมะพร้าวมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปาก ได้แก่ *Streptococcus mutans*, *S.salivarius*, *S.mitis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Prevotella intermedia* และ *Candida albicans* แต่ไม่ยับยั้ง *Actinomyces* species โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ประมาณ 50-75 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในช่องปากน้อยกว่า 0.2% chlorhexidine (Jose et al., 2014)

สารสกัดจากใบมะพร้าวในชั้นน้ำมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *S.aureus* และ MRSA โดยมีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ที่ 1,024 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดใบมะพร้าวมีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื่อน้อยกว่ายา methicillin และ vancomycin แต่มี

คุณสมบัติเสริมฤทธิ์ยา methicillin .ในการยับยั้ง MRSA สารสกัดใบมะพร้าวไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง *E.coli* ราและยีสต์ *C.albicans*, (Silva et al., 2013) โดย Esquenazi, et al. (2002) พบว่าสารสกัดใบมะพร้าวในชั้นน้ำมีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* แต่ไม่ยับยั้ง *C.albicans*, *Fonsecaea pedrosoi* และ *Cryptococcus neoformans* เปรียบเทียบกับยา chloramphenicol และ ketoconazol นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดหยาบในส่วนที่มีสาร catechin มากมีฤทธิ์ยับยั้งไวรัสก่อโรคเรื้อรังที่ื้ออะไซโคลเวียร์ อีกด้วยฤทธิ์ยับยั้งไวรัสคาดว่าเป็นผลจากสารคาเทชินและคอนเดนส์แทนนินเนื่องจากมีรายงานสารทั้ง 2 ชนิดสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัสก่อโรคเรื้อรังได้ สารสกัดใบมะพร้าวในชั้นเบนซีนอะซิโตน ฟอรัมอลดีไฮด์ ไดเอทิลอีเทอร์ เอทานอล คลอริฟอรัมสามารถยับยั้ง *E.coli* และ *Salmonella Typhi* ได้โดยที่สารสกัดจากเบนซีนให้ผลการยับยั้ง *E.coli* และสารสกัดจากไดเอทิลอีเทอร์ให้ผลการยับยั้ง *S. Typhi* ดีที่สุดโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนยับยั้ง 18 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Verma et al., 2012) ในขณะที่ยา streptomycin 50 µg/ml มีฤทธิ์ยับยั้งน้อยกว่า ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียคาดว่าเป็นผลมาจากสารโทโคเฟอร์รอล (tocopherol) แอลกอฮอล์ปาล์มมีโทอิล (alcohol palmitoleyl) ไซโคลอาร์เทโนล (cycloartenol) และเบต้า-ซิโทสเตอรอล (β -sitosterol)

สารสกัดจากเปลือกต้นมะพร้าวในชั้นบิวทานอล ปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสามารถลดปริมาณหนอนพยาธิตัวกลมในลำไส้หนู mice ได้ร้อยละ 98.36 ในขณะที่ยา fenbendazole 0.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กำจัดได้ร้อยละ 100 จากการทดสอบทางพิษวิทยาพบว่าสารสกัดดังกล่าวมีไตรเทอร์ปิน ซาโปนิน และคอนเดนส์แทนนินเป็นส่วนประกอบ (Costa et al., 2010) มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าคอนเดนส์แทนนินมีฤทธิ์ยับยั้งพยาธิโดยไปจับกับโปรตีนที่ผนังลำตัว ช่องปาก คอหอย และโคเลเอกาของหนอนตัวกลมทำให้เกิดการทำลายหนอนพยาธิทั้งทางกายภาพและทางเคมี (Hoste et al., 2006)

ตาราง 3

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	ส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	รูปแบบ	ตัวทำละลาย ที่ใช้สกัด	อ้างอิง
ฤทธิ์ระงับปวด (analgesic activity)	กาบมะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Rinaldi et al. (2009)
	ราก	สารสกัด	เอทานอล	Pal et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory activity)	กาบมะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Silva et al. (2013); Rinaldi et al. (2009)
ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial activity)				
แบคทีเรียก่อโรคในช่องปาก	กาบมะพร้าว	สารสกัด	แอลกอฮอล์	Jose et al. (2014)
<i>S.aureus</i> , MRSA	กาบมะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Silva et al. (2013)
<i>E.coli</i>	กาบมะพร้าว	สารสกัด	เบนซีน	Verma et al. (2012)
<i>S.Typhi</i>	กาบมะพร้าว	สารสกัด	ไดเอทิลอีเทอร์	Verma et al. (2012)
<i>Listeria</i>	กาบมะพร้าว	สารสกัด	น้ำและเบนซีน	Verma et al. (2012)
<i>B.subtilis</i> , <i>P.aeruginosa</i> , <i>S.aureus</i> และ <i>M.luteus</i>	น้ำและเนื้อ มะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Nagata et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัส (antiviral activity)	กาบมะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Esquenazi et al. (2002)
	เนื้อมะพร้าว	น้ำมันมะพร้าว	-	Arora et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านพยาธิ (anti-helminth activity)	เปลือกลำต้น มะพร้าว	สารสกัด	บิวทานอล	Costa et al. (2010)
	กาบมะพร้าว	สารสกัด	บิวทานอล	
ฤทธิ์ต้านเชื้อลิวมาเนีย (anti-Leishmania activity)	กาบมะพร้าว	สารสกัด	เอทิลอะซิเตต	Mendonca-Filho et al. (2004); Freitas et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านมาลาเรีย (antimalarial activity)	เนื้อมะพร้าว	สารสกัด	เมทานอล	Al-Adhroey et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านเชื้อทริโคโมนาส (anti-trichomonal activity)	กาบมะพร้าว	สารสกัด	เมทานอล	Calzada, Yopez- Mulia and Tapia- Contreras (2007)

ตาราง 3

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว (ต่อ)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	ส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	รูปแบบ	ตัวทำละลาย ที่ใช้สกัด	อ้างอิง
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity)	เนื้อมะพร้าว	น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันมะพร้าว สกัดเย็น	-	Marina et al. (2009)
	เนื้อมะพร้าว	สารสกัด	เอทานอล	Singla et al. (2011)
	น้ำมะพร้าว	-	-	Santos et al. (2013)
ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (antineoplastic activity)	กากมะพร้าว	สารสกัด	น้ำ	Koschek et al. (2007)
ฤทธิ์ลดอาการซึมเศร้าและ ต้านอาการชัก (depressant and anticonvulsant activity)	รากมะพร้าว	สารสกัด	เอทานอล	Pal et al. (2011)
ฤทธิ์ป้องกันโรคไต (renal protection activity)	น้ำมะพร้าว	-	-	Gandhi et al. (2013)
ฤทธิ์ป้องกันโรคหัวใจ (cardioprotective activity)	น้ำมะพร้าว	-	-	Anurag and Rajamohan (2003)
	อ่อน			
	ยอดมะพร้าว	ผง	-	Chikku and Rajamohan (2012)
การลดคอเลสเตอรอล (reduce cholesterol)	น้ำมะพร้าว	-	-	Sandhya and Rajamohan (2006); Bhagya, Prema and Rajamohan (2012); Anurag and Rajamohan (2003)
ฤทธิ์ป้องกันโรคตับ (hepatoprotective activity)	น้ำมะพร้าว อ่อน	-	-	Loki and Rajamohan (2003); Bhagya et al. (2012)
ฤทธิ์ต้านเบาหวาน (antidiabetic activity)	เนื้อมะพร้าว	สารสกัด	10% โซเดียมคลอไรด์	Salil, Nevin and Rajamohan (2012a)
	น้ำมะพร้าว แก่	-	-	Preetha et al. (2013)

ตาราง 3

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจากส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว (ต่อ)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	ส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าว	รูปแบบ	ตัวทำละลาย ที่ใช้สกัด	อ้างอิง
ฤทธิ์ต้านเบาหวาน (antidiabetic activity) (ต่อ)	น้ำมะพร้าว	-	-	Pinto et al. (2015)
	อ่อน	-	-	-
	ช่อดอก มะพร้าว	สารสกัด	เมทานอล	Renjith, Chikku and Rajamohan (2013)
การป้องกันการสูญเสียมวลกระดูก (bone loss protection)	เนื้อมะพร้าว	น้ำมันมะพร้าว สกัดเย็น	-	Hayatullina et al. (2012)
	น้ำมะพร้าว	-	-	Morii et al. (2015)
ฤทธิ์ต้านการเกิดภูมิคุ้มกันไวเกิน (antihypertensive activity)	เนื้อมะพร้าว	สารสกัด	เอทานอล	Bankar et al. (2011)
ฤทธิ์ต้านความดันโลหิตสูง (anti-hypertensive)	น้ำมะพร้าว	-	-	Syafriani et al. (2014); Bhagya et al. (2012); Alleyne et al. (2005)
ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะ อาหาร (gastroprotective effect)	น้ำมะพร้าว	-	-	Ajeigbe et al. (2017)
	น้ำกะทิ	-	-	-
ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory action)	น้ำมะพร้าว	-	-	Rao and Najam (2016)

บทสรุป

มะพร้าวเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากในแต่ละส่วนของมะพร้าวประกอบด้วยสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพแตกต่างกันไป เช่น น้ำมะพร้าวเป็นส่วนที่มีองค์ประกอบทางพฤกษเคมีหลากหลายโดยมีลักษณะเด่นที่มีแร่ธาตุสูงจึงสามารถนำไปใช้ดื่มแทนเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลิก วิตามิน เอนไซม์ ฮอโรโมน และปัจจัยส่งเสริมการเจริญเติบโตซึ่งส่งผลให้น้ำมะพร้าวมีศักยภาพในการป้องกันและรักษาโรคได้ เนื้อมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันขนาดกลาง เช่น

กรดคาปรีลิก กรดคาปริก และกรดลอริก และวิตามินอี ซึ่งสารต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้น้ำมันมะพร้าวมีศักยภาพในการลดไขมันด้านเชื้อจุลินทรีย์ ต้านการเกิดภูมิคุ้มกันไวเกิน และต้านอนุมูลอิสระ และสารสกัดจากใยมะพร้าวมีสารประกอบฟีนอลิกหลากหลายชนิดจึงทำให้มีฤทธิ์ทางชีวภาพมากตามไปด้วย ดังนั้น มะพร้าวจึงเป็นพืชที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนว่าสามารถใช้ในการป้องกันและรักษาโรคได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับสัตว์ทดลองเท่านั้น จึงต้องมีการศึกษาต่อไปในมนุษย์



References

- Ajeigbe, K. O., Ndaman, Z. A., Amegor, O. F., Onifade, A. A., Asuk, A. A., Ibironke, G. F., & Olaleye, S. B. (2011). Anti-nociceptive and anti-inflammatory potential of coconut water (*Cocos nucifera* L.) in rats and mice. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9), 1116-1122.
- Ajeigbe, K. O., Owonikoko, W. M., Egbe, V., Iquere, I., & Adeleye, G. (2017). Gastroprotective and mucosa homeostatic activities of coconut milk and water on experimentally induced gastropathies in male wistar rats. *Tissue and Cell*, 49(5), 528-536.
- Al-Adhroey, A. H., Nor, Z. M., Al-Mekhlafi, H. M., Amran, A. A., & Mahmud, R. (2011). Evaluation of the use of *Cocos nucifera* as antimalarial remedy in Malaysian folk medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 988-991.
- Alleyne, T., Roache, S., Thomas, C., & Shirley, A. (2005). The control of hypertension by use of coconut water and mauby: Two tropical food drinks. *West Indian Medical Journal*, 54(1), 3-8.
- Anurag, P., & Rajamohan, T. (2003). Cardioprotective effect of tender coconut water in experimental myocardial infarction. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3), 1-12.
- Arlee, R., Suanphairoch, S., & Pakdeechanuan, P. (2013). Differences in chemical components and antioxidant-related substances in virgin coconut oil from coconut hybrids and their parentes. *International of Food Research Journal*, 20(5), 2103-2109.
- Arora, R., Chawla, R., Marwah, R., Arora, P., Sharma, R. K., Kaushik, V., . . . Bhardwaj, J. R. (2011). *Potential of complementary and alternative medicine in preventive management of novel H1N1 flu (Swine flu) pandemic: Thwarting potential disasters in the bud*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2957173/>
- Bankar, G. R., Nayak, P. G., Bansal, P., Paul, P., Pai, K. S., Singla, R. K., & Bhat, V. G. (2011). Vasorelaxant and antihypertensive effect of *Cocos nucifera* Linn.endocarp on isolated rat thoracic aorta and DOCA salt-induced hypertensive rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(1), 50-54.
- Bhagya, D., Prema, L., & Rajamohan, T. (2012). Therapeutic effects of tender coconut water on oxidative stress in fructose fed insulin resistant hypertensive rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(4), 270-276.
- Calzada, F., Yepez-Mulia, L., & Tapia-Contreras, A. (2007). Effect of Mexican medicinal plant used to treat trichomoniasis on *Trichomonas vaginalis* trophozoites. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(2), 248-251.
- Chikku, A., & Rajamohan, T. (2012). Dietary coconut sprout beneficially modulates cardiac damage induced by isoproterenol in rats. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 7(4), 258-265.
- Chuakul, W. (2005). *Taxonomy of medical plants*. Bangkok: Woranon. (in Thai)

- Costa, C. T., Bevilaqua, C. M., Morais, S. M., Camurca-Vasconcelos, A. L., Maciel, M. V., Braga, R. R., & Oliveira, L. M. (2010). Anthelmintic activity of *Cocos nucifera* L. on intestinal nematodes of mice. *Research in Veterinary Science*, 88(1), 101-103.
- Esquenazi, D., Wigg, M. D., Miranda, M. M., Rodrigues, H. M., Tostes, J. B., Rozental, S., Silva, A. J. R., & Alviano, C. S. (2002). Antimicrobial and antiviral activities of polyphenolics from *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber extract. *Research in Microbiology*, 153(10), 647-652.
- Freitas, J. C. C., Nunes-Pinheiro, D. C. S., Pessoa, A. W. P., Silva, L. C. R., Girão, V. C. C., Lopes-Neto, B. E., . . . & Abre, C. R. A. (2011). Effect of ethyl acetate extract from husk fiber water of *Cocos nucifera* in *Leishmania braziliensis* infected hamsters. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(6), 1006-1011.
- Gandhi, M., Aggarwal, M., Puri, S., & Singla, S.K. (2013). Prophylactic effect of coconut water (*Cocos nucifera* L.) on ethyleneglycol induced nephrocalcinosis in male wistar rat. *International Brazilian Journal Urology*, 39(1), 108-117.
- Hayatullina, Z., Muhammad, N., Mohamed, N., & Soelaiman, I. N. (2012). *Virgin coconut oil supplementation prevents bone loss in osteoporosis rat model*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3457741/>
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., & Hoskin, S. O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitology*, 22(6), 253-261.
- Jose, M., Cyriac, M. B., Pai, V., Varghese, I., & Shantaram, M. (2014). Antimicrobial properties of *Cocos nucifera* (coconut) husk: An extrapolation to oral health. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 5(2), 359-364.
- Koschek, P. R., Alviano, D. S., Alviano, C. S., & Gattass, C.R. (2007). The husk fiber of *Cocos nucifera* L. (Palmae) is a source of antineoplastic activity. *Brazilian Journal of Medical and Biology Research*, 40(2007), 1339-1343.
- Lima, E. B. C., Sousa, C. N. S., Meneses, L. N., Ximenes, N. C., Santos Jr, M. A., Vasconcelos, G. S., . . . Vasconcelos, S. M. M. (2015). *Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae): A phytochemical and pharmacological review. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 48(11), 953-964.
- Likhitwitayawuid, K., Chaijasuj, A., Boonjarus, T., Soisamrong, M. (2009). *Teaching materials pharmaceutical botany*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- Loki, A. L., & Rajamohan, T. (2003). Hepatoprotective and antioxidant effect of tender coconut water on carbon tetrachloride induced liver injury in rats. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*, 40(5), 354-357.
- Mahayothee, B., Koomyart, I., Khuwijitjaru, P., Siri Wongwilaichat, P., Nagle, M., & Müller, J. (2016). Phenolic compounds, antioxidant activity, and medium chain fatty acids profiles of coconut water and meat at different maturity stages. *International Journal of Food Properties*, 19(9), 2041-2051.

- Marina, A. M., Che Man, Y. B., Nazimah, S. A. H., & Amin, I. (2009). Chemical properties of virgin coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(4), 301-307.
- Matsui, K. N., Gut, J. A. W., De Oliveira, P. V., & Tadini, C. C. (2008). Inactivation kinetics of polyphenoloxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. *Journal of Food Engineering*, 88(2), 169-176.
- Mendonca-Filho, R. R., Rodrigues, I. A., Alviano, D. S., Santos, A. L., Soares, R. M., Alviano, C. S., . . . Rosa Mdo, S. (2004). Leishmanicidal activity of polyphenolic-rich extract from husk fiber of *Cocos nucifera* Linn. (Palmae). *Research in Microbiology*, 155(3), 136-143.
- Nagata, J. M., Jew, A. R., Kimeu, J. M., Salmen, C. R., Bukusi, E. A., & Cohen, C. R. (2011). Medical pluralism on Mfangano Island: Use of medicinal plants among persons living with HIV/AIDS in Suba district, Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 135(2), 501-509.
- Pal, D., Sarkar, A., Gain, S., Jana, S., & Mandal, S. (2011). CNS depressant activities of roots of *Cocos nucifera* in mice. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 68(2), 249-254.
- Pinto, I. F. D., Silva, T. P., Chaves Filho, A. B., Dantas, L. S., Bispo, V. S., Matos, I. A., . . . Matos, H. R. (2015). Study of antiglycation, hypoglycemic, and nephroprotective activities of the green dwarf variety coconut water (*Cocos nucifera* L.) in alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Medical Food*, 18(7), 802-809.
- Preetha, P. P., Girija Devi, V., & Rajamohan, T. (2013). Comparative effects of mature coconut water (*Cocos nucifera*) and glibenclamide on some biochemical parameters in alloxan induced diabetic rats. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(3), 481-487.
- Priya, S. R., & Ramaswamy, L. (2014). Tender coconut water – nature's elixir to mankind. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5(8), 1485-1490.
- Putiyanon, S. (2003). *Basic knowledge of Thai herbal medicine and Thai traditional medicine*. Chiangmai: Tol. (in Thai)
- Rao, S. S., & Najam, R. (2016). Coconut water of different maturity stages ameliorates inflammatory processes in model of inflammation. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 5(3), 244-249.
- Reddy, P. E., & Lakshmi, M. T. (2014). Coconut water - properties, uses, nutritional benefits in health and wealth and in health and disease: A review. *Journal of Current Trends in Clinical Medicine & Laboratory Biochemistry*, 2(2), 6-18.
- Renjith, R. S., Chikku, A. M., & Rajamohan, T. (2013). Cytoprotective, antihyperglycemic and phytochemical properties of *Cocos nucifera* (L.) inflorescence. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 6(10), 804-810.
- Rethinam, P., & Kurmar, T. B. N. (2001). Tender coconut –an overview. *Indian Coconut Journal*, 32(2001), 2-22.

- Rinaldi, S., Silva, D. O., Bello, F., Alviano, C. S., Alviano, D. S., Matheus, M. E., & Fernandes, P. D. (2009). Characterization of the antinociceptive and anti-inflammatory activities from *Cocos nucifera* L. (Palmae). *Journal of Ethnopharmacology*, 122(3), 541-546.
- Salil, G., Nevin, K. G., & Rajamohan, T. (2012a). Coconut kernel-derived proteins enhance hypolipidemic and antioxidant activity in alloxan-induced diabetic rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(3), 327-332.
- Salil, G., Nevin, K. G., & Rajamohan T. (2012b). Arginine-rich coconut kernel diet influences nitric oxide synthase activity in alloxan-diabetic rats. *Journal of Science Food and Agriculture*, 92(9), 1903-1908.
- Sandhya, V. G., & Rajamohan, T. (2006). Beneficial effects of coconut water feeding on lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *Journal of Medicinal Food*, 9(3), 400-407.
- Santos, J. L., Bispo, V. S., Filho, A. B., Pinto, I. F., Dantas, L. S., Vasconcelos Abreu, F. F., . . . Matos, H. R. (2013). Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of coconut water (*Cocos nucifera* L.) and caffeic acid in cell culture. *Anais Academia Brasileira de Ciennccias*, 85(4), 1235-1247.
- Silva, R. R., Oliveira E Silva, D., Fontes, H. R., Alviano, C. S., Fernandes, P. D., & Alviano, D. S. (2013). Anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial activities of *Cocos nucifera* var. *typica*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(2013), 107.
- Singla, R. K., Jaiswal, N., Bhat, G. V., & Jagani, H. (2011).Antioxidant and antimicrobial activities of *Cocos nucifera* Linn. (Arecaceae) endocarp extracts. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Science*, 1(4), 354-361.
- Syafriani, R., Sukandar, E. Y., Apriantono, T., & Sigi, J.I. (2014). The effect of coconut water (*Cocos nucifera* L.) and an isotonic drink on the change of heart rate frequency in the rat induced hypertension. *Procedia Chemistry*, 13(2014), 177-180.
- Venkataraman, S., Ramanujam, T. R., & Venkatasubbu, V. S. (1980).Antifungal activity of the alcoholic extract of coconut shell –*Cocos nucifera* Linn. *Journal of Ethnopharmacology*, 2(3), 291-293.
- Verma, V., Bhardwaj, A., Rath, S., & Raja, R. B. (2012). A potential antimicrobial agent from *Cocos nucifera* mesocarp extract. *International Research Journal of Biology Sciences*, 1(2), 48-54.
- Yong, J. W., Ge, L., Ng, Y. F., & Tann, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144-5164.
- The National Agricultural Library. (2018). *USDA National Nutrient data base*. Retrieved from <https://ndb.nal.usda.gov/ndb>



การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณกระบวนการภายใน มอเตอร์จรวดเชื้อเพลิงแข็ง

The Development of Mathematical Model for Solving Internal Processes of Solid Rocket Motor

สุรสิทธิ์ ปาลสาร¹ และวรเดช มโนสร้อย²

Surasith Palasarn¹ and Woradaj Manosroi²

¹คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

¹Faculty of Education, Chaiyaphum Rajabhat University

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²Faculty of Engineering, Chiang Mai University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สร้างขึ้นเพื่อจำลองกระบวนการเผาไหม้ภายในมอเตอร์หรือส่วนขับเคลื่อนของจรวดเชื้อเพลิงแข็ง โดยเชื้อเพลิงที่ใช้คือส่วนผสมของโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) และเดกโตรส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ในอัตราส่วน 65/35 โดยทำการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจำลองแท่งเชื้อเพลิงเป็นแท่งทรงกระบอกกลม เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 48 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15 mm ความยาว 112 mm ขนาดคอคอตของหัวฉีด 10.4 mm การจำลองแบ่งเป็นสองกรณี คือกรณีปลายปิดทั้งสองด้านและกรณีปลายเปิดทั้งสองด้าน ผลการจำลองสรุปได้ว่าความดันภายในมอเตอร์เปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เผาไหม้ ค่าแรงขับเปลี่ยนแปลงตามค่าความดันที่เปลี่ยนไป ค่าแรงขับ ค่าการดลรวมและการดลจำเพาะ เพิ่มขึ้นตามค่าอัตราส่วนขยายที่เพิ่มขึ้น โดยค่าการดลจำเพาะอยู่ระหว่าง 112-126 s ผลการจำลองสามารถนำไปใช้ในการออกแบบมอเตอร์จรวดที่มีประสิทธิภาพและวางใจได้

คำสำคัญ: มอเตอร์จรวด, เชื้อเพลิงแข็ง, ระบบขับเคลื่อนจรวด, การดลจำเพาะ

Abstract

This research was aimed to simulate the combustion process inside motor of solid fuel rocket. The fuel was a mixture of Potassium Nitrate (KNO_3) and Dextrose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) in ratio of 65/35. The simulation was conducted with a computer by simulating cylindrical fuel bar, outer diameter 48 mm, inner diameter 15 mm, length 112 mm, nozzle throat diameter 10.4 mm. The simulation divided into two cases, closed end and open end. Pressure change inside the motor was based on burning area while thrust force was subjected to changing pressure. Meanwhile, total impulse, and specific impulse rose with increasing nozzle expansion ratio. The specific impulse was between 112-126 s. In conclusion, the result of simulation could be implemented in designing effective and reliable rocket motor.

Keywords: rocket motor, solid propellant, rocket propulsion, specific impulse

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีด้านอวกาศก้าวหน้าไปเป็นอย่างมาก ทั้งด้านการสื่อสารโทรคมนาคม ด้านการทหาร และการสำรวจอวกาศ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการประสบความสำเร็จในการทดลองการพัฒนาเครื่องยนต์จรวดขึ้นมานั่นเอง หลักการออกแบบเครื่องยนต์จรวดนั้น อาศัยคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา หลักคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง นั้นผสมผสานกันกับหลักฟิสิกส์และกระบวนการทางเคมี ออกมาเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถอธิบายการทำงานของจรวด เชื้อเพลิงแข็งได้อย่างมีเหตุมีผลตามหลักวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่ผลสำเร็จในการพัฒนาที่เป็นรูปธรรมนั่นเอง

ย้อนหลังไปประมาณ 2,000 ปีที่ผ่านมา จรวดสร้างขึ้นในประเทศจีนโดยชาวจีนใช้จรวดในงานดอกไม้ไฟ นั่นคือต้นกำเนิดของพลุในปัจจุบัน จากนั้นจรวดก็ถูกใช้ในการทำสงครามโดยชาวจีน และชาวมองโกลใช้จรวดในการรบพิชิตเอเชียและยุโรปบางส่วน

วิทยาศาสตร์จรวดยุคใหม่เกิดขึ้นจากการบุกเบิกของนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันนามว่า โรเบิร์ต ก็อดดาร์ด (Robert H. Goddard) ในช่วงปี ค.ศ.1917 ได้พัฒนาจรวดเชื้อเพลิงเหลวที่สามารถควบคุมทิศทางได้เป็นครั้งแรก ทำให้เขาได้รับการยกย่องว่าเป็น “บิดาแห่งจรวดสมัยใหม่”

ต่อมาในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง วิศวกรเยอรมันชื่อเวอร์เนอร์ วอน บรานน์ (Wernher Von Braun) และทีมงาน ได้พัฒนาจรวดติดตั้งหัวรบทำลายล้างให้กับกองทัพเยอรมันนี้ เรียกว่าจรวด V-2 ซึ่งใช้แอลกอฮอล์และออกซิเจนเหลวเป็นเชื้อเพลิง ในช่วงสิ้นสุดสงคราม วิศวกรเยอรมันบางส่วนเข้าร่วมกับฝ่ายอเมริกาในการพัฒนาจรวดในโครงการอวกาศของอเมริกา และบางส่วนเข้าร่วมกับฝ่ายสหภาพโซเวียต จนทำให้เกิดการแข่งขันด้านเทคโนโลยีอวกาศระหว่างสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียต

จนกระทั่งในปี ค.ศ.1957 โซเวียตส่งดาวเทียมดวงแรกของโลกเข้าสู่โคจรได้สำเร็จ และในปี ค.ศ.1961 ก็ส่งมนุษย์อวกาศคนแรกขึ้นไปโคจรรอบโลกคือ ยูริ กาการิน

(Yuri Gagarin) ต่อมาอเมริกาก็ส่งมนุษย์สองคนแรกลงเดินบนดวงจันทร์ได้สำเร็จคือ นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong) และบัซ อัลดริน (Buzz Aldrin) ในภารกิจของยานอะพอลโล 11 ในปี ค.ศ.1969 จากนั้นจรวดถูกใช้ในโครงการโซยุสของรัสเซีย และโครงการกระสวยอวกาศของอเมริกา มาจนถึงปัจจุบัน จรวดยังถูกใช้ในการส่งดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ขึ้นสู่อวกาศ การส่งหุ่นยนต์สำรวจดาวเคราะห์ รวมถึงในด้านการทหาร จรวดถูกใช้เป็นระบบขับเคลื่อนของอาวุธนำวิถีติดตั้งหัวรบทำลายเป้าหมาย

ปัจจุบันมีการพัฒนาจรวดเชื้อเพลิงแข็งในงานหลากหลายด้านทั้งในและต่างประเทศ ในประเทศไทย เจษฎา ศิริรัฐนิคม, อุดลยศักดิ์ บุญพันธ์ และไกรสุนทร เหมสุข (Kiriratnikom, Boonpun & Hemsuk 2010) นำเสนอการออกแบบรูปร่างดินขับเชื้อเพลิงแข็ง โดยใช้ดินขับสองชนิดคือ ดินขับแบบฐานคู่ (double base) และดินขับแบบคอมโพสิท (composite) การหาแรงขับรวมถึงรูปแบบของแรงขับเมื่อเทียบกับเวลาและความดันคมสันต์ ประพันธ์กาญจน์ และคณะ (Praphankan et al., 2011) นำเสนอการพัฒนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการเผาไหม้ดินขับจรวดด้วยโปรแกรม Visual Basic อุดลยศักดิ์ บุญพันธ์, เจษฎา ศิริรัฐนิคม และอิทธิพันธ์ หดย้อย (Boonpun, Kiriratnikom & Yodyoi, 2011) นำเสนอกระบวนการออกแบบหน้าตัดของดินขับเชื้อเพลิงแข็ง ปัญหาการออกแบบโดยทฤษฎีรูปร่างที่เหมาะสมที่สุดของการออกแบบหน้าตัดของดินขับแบบเชื้อเพลิงแข็ง นฤพน พิทยประเสริฐกิจ, ญัฐวัฒน์ วิญญา และนิกร กุหลาบอำ (Pittayaprasertkit, Winya & Kulabam, 2011) นำเสนอผลการศึกษาการวัดอัตราการเผาไหม้และคุณสมบัติการเผาไหม้แบบกักความร้อน ของดินขับจรวดโดยใช้มอเตอร์จรวดขนาดเล็ก คมสันต์ ประพันธ์กาญจน์, ญัฐวัฒน์ วิญญา และอนันต์ จันทร์เพือก (PraphanKan, Winya & Junpheuk, 2011) นำเสนอการปรับปรุงโปรแกรมคำนวณชีพินวิถีภายในของจรวดเชื้อเพลิงแข็งในต่างประเทศ Okninski et al. (2015) ได้นำเสนอโครงการจรวดขนาดเล็ก ราคาถูก ใช้ซ้ำได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้คำนวณกระบวนการภายในมอเตอร์จรวดเชื้อเพลิงแข็ง ทั้งนี้เพื่อหารูปแบบมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขเชื้อเพลิงที่กำหนด โดยมีขอบเขตของการวิจัยคือโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณค่าความดันภายในมอเตอร์จรวดได้ และคำนวณค่าแรงขับต่อเวลาของมอเตอร์แต่ละแบบได้

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในมอเตอร์จรวดเชื้อเพลิงแข็ง ดินขับเป็นส่วนผสมระหว่างออกซิไดเซอร์และเชื้อเพลิง ผสมกันเป็นของแข็ง เมื่อสัมผัสกับเปลวไฟ จะเกิด ปฏิกิริยาเผาไหม้ขึ้น ส่งผลให้เกิดก๊าซที่มีอุณหภูมิและความดันสูงภายในมอเตอร์ ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกขับดันออกทางกรวยท้ายหรือน็อซเซิล (nozzle) ทำให้เกิดแรงขับผลักดันจรวดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ภายในห้องเผาไหม้ อัตราการเกิดก๊าซ $\dot{m}_g$ ขึ้นอยู่กับพื้นที่เผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ตามสมการ

$$\dot{m}_g = A_b p_p r \quad (1)$$

เมื่อ A_b คือพื้นที่เผาไหม้ ตัวแปร p_p คือความหนาแน่นของเชื้อเพลิงและ r คืออัตราการเผาไหม้ พื้นที่เผาไหม้ขึ้นอยู่กับรูปแบบแท่งเชื้อเพลิง ส่วนอัตราการเผาไหม้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงและความดันห้องเผาไหม้ ดังสมการต่อไปนี้

$$r = a P_o^n \quad (2)$$

โดยที่ P_o คือความดันภายในมอเตอร์ (chamber pressure) a คือสัมประสิทธิ์อัตราเผาไหม้ (burn rate coefficient) และ n คือ ดัชนีกำลังความดัน (pressure exponent) ค่า a และ n ในสมการนี้เป็นค่าเฉพาะของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด และขึ้นอยู่กับความดันในขณะนั้น ๆ ด้วย

ความเร็วการขยายตัวทางทฤษฎีของก๊าซเป็นไปตามสมการความเร็วจำเพาะดังนี้

$$c^* = \sqrt{\frac{RT_o}{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}} \quad (3)$$

ในที่นี้ R คือ ค่าคงที่ของก๊าซผลิตภัณฑ์ T_o คืออุณหภูมิการเผาไหม้ k คืออัตราส่วนความร้อนจำเพาะของก๊าซ

ความดันภายในขึ้นกับพื้นที่เผาไหม้ A_b และแปรผกผันกับพื้นที่คอคอด A^* ตามสมการ

$$P_o = \frac{A_b}{A^*} p_p r c^* \quad (4)$$

ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ จะสะสมในมอเตอร์ ทำให้ความดันสูงขึ้น และไหลออกทางคอคอด พิจารณาการไหลของก๊าซเป็นการไหลแบบไอเซนโทรปิก ดังนั้นสมการความดัน ความหนาแน่นและอุณหภูมิ เป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

$$\frac{P_o}{P} = \left(1 + \frac{k-1}{2} M^2 \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (5)$$

$$\frac{\rho_o}{\rho} = \left(1 + \frac{k-1}{2} M^2 \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (6)$$

$$\frac{T_o}{T} = 1 + \frac{k-1}{2} M^2 \quad (7)$$

โดยที่ตัวแปร P_o , p_o และ T_o แทนความดันความหนาแน่น และอุณหภูมิภายในมอเตอร์ ซึ่งถือว่าเป็นสถานะหยุดนิ่ง (stagnation) ส่วนตัวแปร P_p และ T แทน ความดัน ความหนาแน่น และอุณหภูมิที่แปรตามค่าความเร็วการไหล หรือเลขมัค M ซึ่งเป็นฟังก์ชันของอัตราส่วนขยาย ตามสมการดังต่อไปนี้

$$\frac{A}{A^*} = \frac{1}{M} \sqrt{\left(\frac{1 + \frac{k-1}{2} M^2}{1 + \frac{k-1}{2}} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad (8)$$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดของน๊อคเซลล์ที่จุดใด ๆ ตามแนวยาวของน๊อคเซลล์ เมื่อเขียนสมการแสดงอัตราส่วน A^*/A_x ในรูปของความดันภายใน จะได้สมการดังนี้

$$\frac{A^*}{A_x} = \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{1}{k-1}} \left(\frac{P_x}{P_o}\right) \sqrt{\left(\frac{k+1}{k-1}\right) \left[1 - \left(\frac{P_x}{P_o}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} \quad (9)$$

เราสามารถคำนวณพื้นที่ ณ ทางออก A_e ได้จาก ที่ซึ่งความดัน ณ ทางออกน๊อคเซลล์ P_e ค่าเท่ากับความดันภายนอก P_o (ambient pressure) หากแทน P_x ด้วย P_o จะได้ A_x เป็นค่าที่เหมาะสม โดยอัตราการไหลผ่านน๊อคเซลล์ของก๊าซมีค่าเท่ากับสมการ

$$\dot{m}_n = P_o A^* \sqrt{\frac{k}{RT_o} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad (10)$$

สมการแรงขับของมอเตอร์เป็นไปตามสมการดังต่อไปนี้

$$F = C_f A^* P_o \quad (11)$$

โดยที่ A^* คือพื้นที่คอขวด และ P_o คือความดันภายในมอเตอร์ C_f คือค่าสัมประสิทธิ์แรงขับค่าสัมประสิทธิ์แรงขับนี้เป็นไปตามสมการ

$$C_f = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}} \left[1 - \left(\frac{P_e}{P_o}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} + \frac{(P_e - P_a) A_e}{P_o A^*} \quad (12)$$

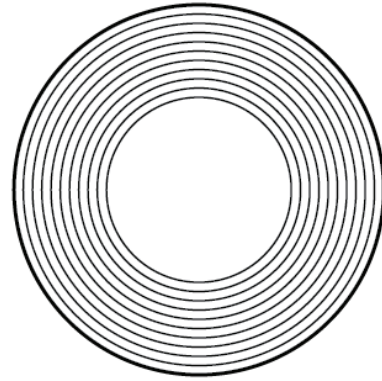
ค่าการดล และการดลจำเพาะเป็นไปตามสมการ

$$I_t = \int_0^b F dt \quad (13)$$

$$I_{SP} = \frac{I_t}{W_p} = \frac{c^* C_f}{g} \quad (14)$$

การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้เขียนใช้การสร้างตารางการคำนวณ โดยใช้วิธีคำนวณซ้ำ (iteration) คำนวณจนครบรอบ ซึ่งมีหน้าตัดการเผาไหม้เป็นวงกลมดังภาพ 1



ภาพ 1 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจรวดในทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิว

ทิศทางการเผาไหม้จะตั้งฉากกับพื้นผิว ดังนั้น แท่งเชื้อเพลิงที่มีรูแกนกลางเป็นวงกลม จะมีพื้นผิวเผาไหม้เป็นวงกลมขยายขึ้นดังภาพ 1 เชื้อเพลิงจะเผาไหม้จากแกนกลางไปจนถึงขอบนอก ทั้งนี้พื้นผิวที่ต้องการให้เผาไหม้จะถูกปล่อยให้สัมผัสกับประกายไฟโดยตรง ขณะที่พื้นผิวที่ไม่ต้องการให้เผาไหม้จะต้องหุ้มฉนวนกันไฟเอาไว้ สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้แท่งเชื้อเพลิงทรงกระบอก มีรูแกนกลางขนาดเท่ากันหมดตลอดทั้งแท่ง



ภาพ 2 ภาพตัดตามยาวของมอเตอร์

การคำนวณอัตราการเผาไหม้ใช้ตารางค่า a และ n ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงแต่ละชนิดและค่าเปลี่ยนไปตามช่วงความดันต่าง ๆ สำหรับเชื้อเพลิงโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) และเด็กโตรส ($C_6H_{12}O_6$) ขนาดตัวออกซิไดซ์ประมาณ 60-125 μm อัตราส่วนผสม 65:35 ค่า a และ n เป็นไปตามตาราง 1 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองโดย Nakka (2016)

ตาราง 1

ค่า a และ n ตามค่าความดัน

KN/Dextrose 65/35		
ช่วงความดัน	a	n
ความดัน, MPa	MPa, mm/sec	
0.1 to 0.779	8.875	0.619
0.779 to 2.572	7.553	-0.009
2.572 to 5.930	3.841	0.688
5.930 to 8.502	17.20	-0.148
8.502 to 11.20	4.775	0.442

การทดสอบความถูกต้องของการจำลอง สามารถทำได้โดยการกำหนดพื้นที่ผิวที่เปิด หรือพื้นที่ผิวที่ถูกเผาไหม้โดยปรกติแล้วจะกำหนดให้พื้นที่ผิวเผาไหม้ตรงแกนกลางปลายทั้งสองด้านของเชื้อเพลิงอาจปิดหรือเปิดก็ได้ ส่วนผิวข้างด้านนอกจะหุ้มไว้ด้วยฉนวนกันไฟ การทดสอบจะแบ่งเป็นสองกรณีคือ

กรณีที่ 1 พื้นที่ผิวเผาไหม้ตรงแกนกลาง ปลายปิดทั้งสองด้าน ผิวข้างด้านนอกปิดด้วยฉนวน

กรณีที่ 2 พื้นที่ผิวเผาไหม้ตรงแกนกลางและปลายเปิดทั้งสองด้าน ผิวข้างด้านนอกปิดด้วยฉนวน

การทดสอบลักษณะที่สอง คือการหาผลของอัตราส่วนน็อกเชิล (nozzle expansion ratio) หรือ A_e/A^* ที่มีผลต่อแรงขับและการลดรวมที่ได้ โดยกำหนดการทดสอบที่อัตราส่วนน็อกเชิลต่าง ๆ กัน ของทั้งสองกรณีที่กล่าวมา ตัวแปรอื่น ๆ ทั้งขนาดและชนิดเชื้อเพลิงใช้แบบเดียวกันทั้งหมด

ผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อมูลเงื่อนไขเริ่มต้นการทดสอบแสดงในตาราง 2 เชื้อเพลิงที่ใช้คือ ส่วนผสมของโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) และเดกโตรส ($C_6H_{12}O_6$) ในอัตราส่วน 65/35 แท่งเชื้อเพลิงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 48 mm ภายใน 15 mm ความยาว 112 mm ขนาดคอคอด 10.4 mm

การทดสอบเราแบ่งการจำลองออกเป็นสองกรณี ผลลัพธ์ค่าต่าง ๆ แสดงในตาราง 3 และ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วน A_e/A^* ต่อระยะของการเผาไหม้ และความสัมพันธ์ระหว่างความดันภายใน P_o ต่อเวลาแสดงในภาพ 3 และ 4 ลักษณะของกราฟนั้นสอดคล้องกันอย่างยิ่งเห็นได้ชัดทั้งกรณีปลายปิดทั้งสองด้าน (ภาพ 3) และกรณีปลายเปิดทั้งสองด้าน (ภาพ 4) จากกราฟในกรณีปลายปิดทั้งสองด้าน กราฟอัตราส่วน A_e/A^* และความดันภายใน P_o เพิ่มขึ้นตามเวลา ความดันสูงสุดเมื่อพื้นที่ผิวเผาไหม้สูงสุด จากนั้นความดันลดลงเนื่องจากการเผาไหม้สิ้นสุด สำหรับกรณีปลายเปิดทั้งสองด้าน พื้นที่ผิวเผาไหม้มีลักษณะค่อนข้างคงตัว และความดันภายในก็เป็นเช่นเดียวกัน ความดันภายในไม่สูงเท่ากรณีแรก

ผลการจำลองแรงขับต่อเวลา และผลของอัตราส่วนน็อกเชิลต่อกราฟแรงขับแสดงในภาพ 5 รูปแบบกราฟแรงขับเหมือนกับกราฟความดันในภาพ 3 และ 4 สำหรับการทดสอบผลของแรงขับเทียบกับค่าอัตราส่วนน็อกเชิล โดยการทดสอบที่อัตราส่วน A_e/A^* สามค่าคือ 2, 4 และ 6 ผลที่ได้จากภาพจะเห็นว่าแรงขับแต่ละค่ามีค่าต่างกันเล็กน้อยทั้งสองกรณี ค่าสูงสุดเกิดจากอัตราส่วนเท่ากับ 6 จากนั้นก็เป็น 4 และ 2 ให้ค่าแรงขับน้อยลงตามลำดับค่าการลดรวมและการลดจำเพาะก็เช่นเดียวกัน

ตาราง 2

ข้อมูลเงื่อนไขเริ่มต้น

เชื้อเพลิง KNDX ($\text{KNO}_3:\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) อัตราส่วน 65:35				
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (เริ่มต้น)	D_o	48	mm	
เส้นผ่านศูนย์กลางรูกลาง (เริ่มต้น)	d_o	15	mm	
ความยาวแท่งเชื้อเพลิง (เริ่มต้น)	L_o	112	mm	
จำนวนแท่งเชื้อเพลิง	N	1		
ความหนาแน่นเชื้อเพลิง	ρ_{grain}	1879	kg/m ³	
เส้นผ่านศูนย์กลางคอขวด	d^*	10.4	mm	
พื้นที่คอขวด (เริ่มต้น)	A^*	84.9	mm ²	
อุณหภูมิก๊าซเผาไหม้	T_o	1710	K	
ประสิทธิภาพของน็อกเชิล	h_{noz}	0.85		
อัตราส่วนความร้อนจำเพาะ (2 เฟส)	k	1.043		
ความดันบรรยากาศ	P_{atm}	0.101	MPa	

ตาราง 3

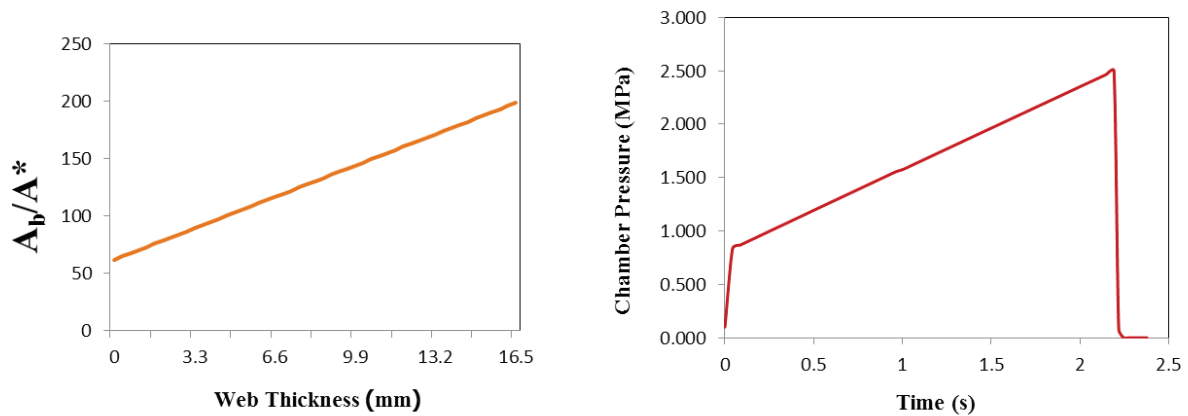
ผลการจำลองกรณีพื้นผิวปลายปิดทั้งสองข้าง

อัตราส่วนน็อกเชิล	A_e/A^*	2	4	6	
ความดันสูงสุด	P_{max}	2.501	2.501	2.501	MPa
แรงขับสูงสุด	F_{max}	272	305	319	N
การดลรวม	I_t	381	417	426	N-s
การดลจำเพาะ	I_{sp}	113	124	126	s
เวลาทั้งหมด	t_{burn}	2.4	2.4	2.4	s

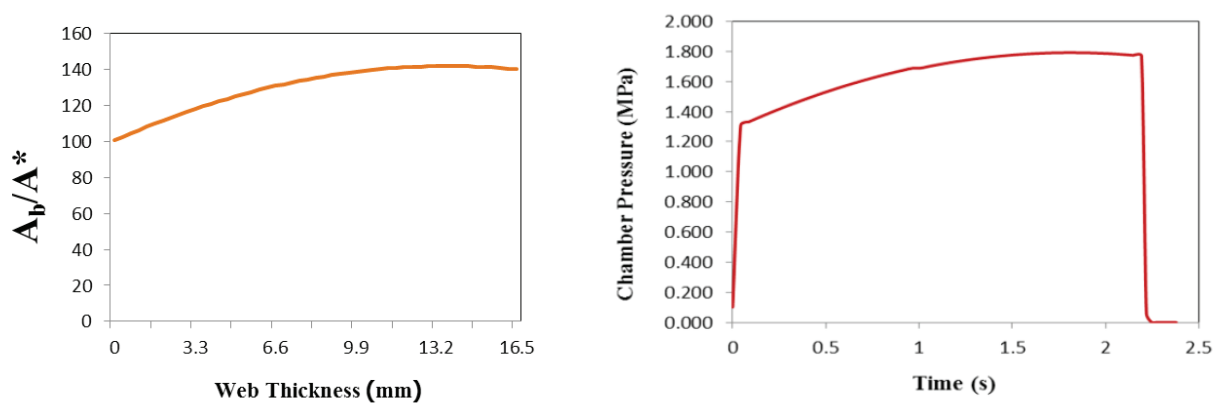
ตาราง 4

ผลการจำลองกรณีพื้นผิวปลายเปิดทั้งสองข้าง

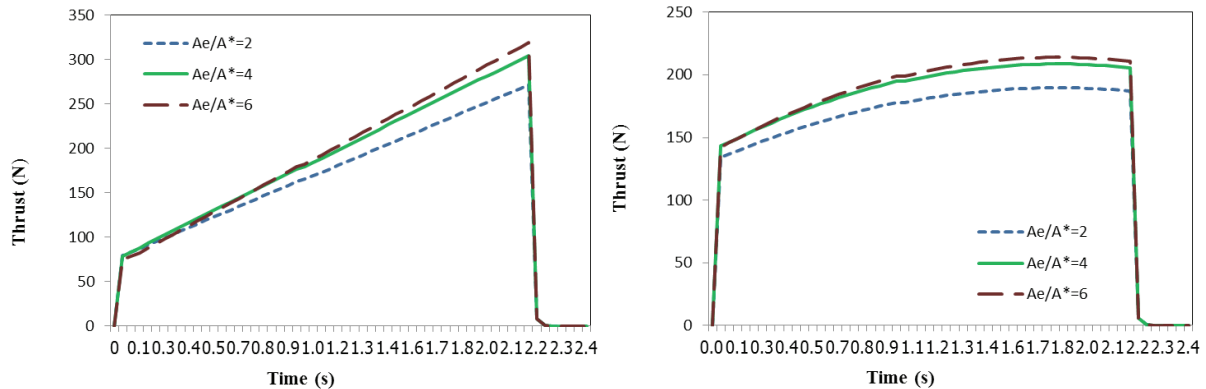
อัตราส่วนน็อกเชิล	A_e/A^*	2	4	6	
ความดันสูงสุด	P_{max}	1.791	1.791	1.791	MPa
แรงขับสูงสุด	F_{max}	190	209	214	N.
การดลรวม	I_t	378	413	421	N-s
การดลจำเพาะ	I_{sp}	112	123	125	s
เวลาทั้งหมด	t_{burn}	2.4	2.4	2.4	s



ภาพ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน A_b/A^* กับการเผาไหม้ และความสัมพันธ์ระหว่างความดันภายในกับเวลา กรณีปลายปิดทั้งสองด้าน



ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน A_b/A^* กับการเผาไหม้ และความสัมพันธ์ระหว่างความดันภายในกับเวลา กรณีปลายเปิดทั้งสองด้าน



ภาพ 5 ผลกระทบของอัตราส่วนน็อซเซิลต่อแรงขับ กรณีพื้นผิวปลายปิดทั้งสองด้าน และกรณีพื้นผิวปลายเปิดทั้งสองด้าน

บทสรุป

สมรรถนะของจรวดเชื้อเพลิงแข็งขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายประการด้วยกัน จากผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์แสดงในภาพ 3, 4 และ 5 การจำลองจากทั้งสองกรณี จะเห็นว่าความดันภายใน (chamber pressure) และแรงขับ (thrust) ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนพื้นผิวเผาไหม้ (burning surface) ต่อพื้นที่คอขวด หรือ A_b/A^* ทั้งนี้เราอาจสมมติได้ว่าขนาดพื้นที่คอขวดของน็อซเซิลมีค่าคงตัวในระหว่างกระบวนการ ดังนั้นความดันและแรงขับขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวเผาไหม้ A_b นั่นเอง ทั้งนี้พื้นที่ผิวเผาไหม้เปลี่ยนไปตามเวลา ขึ้นอยู่กับการออกแบบแท่งเชื้อเพลิง ในการจำลองที่แม่นยำยิ่งขึ้นเราจะต้องคำนึงถึงการสั่นไหวของพื้นที่คอขวดด้วย ดังนั้นสิ่งที่ต้องการคือผลการทดสอบภาคสถิต (static test) เพื่อปรับปรุงการจำลองให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

จากผลลัพธ์ที่ได้นี้เราอาจอธิบายได้ด้วยหลักการอนุรักษ์มวล (conservation of matter) นั่นคือ มวลเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ต่อเวลาเท่ากับปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นต่อเวลารวมกับปริมาณก๊าซที่ไหลผ่านน็อซเซิลต่อเวลา ปริมาณเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ชัดเจนว่าขึ้นกับพื้นที่ผิวเผาไหม้ ปริมาณก๊าซที่สะสมก็ทำให้ความดันภายในเกิดขึ้นและปริมาณก๊าซที่ไหลผ่านน็อซเซิลก็มีผลต่อแรงขับของมอเตอร์ จากการจำลองดังตาราง 3 และ 4 ผลของอัตราส่วนน็อซเซิลต่อแรงขับ F เราได้ผลที่น่าสนใจเมื่ออัตราส่วนเพิ่มขึ้น แรงขับเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ การลดลง I_t และการลดลง I_{sp} เพิ่มขึ้นด้วย ผลการจำลองแสดงค่า I_{sp} อยู่ระหว่าง 112-126 วินาที การเปลี่ยนของค่าการลดจำเพาะนี้ เป็นผลมาจากการ

ออกแบบ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการขยายตัวของก๊าซผ่านน็อซเซิล การขยายตัวในทางทฤษฎีถือว่าของไหลเป็นก๊าซอุดมคติ และการไหลเป็นแบบไอเซนโทรปิก (isentropic flow) ความเร็วของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเมื่อไหลผ่านน็อซเซิลจากค่าเลขมัค น็อซเซิล Me ที่เพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน็อซเซิลเพิ่มขึ้น นั่นทำให้น็อซเซิลมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการอาศัยการออกแบบน็อซเซิลที่ดึงพลังงานจากการขยายตัวมาใช้งาน

การออกแบบที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย การออกแบบที่เปิดพื้นที่เผาไหม้ที่ปลายทั้งสองด้าน ให้ค่าความดันที่คงที่ ซึ่งมีผลดีที่ลดโอกาสที่มอเตอร์จะทำงานล้มเหลวได้ และเนื่องจากแรงขับที่ค่อนข้างคงที่ จึงสามารถเพิ่มค่าการลดลงของมอเตอร์ได้มากกว่าแบบที่มีค่าแรงขับไม่คงที่ และจากการออกแบบน็อซเซิลที่มีอัตราส่วนขยายที่สูงกว่าจะช่วยให้ประสิทธิภาพโดยรวมสูงกว่าแบบที่อัตราส่วนขยายต่ำ

การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์อาศัยหลักการทางทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์ โดยอาศัยสมมติฐานที่สมเหตุสมผล อย่างไรก็ตามการทดสอบภาคสถิต (static test) มีความจำเป็นเพื่อวัดค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทั้งความดัน แรงขับสุทธิที่เกิดขึ้น รวมถึงการวัดค่าอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละแบบปัจจัยที่อาจจะต้องพิจารณาเพิ่มเติมคือการเผาไหม้แบบกักความร้อนเนื่องจากการไหลของก๊าซ รวมถึงการสั่นไหวของน็อซเซิลที่เกิดขึ้นในความเป็นจริง เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ทั้งนี้เพื่อให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพสูงสุ่นั่นเอง

การจำลองนี้ใช้เชื้อเพลิงแค่เพียงชนิดเดียว การทดสอบเพิ่มเติมด้วยการเปลี่ยนเชื้อเพลิง (หรืออัตราส่วนผสม) ชนิดต่าง ๆ จะช่วยให้เราได้ข้อมูลค่าต่างของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท เชื้อเพลิงบางประเภทอาจให้ค่าการดลจำเพาะแตกต่างกันไปการวิจัยในปัจจุบันเชื้อเพลิง

แบบผสม (composite propellant) ให้ค่าการดลจำเพาะที่สูง อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการผลิตเชื้อเพลิงก็สูงตามไปด้วย ค่าการดลจำเพาะที่สูง จะให้ค่าสมรรถนะที่สูงกว่า



References

- Boonpun, A., Kiriratnikom, J., & Yodyoi, I. (2011). Design optimization of composite propellant cross section. *The 25th Conference on Mechanical Engineering Network*, Krabi. (in thai)
- Kiriratnikom, J., Boonpun, A., & Hemsuk, G. (2010). Prediction of solid propellant rocket motor thrust using a computer program. *The 24th Conference of the Mechanical Engineering Network*, Ubon Ratchathani. (in thai)
- Nakka, R. (2016). *Richard Nakka's experiment rocketry site*. Retrieved from www.nakka-rocketry.net
- Okninski, A., Marciniak, B., Bartkowiak, B., Kaniewski, D., Matyszewski, J., Kindracki, J., & Wolanski, P. (2015). Development of Polish small sounding rocket program. *Acta Astronautica*, 108(2015), 46-56.
- Pittayaprasertkit, N., Winya, N., & Kulabam, N. (2011). Solid propellant burning rate and erosive burning property measurement using small rocket. *The 25th Conference on Mechanical Engineering Network*, Krabi. (in thai)
- PraphanKan, K., Winya, N., & Junpheuk, A. (2011). Techniques for calculating pressure of solid propellant rocket with un-insulated grain ends. *The 25th Conference on Mechanical Engineering Network*, Krabi. (in thai)
- PraphanKan, K., Kiriratnikom, J., Winya, N., & Chadin, N. (2011). Development of simulator for calculating the burning rate of solid propellant motors. *The 25th Conference on Mechanical Engineering Network*, Krabi. (in thai)



การพยาบาลผู้สูงอายุภาวะซึมเศร้าที่เข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยหนัก
ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง
Nursing Care of Delirium in Older Person Patients Who Have Intensive Care,
Undergoing Surgery and Palliative Care

นิติกุล บุญแก้ว

Nitikul Boonkaew

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of nursing, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ภาวะซึมเศร้าเป็นภาวะฉุกเฉินในผู้สูงอายุ ต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างทันท่วงทีทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจเพื่อป้องกันการแพร่กระจายในการรับรู้ การรู้คิด จนส่งผลให้การฟื้นฟูสุขภาพยากขึ้น แต่เนื่องจากความเจ็บป่วยทางกายมีความรุนแรงต้องรีบให้การช่วยเหลือ ทำให้ภาวะซึมเศร้าเป็นภาวะฉุกเฉินที่ต้องเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด การจัดการกลุ่มผู้ป่วยเป็นผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง จะช่วยให้พยาบาลเข้าใจและวางแผนการดูแลตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น การพยาบาลจึงอาจเหมือนและต่างกันตามปัจจัยเสี่ยง ที่เหมือนกัน ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทำให้รบกวนการหลับนอน และการใช้ยา ส่วนปัจจัยที่มีความแตกต่างทั้งสามกลุ่ม เช่น การจำกัดพื้นที่ต้องนอนบนเตียงในผู้ป่วยหนัก การคายน้ำเกลือและสายสวนปัสสาวะ ความไม่สมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย เป็นต้น ดังนั้นบทบาทพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยหนักเน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เงียบสงบ ไม่เปลี่ยนย้ายเตียง ไม่เปลี่ยนพยาบาลผู้ดูแลบ่อยครั้ง ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด ควรได้รับข้อมูลการรักษาเพื่อสร้างความมั่นใจ การควบคุมความปวด กระตุ้นการลุกเดินช่วยเหลือตนเองให้เร็วที่สุด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ควรสร้างความไว้วางใจ ให้ญาติหรือผู้ดูแลเยี่ยมสม่ำเสมอ ส่งเสริมการรับรู้ทางการมองเห็น การได้ยิน เป็นต้น การใช้ยาเพื่อระงับปวดและยารักษาภาวะซึมเศร้าควรพิจารณาถึงผลข้างเคียงและการเพิ่มความรุนแรงของโรค เพราะมักทำให้ผู้ป่วยง่วงซึม ขาดการรับรู้สิ่งแวดล้อมปัจจุบัน ดังนั้น วัตถุประสงค์ของบทความนี้เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพยาบาลผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะซึมเศร้า และการพยาบาลผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าตามสภาพความเจ็บป่วย

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, ภาวะซึมเศร้า, การพยาบาลภาวะซึมเศร้า, ผู้ป่วยหนัก, การผ่าตัด, การดูแลแบบประคับประคอง

Abstract

Delirium is critical state in elderly people that must be immediately taking care of from both body and mind in order to prevent the diminishing of consciousness and perception that will uneasily affect to health restore. However, due to body sickness is more urgently needed to be cure, therefore, it caused delirium to be overlook. Thus, it is necessary for nurses to evaluate the risk factors that caused delirium quickly in order to help or to find preventive guidelines and arrange for patient groups of intensive care, undergoing surgery and palliative care that will help nurses to understand and plan in accordance with problem conditions. Nevertheless, nursing may have similarity but it has same differences in accordance with risk factors, such as the changing of previous environment that disturbs the sleeping and the medicine usages. The different factors of the 3 groups, such as the space limitation of intensive care patients' bed, to remain to saline and urinary catheterization and the fluid electrolyte imbalance. Therefore, the roles of intensive care nurses are to arrange for quiet environment for patients, arrange patients to sleep with the same bed and do not change nurses frequently. For undergoing surgery patients, patients should obtain treatment information in order to create confidence, aching control and to urge patients to walk and help themselves as fast as they can. Lastly, the palliative care patients, nurses should create trust by always letting relatives or caretakers to visit patients and promote visual perception and hearing. Nurses should consider for side effect and the increasing of severe sickness of the usage of aching and delirium suppressant medicines because it may cause narcosis and lack of current perception to patients. Therefore, objectives of this article is to create knowledge and understanding about Nursing Care of Delirium in Elderly Patients Who have Intensive Care, Undergoing Surgery and Palliative Care by having details that related to risk factors toward the delirium and the nursing care for elders that have delirium in accordance with their illnesses.

Keywords: older person, elderly, delirium, nursing care of delirium, intensive care, surgery care, palliative care



บทนำ

ภาวะซึมสับสนเฉียบพลัน (delirium/acute confusion) เป็นภาวะที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ ประมาณร้อยละ 11-25 หลังการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล (Vasilevskis et al., 2012) และเพิ่มมากขึ้นในผู้ป่วยหนักที่รักษาตัวในหอผู้ป่วยวิกฤต กว่าร้อยละ 80 (Rivosecchi et al., 2015; Tayyeb & Deepali, 2016; Vasilevskis et al., 2012) พบในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด

กว่าร้อยละ 50 (Ali et al., 2011; Yuwapattanawong & Leungratanamart, 2016) และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคองมีมากถึงร้อยละ 88 (Shirley, Sallyanne & Peter, 2017) เนื่องด้วยความสูงอายุเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดภาวะซึมสับสนเฉียบพลัน อายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสมองและสารสื่อประสาท โดยเฉพาะเมื่อมีปัจจัยกระตุ้นคือความเครียด ความกังวล ทำให้เกิดความไม่สมดุลของสารสื่อประสาท

มีการลดลงของสาร acetylcholine จนวนกวนวงจรการหลับตื่น และการเรียนรู้ของผู้สูงอายุ ทำให้มีอาการสับสนเกิดขึ้น แต่บ่อยครั้งที่ผู้ป่วยสูงอายุถูกมองข้ามในการประเมินภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันซึ่งมีมากถึงร้อยละ 80 (Bryant, Taylor & Sullivan, 2016) ย่อมส่งผลกระทบต่อผู้สูงอายุ ต้องนอนในโรงพยาบาลนานขึ้น (Ali et al., 2011; Vasilevskis et al., 2012) เช่น ผู้ป่วยสูงอายุบางรายมาได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดเนื่องจากกระดูกสะโพกหัก สาเหตุที่อาจทำให้ผู้ป่วยสูงอายุรายนี้มีภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันคือ ขาดการรับรู้การดำเนินของโรค แผนการรักษา การเปลี่ยนแปลงทางกาย และการยอมรับผลที่จะเกิดขึ้นภายหลังการผ่าตัด สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เป็นต้น

พยาบาลจึงควรมีสมรรถนะในการแก้ไขภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน ด้วยการลดปัจจัยเสี่ยง วางแผนการพยาบาลด้วยกิจกรรมที่เหมาะสมกับความเจ็บป่วยของผู้สูงอายุ ซึ่งพยาบาลสามารถกระทำได้ตามขอบเขตบทบาทหน้าที่ ได้แก่ การป้องกัน การช่วยเหลือดูแลแก้ไขสาเหตุการเกิดปัจจัยเสี่ยง ทั้งนี้การเกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันอาจมีความเหมือนหรือแตกต่างกันตามสภาวะความเจ็บป่วยของผู้สูงอายุ ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพยาบาลผู้ป่วยสูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยเป็นผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง

ความหมาย พยาธิสภาพ และอาการของภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันในผู้สูงอายุ

ภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน เป็นกลุ่มอาการที่สมองสูญเสียหน้าที่เฉียบพลันทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการรู้คิด (cognitive impairment) มีการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกตัว (alteration of consciousness level) และขาดความใส่ใจ (inattention) หรือมีสมาธิลดลง (Vasilevskis et al., 2012) อาจมีการรับรู้ผิดปกติกว้างขวางเกี่ยวกับเวลา สถานที่และบุคคล หลงลืมความจำปัจจุบัน (recent memory) จะพบอาการได้เป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน และเกิดขึ้นแบบเฉียบพลันแต่ชั่วคราว (Ali et al., 2011)

จนวนกวนการนอนหลับ โดยเฉพาะช่วงของการหลับลึก (NREM ระยะที่ 3 และ 4) ทำให้การหลับลึกลดลง

พยาธิสภาพของภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดพยาธิสภาพมีหลายสาเหตุ แต่สาเหตุหลักมี 2 ลักษณะ คือ (1) การเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาท (neurotransmitter hypothesis) ได้แก่ การลดลงของสาร Acetylcholine (Ach) การเพิ่มขึ้นของสาร Gamma-Aminobutyric acid (GABA) และมีการหลั่งของสาร Dopamine และ Serotonin มากกว่าปกติ ซึ่งทำให้ผู้ป่วยสูงอายุมีความสูญเสียการรับรู้ ความตั้งใจ ความใส่ใจหรือสมาธิ บกพร่องในการเรียนรู้และความจำ เกิดภาวะพร่องออกซิเจนในเลือดเนื่องจากสารสื่อประสาททำให้มีปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง ขาดออกซิเจนไปเลี้ยงสมอง อีกทั้งมีผลในการยับยั้งการทำงานของ neuron โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่ได้รับยาในกลุ่ม benzodiazepine ซึ่งเสริมฤทธิ์ GABA ทำให้ยับยั้งการทำงานของ neuron (Ali et al., 2011; Kallenbach & Amado, 2017) (2) การตอบสนองของกระบวนการอักเสบ (inflammatory hypothesis) เมื่อมีการอักเสบติดเชื้อ ร่างกายจะตอบสนองด้วยการหลั่งสาร cytokine เพิ่มขึ้น โดย cytokine เช่น TNF- α สามารถผ่าน blood brain barrier ได้ ส่งผลให้เกิดพยาธิสภาพที่สมอง (Ali et al., 2011) ทำให้สูญเสียการรับรู้ ความจำ ส่วนสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้ผู้ป่วยสูงอายุมีภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน เช่น การใช้ยาร่วมกันหลายชนิด หรือใช้ยาต้านความเศร้าหรือยาระงับปวด ความเครียดเนื่องจากทำให้มีการหลั่งสาร cortisol มากกว่าปกติ ส่งผลให้สูญเสียความจำและการเรียนรู้ (Ali et al., 2011)

อาการของภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน ได้แก่ (1) Hyperactive delirium เอะอะ ก้าวร้าว ร้องเรียกหาคนหรือป็นลงจากเตียง และอาจมีอาการของระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น หัวใจเต้นเร็ว รูม่านตาขยาย (2) Hyperactive delirium ระดับความรู้สึกตัวลดลง มีอาการง่วงซึม หลับไม่ค่อยมีพฤติกรรมเรียกร้อง แต่อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย อาจเข้าใจผิดว่ามีภาวะซึมเศร้า (3) Mixed delirium มีลักษณะอาการเปลี่ยนกันไปมาทั้ง hyper/hypoactive ทั้งนี้อาจพบว่าอาการดังกล่าวไม่ชัดเจน ให้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงดังนี้ มีอาการหลงทาง การมองเห็นและการได้ยิน ผิดลูกผิดนัย การนอนหลับเปลี่ยนแปลง

มีนึ่ง ความจำบกพร่อง ทำกิจกรรมลดลง ง่วงซึม ไม่สนใจ สิ่งแวดล้อม (Tayyeb & Deepali, 2016) โดยอาการ ส่วนใหญ่มักเป็นตอนกลางคืน และจะดีขึ้นในตอนกลางวัน

ลักษณะของผู้สูงอายุที่ต้องได้รับการประเมินภาวะซึม สิ้นเสียพลัน และปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซึม สิ้นเสียพลันในผู้สูงอายุ

ลักษณะของผู้สูงอายุที่ต้องได้รับการประเมิน ภาวะซึมสิ้นเสียพลันในผู้สูงอายุ ได้แก่ (1) อายุ 70 ปี ขึ้นไป (2) มีภาวะสมองเสื่อม (3) มีโรคร่วมหลายชนิด (4) ใช้ยาระงับจิตประสาทมานาน (5) ติดสุราหรือยา บางชนิด (6) ไม่ได้รับการสนับสนุนทางสังคม (7) พร่องใน การมองเห็นหรือการได้ยิน (8) ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ หรือการประกอบกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองลดลง (9) เข้ารับการรักษาซ้ำในระยะเวลา 1 ปี เข้ารับการผ่าตัด ผูกเงินหรือดาวน์ (10) นอนโรงพยาบาลนาน

ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซึมสิ้นเสียพลัน ในผู้สูงอายุ (Bryant, et al., 2016) ได้แก่ (1) ขาด ความสมดุลของสารน้ำและเกลือแร่ (2) อุณหภูมิร่างกาย สูงกว่าปกติ หรือมีไข้ (3) ภาวะติดเชื้อ (sepsis) (4) ภาวะ ความดันโลหิตต่ำหรือสูง (5) ภาวะช็อก (6) การอักเสบ (7) ภาวะช็อค (8) โรคระบบทางเดินหายใจ (9) ภาวะสมอง เสื่อม (10) การผูกมัดผู้ป่วย (11) การคายสว่นต่าง ๆ เช่น สายสวนปัสสาวะ สายน้ำเกลือ เป็นต้น (12) ทพโภชนาการ และ (13) ถูกจำกัดพื้นที่ ทำให้สูญเสียการรับรู้สิ่งแวดล้อม เช่น แสงแดด วันที่ เวลา

ลักษณะปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซึมสิ้นเสียพลันที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ และการพยาบาล

เนื่องจากความเจ็บป่วยของผู้สูงอายุที่เข้ารับ การรักษาในโรงพยาบาลมีความแตกต่างกัน พยาบาลจึง ต้องมีความรู้ความเข้าใจเพื่อป้องกันและดูแลผู้ป่วยสูงอายุ การแบ่งลักษณะปัจจัยเสี่ยงและการพยาบาลในผู้ป่วยแต่ละ ประเภท ได้แก่ ผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และ ผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ทำให้พยาบาล เข้าใจความแตกต่างในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

1. ผู้ป่วยหนัก คือผู้ป่วยสูงอายุที่เข้ารับการรักษ ในหอผู้ป่วยหนัก (ICU) ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดภาวะซึม สิ้นเสียพลัน ได้แก่ (1) สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป จากเดิมทำให้วงจรการหลับตื่นเปลี่ยนแปลง (2) พร่องใน การรับสัมผัสทางการมองเห็นและการได้ยิน (3) การใช้ ยาในกลุ่ม anticholinergic และ sedative analgesic (4) ขาดความสมดุลของสารน้ำ-สารอาหาร หรือไม่สมดุล ของกรด-ด่าง (5) มีความเจ็บป่วยรุนแรง เช่น Sepsis (6) มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหว เช่น ใส่สายยางให้อาหาร ทางจมูก สวมคาสายปัสสาวะ ใส่ท่อช่วยหายใจ เป็นต้น (7) มีโรคร่วมหลายชนิด เช่น ความดันโลหิตสูงและต่ำ ระดับ น้ำตาลในเลือดไม่สมดุล ปัญหาจากระบบทางเดินหายใจ เช่น ภาวะพร่องออกซิเจน ความล้มเหลวในการหยาเครื่อง ช่วยหายใจโรคระบบประสาท และ (8) การจำกัดผู้ป่วยบนเตียงเนื่องจากผู้ป่วยอยู่ในระยะวิกฤต ต้องติดตามอาการ ต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างจากผู้ป่วยกลุ่มอื่น (Michael & Simon, 2014; Kallenbach & Amado, 2017)

การพยาบาลผู้ป่วยหนัก แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (Michael & Simon, 2014; Kallenbach & Amado, 2017; Tayyeb & Deepali, 2016; Ferreira et al, 2016)

1.1 ด้านการจัดสิ่งแวดล้อม ดังนี้ (1) เพื่อ ส่งเสริมแบบแผนการหลับตื่น ในเวลากลางคืนให้ลดการ ใช้เสียงและแสงไฟ หากจำเป็น ให้ใช้เฉพาะเสียงที่ต้อง ให้การพยาบาล และในเวลากลางวันให้เปิดไฟส่องสว่าง (2) เพื่อส่งเสริมการรับรู้ เนื่องจากประสิทธิภาพการสื่อสาร ของผู้ป่วยลดลง ความจำเปลี่ยนแปลง พร่องในการมองเห็น และการได้ยิน ควรมีการแนะนำและทบทวนวันเวลา สถานที่ และบุคคลที่เป็นปัจจุบัน มีการทบทวนบทบาทของผู้ป่วย และการให้ผู้ป่วยสวมแว่นตา เครื่องช่วยฟัง หรือฟันปลอม ตามความจำเป็น

1.2 ด้านการใช้ยา ดังนี้ (1) เพื่อบรรเทาอาการ ปวด ประกอบด้วย การประเมินอาการปวดและการ เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังให้ยา อาจพิจารณาให้ยา กลุ่ม opioid ตามแผนการรักษา การติดตามอาการปวดทุก 4 ชั่วโมง หรือเมื่อมีอาการ และการประเมินผลข้างเคียง จากการให้ยาระงับปวด (2) เพื่อรักษาอาการ Hyperactive ควรหลีกเลี่ยงการผูกมัดผู้ป่วย นอกจากนี้ผู้ป่วยมักจะได

รับยาในกลุ่ม antidelirium เช่น diazepam ซึ่งพยาบาลควรติดตามและประเมินผลข้างเคียงจากยาอย่างต่อเนื่อง ทุก 2-4 ชั่วโมง และควรพิจารณาการใช้ยาร่วมกับทีมสุขภาพ

1.3 ด้านจิตสังคม ดังนี้ (1) การสร้างความมั่นใจและความไว้วางใจในการดูแลผู้ป่วย อันได้แก่ การสร้างสัมพันธภาพให้เกิดการไว้วางใจ และพยาบาลผู้ดูแลผู้ป่วยไม่ควรเปลี่ยนคน (2) การสนับสนุนจากครอบครัว อันได้แก่ การให้ครอบครัวหรือผู้ดูแลที่ใกล้ชิดเข้าเยี่ยมสม่ำเสมอ และการอธิบายให้ผู้ดูแลทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและการดูแลผู้ป่วยสูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้า

1.4 ด้านอื่น ๆ ดังนี้ (1) ด้านโภชนาการ: สารน้ำและเกลือแร่ในร่างกายไม่สมดุล เสี่ยงต่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำหรือสูงมากกว่าปกติ และภาวะน้ำเกิน มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมิน แก้วไข และติดตามการเปลี่ยนแปลงของสารน้ำและเกลือแร่ในร่างกายตามแผนการรักษา การประเมิน แก้วไข และติดตามระดับน้ำตาลในเลือด การประเมินและจัดการกับอาการอ่อนเพลีย หิว และกระหายน้ำ การบันทึกน้ำเข้า น้ำออกจากร่างกาย และการควบคุมอัตราการไหลของสารน้ำ หรือสารอาหารตามแผนการรักษา (2) ด้านการขับถ่ายและการแลกเปลี่ยนก๊าซ: ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนก๊าซของปอดลดลง มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมินภาวะพร่องออกซิเจน การประเมินและติดตามสัญญาณชีพและค่าออกซิเจนในเลือด การปรึกษาและทำกายภาพบำบัด เพื่อฟื้นฟูกำลังกล้ามเนื้อ และหากผู้ป่วยมีภาวะท้องเสียและท้องผูก มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมินการขับถ่ายวันละ 2 ครั้ง และการช่วยเหลือเพื่อแก้ไขอาการท้องผูก (3) ด้านกิจกรรมและการพักผ่อน: Cardiac output ลดลง ประสิทธิภาพการหายใจลดลง วงจรการนอนหลับเปลี่ยนแปลง และการเคลื่อนไหวร่างกายลดลง มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมินภาวะพร่องออกซิเจน การประเมินและติดตามสัญญาณชีพ ค่าออกซิเจนในเลือด การทำกายภาพบำบัด โดยนักกายภาพบำบัด การทำกิจกรรมบำบัด หรือการออกกำลังกายบนเตียง ตามระดับความสามารถของผู้ป่วย และการส่งเสริมการนอนหลับด้วยการจัดสิ่งแวดล้อม เช่น การไม่เคลื่อนย้ายเตียงผู้ป่วย การให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงการงีบหลับตอนกลางวัน (4) ด้านภูมิคุ้มกันตนเอง: เสี่ยงต่อ

การติดเชื้อ ไข้สูง มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมินและติดตามสัญญาณชีพ และการป้องกันหรือควบคุมการติดเชื้อในร่างกาย

2. ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดภาวะซึมเศร้าหลังผ่าตัด ได้แก่ (1) สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม (2) ได้รับการผ่าตัดฉุกเฉิน หรือการผ่าตัดเฉพาะที่ การผ่าตัดที่ทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสในการเกิดภาวะซึมเศร้าหลังผ่าตัด เช่น การผ่าตัดกระดูกสะโพก การผ่าตัดระบบหลอดเลือดหัวใจ การผ่าตัดเปิดช่องท้อง การผ่าตัดระบบหู ตา คอ จมูก การผ่าตัดระบบทางเดินปัสสาวะ (3) การใช้เวลาในการผ่าตัดนาน อาจสูญเสียเลือด เกิดภาวะพร่องออกซิเจน (4) ความเจ็บปวดหลังการผ่าตัด (5) การใช้ยาในกลุ่ม sedative analgesic (Yuwapattanawong, & Leungwatanamart, 2016)

การพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (Tayyeb & Deepali, 2016)

2.1 ด้านการจัดสิ่งแวดล้อม ดังนี้ (1) เพื่อป้องกันการหกล้ม ควรมีการเปิดไฟส่องสว่างทางเดินเข้าห้องผ่าตัด การจัดสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัยจากการเดิน หลีกเลี่ยงการใช้สายสวนปัสสาวะหรือสายน้ำเกลือ หากจำเป็นต้องใส่ให้พิจารณาเอาออกโดยเร็วที่สุด ควรมีการตรวจสอบการทำงานและเตรียมอุปกรณ์เพื่อขอความช่วยเหลือให้พร้อมใช้ และไม่เคลื่อนย้ายเตียงนอนของผู้ป่วยเมื่อไม่จำเป็น

2.2 ด้านการใช้ยา ดังนี้ (1) เพื่อบรรเทาอาการปวด ประกอบด้วย การประเมินก่อนและหลังการใช้ยาลดปวด และการเลือกใช้ยาโดยพิจารณาจากระดับความปวด (2) เพื่อติดตามภาวะ Hyperactive ผู้ป่วยมักจะได้รับยาในกลุ่ม antipsychotic เช่น haloperidol พยาบาลควรติดตามและประเมินอาการอย่างต่อเนื่อง และควรพิจารณาใช้ร่วมกับทีมสุขภาพเพื่อให้ยาในขนาดน้อยที่สุด และควรใช้ยาแค่ช่วงสั้น ๆ

2.3 ด้านจิตสังคม ดังนี้ (1) การสร้างความมั่นใจและให้ความรู้ เพื่อป้องกันภาวะซึมเศร้าหลังผ่าตัด การอธิบายให้ทราบถึงความจำเป็น และการเปลี่ยนแปลงภายหลังการผ่าตัดแก่ผู้ป่วยสูงอายุ หรือญาติผู้ดูแล การทำกลุ่มบำบัดร่วมกับผู้ป่วยสูงอายุรายอื่น การสร้างความไว้วางใจในการดูแลผู้ป่วย ด้วยการสร้างสัมพันธภาพ

ก่อนการสื่อสาร การให้ครอบครัวหรือผู้ดูแลที่ใกล้ชิด เข้าเยี่ยมหรือนอนเฝ้าผู้ป่วยได้ และการอธิบายให้ผู้ดูแลทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและการดูแลผู้ป่วยสูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน

2.4 ด้านอื่น ๆ ดังนี้ (1) การส่งเสริมการรับรู้ ประกอบด้วย การแนะนำและทบทวนวันเวลา สถานที่ และบุคคลให้เป็นปัจจุบัน การทบทวนบทบาทของผู้ป่วย การให้ผู้ป่วยสวมแว่นตา เครื่องช่วยฟัง หรือฟันปลอม ตามความจำเป็น (2) การป้องกันการสูญเสียเลือด ประกอบด้วย การตรวจสอบปริมาณและการสูญเสียเลือดระหว่างผ่าตัด การประเมินระดับ Hct การพิจารณาการให้เลือดตามความจำเป็น การประเมินและติดตามภาวะพร่องออกซิเจน และการประเมินและติดตามอาการอ่อนเพลียจากการสูญเสียเลือด (3) การป้องกันการเกิดภาวะพร่องออกซิเจน ประกอบด้วย การประเมินและติดตาม Sat O₂, สัญญาณชีพ การดูแลให้ออกซิเจน ตามความจำเป็น และความเจ็บป่วย (4) การป้องกันภาวะอุณหภูมิของร่างกายต่ำหลังการผ่าตัด ประกอบด้วย การเพิ่มความอบอุ่นของร่างกาย และการติดตามอุณหภูมิร่างกาย (5) ระบบทางเดินปัสสาวะ ควรมีการประเมินการขับถ่ายปัสสาวะ และติดตามภาวะ bladder full (6) การกระตุ้นให้มีการเคลื่อนไหวหลังผ่าตัดให้เร็วที่สุด โดยพิจารณาจากชนิดการผ่าตัด รวมถึงข้อจำกัดในการเคลื่อนไหว เช่น ผู้ป่วยผ่าตัดข้อสะโพก ต้องนอนบนเตียงโดยขาออก 30 องศา ควรให้ขาอีกข้างช่วยในการเคลื่อนไหวบนเตียง

3. ผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน ได้แก่ (1) สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม (2) การติดเชื้อ เช่น ปอดอักเสบติดเชื้อ การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ (3) การทำงานของอวัยวะในร่างกายล้มเหลว เช่น ตับหรือไตวาย หัวใจล้มเหลว (4) ระบบการเผาผลาญหรือเมตาบอลิซึมมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำหรือสูง ต่อมาทรอยด์ทำงานผิดปกติ (5) สูญเสียความสมดุลของเกลือแร่ ขาดสมดุลของสารน้ำและสารอาหาร การสูญเสียเลือด (6) ภาวะช็อค (7) ผลข้างเคียงของรังสีรักษา เคมีบำบัด และ (8) การใช้ยาในกลุ่ม opioid, anticholinergic, corticosteroid, benzodiazepine, antidepressant,

antipsychotic, anticonvulsant (Shirley, Sallyanne, & Peter, 2017)

การพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ (Shirley, Sallyanne & Peter, 2017; Tayyeb & Deepali, 2016; Pinto, Caldeira & Martins, 2017)

3.1 ด้านการจัดสิ่งแวดล้อม ดังนี้ (1) การส่งเสริมแบบแผนการหลับคืน ในเวลากลางวัน ให้เปิดไฟส่องสว่าง เปิดม่านหรือหน้าต่าง และในเวลากลางคืน ให้ลดการใช้เสียงและแสงไฟ นอกจากนี้ไม่ควรย้ายเตียงนอนผู้ป่วยเมื่อไม่จำเป็น (2) การส่งเสริมการรับรู้ ได้แก่ การวางนาฬิกาปฏิทิน ให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน การจัดให้มีโทรทัศน์วิทยุ วางในตำแหน่งที่เหมาะสม และไม่รบกวนผู้ป่วยรายอื่น (3) การป้องกันการหกล้ม ได้แก่ การเปิดไฟส่องสว่างทางเดินเข้าห้องน้ำ การจัดสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัยจากการเดิน และการตรวจสอบการทำงานและเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการขอความช่วยเหลือเมื่อฉุกเฉิน

3.2 ด้านการใช้ยา ดังนี้ (1) เพื่อบรรเทาอาการปวด มีวิธีการพยาบาล ได้แก่ การประเมินอาการปวดก่อนและหลังการใช้ยาลดปวดเสมอ การเลือกใช้ยาโดยพิจารณาเลือกขนาดที่เหมาะสม คำนึงถึงผลข้างเคียงของยาต่อความสูงอายุ และการใช้ดนตรีบำบัด

3.3 ด้านจิตสังคม ดังนี้ (1) การส่งเสริมการรับรู้ อันได้แก่ การแนะนำและทบทวนวันเวลา สถานที่ และบุคคลให้เป็นปัจจุบัน การทบทวนบทบาทของผู้ป่วย และการให้ผู้ป่วยสวมแว่นตา เครื่องช่วยฟัง หรือฟันปลอมตามความจำเป็น (2) การคลายความวิตกกังวล อันได้แก่ การสร้างสัมพันธภาพที่ดี เพื่อให้ผู้ป่วยมีความมั่นใจและความไว้วางใจในการดูแลผู้ป่วย การสนับสนุนให้ผู้ป่วยรับรู้ข้อมูลและแนวทางการรักษาตามความเหมาะสม การให้อิสระในการคิดและการตัดสินใจ (3) การสนับสนุนจากครอบครัว อันได้แก่ การให้ครอบครัวหรือผู้ดูแลที่ใกล้ชิด นอนเฝ้าหรือมาเยี่ยมสม่ำเสมอ และการอธิบายให้ผู้ดูแลทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและการดูแลผู้ป่วยสูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน

3.4 ด้านอื่น ๆ ดังนี้ (1) การส่งเสริมการเคลื่อนไหว ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการผูกมัดผู้ป่วย หากจำเป็น ควรคลายทุก 1-2 ชั่วโมง การหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ไม่จำเป็น หรืออุปกรณ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหว การพิจารณาความจำเป็นร่วมกับทีมสุขภาพในการใส่สายให้น้ำเกลือหรือสายสวนปัสสาวะ หากจำเป็นต้องใส่ให้พิจารณาเอาออกโดยเร็วที่สุด การกระตุ้นให้ลุกเดินทำกิจวัตรประจำวันด้วยตนเอง หากเป็นผู้ป่วยติดเตียง พิจารณาให้ทำกายภาพบำบัด (2) การป้องกันภาวะขาดสารน้ำและสารอาหาร ได้แก่ การกระตุ้นให้ได้รับน้ำดื่มเพียงพอ หากสามารถกลืนได้เอง ไม่สำคัญ การกระตุ้นหรือช่วยเหลือในการรับประทานอาหาร และการส่งเสริมให้ได้รับสารอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอ เช่น วิตามินดี ช่วยในการเสริมสร้างมวลกล้ามเนื้อ เป็นต้น (3) ระบบทางเดินปัสสาวะและระบบการขับถ่าย ควรมีการประเมิน bladder retention หรือ bladder full และไม่ควรใส่สายสวนปัสสาวะหากไม่จำเป็น และควรมีการประเมินภาวะท้องผูก และ fecal impaction

ความแตกต่างทางด้านปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันในผู้สูงอายุ ทั้ง 3 กลุ่ม

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันในผู้สูงอายุ ทั้ง 3 กลุ่ม มีความเหมือนกันและแตกต่างกัน ดังนี้

1. ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันที่เหมือนกันโดยส่วนใหญ่คือ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจากเดิมและการรักษาในภาวะฉุกเฉินจนรบกวนการหลับตื่น ยาที่ใช้ในการรักษาภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันและยาระงับปวด

2. ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันที่แตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่คือ การจำกัดพื้นที่ต้องนอนบนเตียงในผู้ป่วยหนัก การคาสายหรือใส่ท่อช่วยหายใจทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคโดยเฉพาะในผู้ป่วยหนัก ความไม่สมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย ภาวะทุพโภชนาการ ซึ่งส่วนใหญ่เจอในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง การทำงานของอวัยวะภายในร่างกายล้มเหลวและอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติ ซึ่งส่วนใหญ่เจอในผู้ป่วยที่

ได้รับการผ่าตัด ความปวด การผ่าตัดเฉพาะที่ทำให้ผู้ป่วยบางรายต้องใช้เวลาในการฟื้นตัวหลายวัน เกิดข้อจำกัดในการเคลื่อนไหว ภาวะช็อก ภาวะติดเชื้อ การผูกมัดผู้ป่วยตามความจำเป็นในการรักษา

ดังนั้น การพยาบาลในผู้ป่วยทั้ง 3 กลุ่ม จึงมีความเหมือนและแตกต่างกัน ปัจจัยที่เหมือนกันคือสภาพแวดล้อมและยา แต่การดูแลผู้ป่วยหนักนั้นมีข้อจำกัดคือ การจำกัดพื้นที่ในการดูแล จึงควรเน้นการจัดสภาพแวดล้อมให้เงียบสงบ ไม่ควรย้ายเตียงหรือเปลี่ยนพยาบาลผู้ดูแลบ่อยครั้ง ช่วงกลางวันควรมีแสงส่องสว่างเพื่อกระตุ้นการรับรู้สิ่งแวดล้อมรอบตัว ควรมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการรับรู้เหตุการณ์ปัจจุบัน เช่น โทรศัพท์ วิทยุ หนังสือ นาฬิกา รูปภาพ เป็นต้น ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดโดยส่วนใหญ่หลังการผ่าตัดใน 24 ชั่วโมงแรก ผู้ป่วยต้องการพักผ่อน จึงควรลดการกระตุ้นหรือเข้าหาผู้ป่วยบ่อยครั้ง ประเมินและควบคุมอาการปวดตามแผนการรักษา ในระยะต่อมาผู้ป่วยต้องลุกขึ้นเดิน (กรณีที่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชนิดของการผ่าตัด) การจัดสิ่งแวดล้อมจึงเน้นเรื่องการป้องกันอันตรายในการหกล้ม เช่น การเปิดไฟทางเดินเข้าห้องน้ำ การหลีกเลี่ยงการใช้สายสวนหรือสายน้ำเกลือ สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ต้องนอนโรงพยาบาลเป็นเวลานาน จึงไม่ควรเปลี่ยนย้ายเตียงบ่อยครั้ง เพียงควรอยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่าง เปิดม่านและหน้าต่างในช่วงกลางวัน กลางคืนลดการใช้แสงและเสียง และควรมีการส่งเสริมการรับรู้ด้วยอุปกรณ์เหมือนกับผู้ป่วยหนัก แต่อาจเพิ่มเสียงดนตรีหรือการนวดผ่อนคลาย (หากไม่มีข้อจำกัดเรื่องโรค) บางรายสามารถเดินหรือทำกิจกรรมด้วยตนเองได้ จึงควรจัดสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัยจากการหกล้ม ส่วนการใช้ยาในผู้ป่วยทั้ง 3 กลุ่ม ควรพิจารณาร่วมกับทีมสุขภาพเพื่อใช้อย่างเหมาะสม ไม่เกิดผลข้างเคียงต่อผู้ป่วยและไม่เพิ่มความรุนแรงของโรค

จากปัจจัยการเกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลันที่แตกต่างกัน ทำให้การพยาบาลผู้ป่วยหนักเน้นการดูแลและแก้ไขปัญหาที่จะทำให้เกิดภาวะซีสต์สั่นเฉียบพลัน เช่น การส่งเสริมความสมดุลของสารน้ำ สารอาหาร และเกลือแร่ การป้องกันไม่ให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจน การควบคุมและป้องกันการติดเชื้อ และการพิจารณาให้ทำกายภาพบำบัด

โดยเร็วตามเงื่อนไขของการรักษา สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดและผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ควรมีการสร้างเชื่อมั่นและความไว้วางใจเพื่อลดความวิตกกังวล ให้ญาติหรือผู้ดูแลที่ใกล้ชิดเยี่ยมหรือเฝ้าผู้ป่วยได้ พิจารณาความจำเป็นในการคาสายต่าง ๆ สำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัด ควรเพิ่มความอบอุ่นของร่างกาย กระตุ้นให้มีการเคลื่อนไหวด้วยตนเองเร็วที่สุด สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคองหากยังสามารถช่วยเหลือตนเองได้ ไม่ควรจำกัดผู้ป่วยบนเตียงเพราะอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการนอนนาน เช่น ท้องผูก แผลกดทับ เป็นต้น แต่บางรายต้องนอนบนเตียงเนื่องจากเกิดความล้มเหลวของอวัยวะในร่างกาย จึงควรส่งเสริมการรับรู้ทางการมองเห็น การได้ยิน และการพูดคุยกับผู้ดูแลที่ใกล้ชิด

ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพยาบาลผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง

1. การใช้ยารักษาภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ การใช้ยาในผู้สูงอายุเพื่อรักษาภาวะซึมเศร้าเฉียบพลันต้องมีความระมัดระวังผลข้างเคียงจากยามากกว่าปกติ พยาบาลและทีมสุขภาพควรพิจารณาการใช้ยาร่วมกัน โดยเริ่มใช้ยาในขนาดต่ำ ๆ และไม่ควรใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน (Mauk, 2010) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความสูงอายุมีผลต่อกระบวนการกระจายตัวของยา (drug distribution) เนื้อเยื่อไขมันที่เพิ่มขึ้นในวัยสูงอายุทำให้การกระจายตัวของยาที่ละลายในไขมันสูงขึ้น เช่น diazepam ทำให้ยาที่ละลายในไขมันมีการกระจายมากกว่าปกติ ยาออกฤทธิ์นานขึ้น เนื่องจากระยะชีวิตของยาที่ละลายในไขมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การกำจัดยาออกจากร่างกายช้ากว่าปกติ ทำให้ยาสะสมเกินขนาด เพิ่มโอกาสเกิดฤทธิ์ไม่พึงประสงค์จากยา ซึ่งพบว่าระดับยาในวัยสูงอายุมากกว่าวัยอื่น 2-3 เท่า ยาในกลุ่มอื่นที่ใช้รักษาภาวะซึมเศร้าเฉียบพลัน ได้แก่ กลุ่ม Anticholinergic เช่นยา Chlorpheniramine ต้องระวังการใช้ในผู้สูงอายุชายที่มีโรคต่อมลูกหมากโต (benign prostatic hyperplasia)

เพราะผลของยาจะเสริมฤทธิ์ต่อโรค ยาทำให้มีการคั่งค้างของน้ำปัสสาวะ (urinary retention) ทำให้ปัสสาวะลำบาก หากรับประทานสม่ำเสมอ จะทำให้สูญเสียความจำอย่างช้า ๆ ส่วนยากลุ่ม Tricyclic antidepressants (TCA) เช่น amitriptyline มีผลข้างเคียงทำให้ผู้สูงอายุเกิดภาวะ Orthostatic hypotension เสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่าย ยาในกลุ่ม Benzodiazepine เช่น Diazepam และ Imipramine มีผลข้างเคียงทำให้ง่วงซึม เกิดการหกล้มได้ง่าย

2. ภาวะกล้ามเนื้อพร่อง (sarcopenia) ผู้สูงอายุที่นอนรักษาตัวในโรงพยาบาลนาน เช่น ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษานอนผู้ป่วยหนัก ผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง อาจเกิดปัญหากล้ามเนื้อพร่องหรือมวลกล้ามเนื้อน้อยลง ทำให้มีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงหรือกล้ามเนื้อลีบ การทำงานของกล้ามเนื้อจึงลดลง (Muangpaisan, 2017) ทำให้สูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกาย จึงจำเป็นที่ผู้ป่วยสูงอายุควรได้รับการทำกายภาพบำบัด หรือกระตุ้นให้ทำกิจวัตรประจำวันด้วยตนเอง (Beaudart et al, 2017) เพื่อป้องกันการเกิดภาวะซึมเศร้าเฉียบพลันจากการนอนติดเตียงเป็นเวลานาน

3. ช่วงเวลาในการประเมินภาวะซึมเศร้าเฉียบพลัน โดยทั่วไปพยาบาลจะประเมินภาวะซึมเศร้าเฉียบพลัน ด้วยแบบประเมินอาการซึมเศร้า ซึ่งเป็นการสังเกตอาการ ระดับความรู้สึกตัว ร่วมกับการพูดคุยกับผู้ป่วย จึงควรพิจารณาการประเมินในช่วงจังหวะที่เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดความสับสนแก่ผู้สูงอายุ หรือขณะที่ผู้ป่วยไม่พร้อมที่จะให้ความร่วมมือ ในแต่ละวัน พยาบาลควรประเมินอย่างน้อย 2 ครั้งต่อวัน ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการประเมินผู้ป่วยสูงอายุในช่วงเวลา ดังนี้ (1) เพิ่งตื่นจากการนอนทันที แต่ควรรอนานอย่างน้อย 30 นาทีหลังตื่นนอน เนื่องจากการประเมินหลังตื่นนอนทันที การรับรู้ของผู้ป่วยอาจสับสน (2) ก่อนหรือหลังการรับประทานอาหารทันที (3) ก่อนหรือหลังการทำหัตถการ หรือหลังการตรวจรักษาอาการ เพราะผู้ป่วยอาจมีความวิตกกังวลจากการรักษา และความไม่สุขสบายทำให้ไม่พร้อมในการตอบคำถาม (4) ผู้ป่วยที่มีอาการปวด หรือไม่สุขสบาย อาจเกิดจากความไม่พร้อมในการตอบคำถาม และอาจทำให้สัมพันธ์ภาพลดลง

บทสรุป

อายุที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยที่เสี่ยงสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาท ทำให้การรู้คิดและระดับความรู้สึกตัวเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อมีความเจ็บป่วยจึงเพิ่มโอกาสในการเกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันมากขึ้น พบมากที่สุดในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง รองลงมาคือผู้ป่วยหนักที่รักษาตัวในหอผู้ป่วยวิกฤต และผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด พยาบาลมีบทบาทในการดูแลและช่วยเหลือผู้ป่วยเพื่อป้องกัน ลดปัจจัยเสี่ยง และร่วมกับทีมสุขภาพในการแก้ไขภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันในผู้สูงอายุ กิจกรรมการพยาบาลที่สำคัญดังนี้ เนื่องปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันทั้ง 3 กลุ่มเหมือนกันคือสภาพแวดล้อมและการใช้ยา การดูแลด้านสภาพแวดล้อมแก่ผู้ป่วยหนัก เช่น จัดสภาพแวดล้อมให้เงียบสงบ ไม่ควรเปลี่ยนพยาบาลผู้ดูแลและไม่ควรย้ายเตียงบ่อยครั้ง ควรมีแสงส่องสว่างในช่วงกลางวัน กระตุ้นการรับรู้สิ่งแวดล้อมรอบตัวด้วยโทรทัศน์ วิทยุ นาฬิกา รูปภาพ เป็นต้น ส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด เน้นการพักผ่อนใน 24 ชั่วโมงแรก จึงต้องเฝ้าสังเกตการรบกวน แต่ควรควบคุมอาการปวด พิจารณาความจำเป็นในการใช้สายสวน สายน้ำเกลือเพื่อช่วยลดข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวและป้องกันหกล้มเมื่อเดิน

สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง เน้นการกระตุ้นให้รับรู้สิ่งแวดล้อม สร้างความไว้วางใจและให้รู้สึกผ่อนคลาย นอนหลับช่วงกลางคืนอย่างเพียงพอ สำหรับการพยาบาลควรร่วมกับทีมสุขภาพเพื่อพิจารณาการใช้ยาในผู้สูงอายุอย่างเหมาะสม ไม่ทำให้เกิดผลข้างเคียงและไม่เพิ่มความรุนแรงของโรค

สำหรับปัจจัยการเกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันที่มีความแตกต่างกันของทั้ง 3 กลุ่ม จึงให้การพยาบาลในผู้ป่วยหนักโดยเน้นส่งเสริมความสมดุลของสารอาหาร และเกลือแร่ ป้องกันการเกิดภาวะพร่องออกซิเจน และทำกายภาพบำบัดโดยเร็วเพื่อป้องกันปัญหาการลดลงของมวลกล้ามเนื้อทำให้ผู้สูงอายุต้องนอนโรงพยาบาลนาน เป็นต้น สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด และผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ควรสร้างความมั่นใจเพื่อลดความวิตกกังวล ให้ญาติหรือผู้ดูแลที่ใกล้ชิดเข้าเยี่ยมผู้ป่วยสม่ำเสมอ หลีกเลี่ยงการคาสายต่าง ๆ เป็นต้น ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดควรเพิ่มความอบอุ่นร่างกาย กระตุ้นให้มีการเคลื่อนไหวด้วยตนเองเร็วที่สุด สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลแบบประคับประคอง ไม่ควรจำกัดผู้ป่วยบนเตียงนานเพื่อป้องกันปัญหามวลกล้ามเนื้อลดลงทำให้ฟื้นฟูร่างกายได้ยากขึ้น จึงเกิดภาวะซึมเศร้าแบบเฉียบพลันในผู้สูงอายุได้ง่าย และส่งเสริมการรับรู้ทางการมองเห็นการได้ยิน เป็นต้น



References

- Ali, S., Patel, M., Jabeen, S., Bailey, R. K., Patel, T., Shahid, M., & Arain, A. (2011). Insight into delirium. *Innovations in Clinical Neuroscience*, 8(10), 25-34.
- Beaudart, C., Dawson, A., Shaw, S. C., Harvey, N. C., Kanis, J. A., Binkley, N., . . . Dennison, E. M. (2017). Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: Systematic review. *Osteoporosis International*, 28(6), 1817-1833.
- Bryant, J., Taylor, T., & Sullivan, S. C., (2016). *Delirium in acutely ill elders: The role of nurses*. Retrieved from <http://www.arna.org/Main-Menu/Continuing-Education/DELIRIUM-IN-ACUTELY.pdf>
- Ferreira, A. M., Rocha, E. N., Lopes, C. T., Bachion, M. M., Lopes, J. L., & Barros, A. B. L., (2016). Nursing diagnoses in intensive care: Cross-mapping and NANDA-I taxonomy. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 69(2), 1-10.
- Kallenbach, T. F., & Amado, L. A. (2017). Assessment of delirium in the intensive care unit. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*, 23(3), 57-63.
- Mauk, K. L. (2010). *Gerontological nursing: Competencies for care*. Boston: Jones and Bartlett.
- Michael, C. R., & Simon, F. (2014). Sedation and delirium in the intensive care unit. *The New England Journal of Medicine*, 307(5), 444-454.
- Muangpaisan, W. (2017). *Gerontology and geriatrics for primary care practice*. Bangkok: Parbpim. (in Thai)
- Pinto, S., Caldeira, S., & Martins, J. C., (2017). A qualitative study about palliative care patients' experiences of comfort: Implications for nursing diagnosis and interventions. *Journal of Nursing Education and Practice*, 7(8), 37-45.
- Rivosecchi, R., Smithburger, P. L., Svec, S., Campbell, S., & Kane-Gill, S. L., (2015). Nonpharmacological interventions to prevent delirium: An evidence-based systematic review. *Critical Care Nurse*, 35(1), 39-49
- Shirley, H. B., Sallyanne, T., & Peter, G. L. (2017). Clinical assessment and management of delirium in the palliative. *Drug*, 77(15), 1623-1643.
- Tayyeb, A. T., & Deepali, M. (2016). Delirium. *Psychiatric Aspects of General Medicine*, 44(12), 724-728.
- Vasilevskis, E. E., Han, J. H., Hughes, C. G., & Wesley Ely, E. (2012). Epidemiology and risk factors for delirium across hospital settings. *Best Practice and Research Clinical Anaesthesiology*, 26(3), 277-287.
- Yuwapattanawong, N., & Leungratanamart, L. (2016). Assessment and nursing care delirium in elderly patients who have undergone surgery. *Silpakorn University Science and Technology Journal*, 3(6), 101-112. (in Thai)



การทำไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้ง:
ผลของส่วนประกอบของสารห่อหุ้มและสภาวะการเตรียม
Microencapsulation of Essential Oils by Spray Drying:
Effect of Wall Material Composition and Process Conditions

ธีระวัฒน์ บุญโสม และเอกชัย ดำเกลี้ยง
Teerawat Boonsom and Ekachai Dumkliang

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Faculty of Pharmacy, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยกำลังได้รับความนิยมในตลาดทั้งการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของกลิ่นและการแต่งกลิ่นอาหาร อุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง แต่น้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดคือความไม่คงตัวจากแสง ความร้อน อากาศ ความชื้น และสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้น้ำมันหอมระเหยสูญเสียสภาพและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ปัจจุบันจึงมีการนำเทคนิคทางเภสัชกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยด้วยการทำเทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันของน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้งซึ่งเป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สด้วยพอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปของแคปซูลขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครแคปซูล ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 จนถึง 800 ไมโครเมตร จัดเป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการระเหย การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการถูกทำลายโดยความร้อน แสง ความชื้น และอากาศ โดยมีปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการพ่นแห้งที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไมโครแคปซูลได้แก่ ส่วนประกอบของสารห่อหุ้มและสภาวะการผลิต เช่นอัตราการบิน ควรอยู่ในช่วง 1-2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความดัน ควรอยู่ในช่วง 90-120 กิโลปาสกาล และอัตราการไหลของอากาศ ควรอยู่ในช่วง 60-90 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที อุณหภูมิร้อนขาเข้าและขาออก ควรอยู่ในช่วง 150-200°C และ 70-90°C ตามลำดับ ดังนั้นการทำไมโครแคปซูลของน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้ง ช่วยเปลี่ยนสถานะสารจากของเหลวเป็นของแข็ง ส่งผลให้เพิ่มความคงตัว ความเสถียรในกระบวนการขนส่งและยืดระยะเวลาในการเก็บรักษา มีการควบคุมการปลดปล่อยที่ดี เพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการนำส่งได้

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย, ไมโครเอนแคปซูเลชัน, การพ่นแห้ง, ส่วนประกอบของสารห่อหุ้ม, สภาวะการเตรียม

Abstract

Use of plant essential oils for perfumery, additives in food/confectionary as well as for pharmaceuticals and cosmetics is a growing market trend. However, essential oils are limited by the instability of light, heat, air, moisture, and volatility at room temperature; cause essential oils lose their stabilization and pharmacological activity. Currently, pharmaceutical techniques are applied to enhance the stability of essential oils. Microencapsulation of essential oils by spray drying is a process

that encapsulates substances (solid, liquid, gas state) with polymer. Product in the form of a small capsule called microcapsule, which ranges from 1 to 800 micrometers. The encapsulation process is effective in preventing evaporation, oxidation reaction and destroyed by heat, light, humidity and air. Factors affecting the drying process that affect the physicochemical properties of microcapsules are physical properties of wall material and process condition, the feed rate range 1-2 Kg/hr, pressure range 90-120 kPa and air flow rate range 60-90 m³/min, inlet and outlet temperature range 150-200°C and 70-90°C, respectively. Thus, microcapsules of the essential oil by spray drying, it helps to change the substance status from liquid to solid and this facilitates the transport process and shelf-life of storage, the product also has good release control properties, increased efficiency and security in delivery.

Keywords: essential oils, microencapsulation, spray drying, wall material composition, process condition



บทนำ

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชเป็นน้ำมันหอมระเหยแหล่งใหญ่และมีความสำคัญกับอุตสาหกรรมเกษตร โดยเฉพาะการแต่งกลิ่นอาหาร กลิ่นเครื่องสำอาง กลิ่นน้ำหอม นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง (Teixeira et al., 2013) ทั่วโลกมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 3,000 ชนิด โดยผลิตได้จากพืชประมาณ 2,000 ชนิดและมีประมาณ 300 ชนิดเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีความสำคัญทางอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละปีมีการผลิตน้ำมันหอมระเหย 40,000-60,000 ตันต่อปี และมีมูลค่าการตลาดประมาณ 700 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี และมีอัตราการเพิ่มขึ้นทุกปี เป็นการบ่งชี้ว่าทั่วโลกมีความต้องการใช้น้ำมันหอมระเหยที่มากขึ้นทุกปี (Djilani & Dicko, 2012) มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย คือ การแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) การปรับลักษณะทางพันธุกรรม (plant ecotype or variety) สารอาหารของพืช (plant nutrition) การใช้ปุ๋ย (application of fertilizers) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่พืชอาศัยอยู่ (geographic location of the plants) ลักษณะภูมิอากาศ (surrounding climate) การแปรเปลี่ยนของฤดูกาล (seasonal variations) ความเครียดของพืชระหว่างการเติบโต (stress during growth or maturity) และการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (post harvest and storage) นอกจากนี้ยังมีวิธีการสกัด

น้ำมันหอมระเหยซึ่งจะบ่งบอกร้อยละของผลได้ (%yield) และสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย (chemical composition) ซึ่งจะส่งผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย (Alvarez-Castellanos & Pascual-Villalobos, 2003) น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ได้มาจากส่วนของพืชที่แตกต่างกัน เช่น ดอก ใบ ต้น ราก ผล และกลีบของผล ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่มาจากส่วนที่ต่างกันก็จะมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกัน ในลักษณะเดียวกันการสกัดพืชด้วยตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วแตกต่างกันก็จะได้สารเคมีที่แตกต่างกัน (Cowan, 1999) แต่การวิเคราะห์ว่าสารชนิดใดเป็นตัวออกฤทธิ์ทางชีวภาพค่อนข้างจะยุ่งยากเนื่องจากสารในกลุ่มน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่จะมีฤทธิ์ที่เสริมกัน (synergistic) (Terblanche & Kornelius, 2000)

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิดที่มีมวลโมเลกุลต่ำ (น้อยกว่า 500 ดาลตัน) ซึ่งสามารถสกัดได้ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) การสกัดด้วยน้ำเดือด (water distillation) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) (Nakatsu et al., 2000) แต่วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือการกลั่นด้วยไอน้ำ น้ำมันหอมระเหยถูกกักเก็บไว้ในหลายส่วนของพืช เช่น oil ducts, resin ducts และ glands หรือ trichomes (glandular hairs) (Baser & Demirci, 2007) ในระดับอุตสาหกรรม การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำเป็นวิธีที่นิยมและเหมาะสม (Masango, 2005)

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ประกอบด้วยสารทุติยภูมิจากพืชประมาณ 20-100 ชนิด ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไปตามการแบ่งทางเคมี (Carson & Hammer, 2011) น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่จะมาจากสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) และฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) และส่วนน้อยจะมาจากสารกลุ่มอะโรมาติก (aromatic) และอะลิฟาติก (aliphatic) แต่สารเคมี 2 กลุ่มหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่สารกลุ่มมอโนเทอร์พีน (monoterpenes), เซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) และอนุพันธ์ของออกซิเจน (oxygenated derivative) (Carson, Hammer & Riley, 2006) และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย จะมีเพียง 1-2 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้น ๆ (Bakkali et al., 2008) แต่ในบางครั้งฤทธิ์ทางชีวภาพก็ไม่ได้มาจากสารประกอบหลักเพียงอย่างเดียว อาจเกิดจากสารปริมาณน้อยหลายชนิดรวมกันแล้วเกิดมีฤทธิ์ทางชีวภาพขึ้น ตัวอย่างเช่น มีการรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่มีฤทธิ์ด้านการเจริญตัวของแมลง (insect larvae หรือ lepidopteran larvae) ซึ่งมาจากสารหลายชนิดในน้ำมันโรสแมรี่ที่มีฤทธิ์เสริมกัน (synergistic) ในขณะที่เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยมาแยกเป็นชนิด ๆ พบว่าไม่มีฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าว (Isman, Wilson & Bradbury, 2008)

วงศ์ของพืชที่มีศักยภาพในการสร้างน้ำมันหอมระเหย (Taxonomy of essential oil producing plants)

พืชที่สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ มีกระจายอยู่ใน 60 วงศ์ เช่น Alliaceae, Apiaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Poaceae และ Rutaceae ซึ่งเป็นวงศ์ที่สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยได้ปริมาณมาก มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีและมีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรม (Vigan, 2010; Hammer & Carson, 2011) วงศ์ของพืชที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันหอมระเหยคือวงศ์ที่สามารถสร้างสารเทอร์พีนอยด์เป็นปริมาณมาก โดยขณะที่พืชในวงศ์ Apiaceae (Umbelliferae), Lamiaceae, Myrtaceae, Piperaceae และ Rutaceae มีการสร้างน้ำมันหอมระเหย

ที่มีสารตั้งต้นเป็นสารกลุ่มฟีนิลโพรพานอยด์ (Chami et al., 2004) และน้ำมันหอมระเหยที่ผลิตได้จากพืชในวงศ์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น น้ำมันผักชี (coriander oil) น้ำมันเทียนสัตตบุขย์ (anise/aniseed oil) น้ำมันเทียนตาตุ๊กแดง หรือน้ำมันเทียนข้าวเปลือก (dill oil) และ fennel oil ที่ได้จากพืช *Coriandrum sativum*, *Pimpinella anisum*, *Anethum graveolens* และ *Foeniculum vulgare* ตามลำดับ ซึ่งพืชเหล่านี้อยู่ในวงศ์ Apiaceae และมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญคือ ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ด้านเชื้อรา (antifungal) ด้านมะเร็ง (anticancer) และด้านไวรัส (antiviral) และยังพบอีกว่าพืชในสกุลอื่น ๆ ที่อยู่ในวงศ์ Apiaceae ก็มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ คือเป็นยาเคมีบำบัด (chemotherapeutic) ด้านไวรัส (antiviral) ด้านเชื้อจุลชีพ (antimicrobial) ด้านการก่อกลายพันธุ์ (antimutagenic) ด้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) และด้านการอักเสบ (anti-inflammatory) นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีพืชที่อยู่ในวงศ์ Apiaceae นำมาใช้ในการรักษาโรคลำไส้อักเสบและหลอดลมอักเสบ (intestinal disorders and bronchitis) ได้แก่ *Mentha piperita*, *Rosmarinus officinalis*, *Ocimum basilicum*, *Salvia officinalis*, *Origanum vulgare*, *Melissa officinalis*, *Satureja hortensis*, *Thymus vulgaris* และ *Lavandula angustifolia* (Burt, 2004) ส่วนน้ำมันอบเชย (Cinnamon oil) ได้จากพืช *Cinnamomum verum* อยู่ในวงศ์ Lauraceae พบว่ามีสารยูจีนอล (eugenol) เป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญในการต้านเชื้อแบคทีเรีย (antimicrobial) และต้านมะเร็ง (anticancer) มีพืชหลายชนิดของวงศ์ Myrtaceae ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ตัวอย่างเช่น *Melaleuca alternifolia*, *Eucalyptus globulus*, *Syzygium aromaticum* (*Eugenia caryophyllus*) และ *Myrtus communis* ที่มีการสร้างน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ด้านเชื้อรา (antifungal) ด้านเนื้องอก (antitumor) ด้านมะเร็ง (anticancer) และด้านไวรัส (antiviral) (Burt, 2004; Hammer & Carson, 2011)

วงศ์ Poaceae หรือพืชในวงศ์หญ้า (grasses) ก็มีน้ำมันหอมระเหยหลายชนิดน้ำมันตะไคร้ (lemongrass oil) (จากต้น *Cymbopogon citratus*), น้ำมันตะไคร้หอม (citronella oil) (จากต้น *C. nardus*) และ palmarosa oils (จากต้น *C. martinii*) สารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ citral, geraniol และ geranyl acetate ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อราและฤทธิ์ต้านมะเร็ง (antimicrobial and anticancer properties) ส่วนน้ำมันส้ม (citrus oils) ที่อยู่ในวงศ์ Rutaceae ส่วนมากจะได้จากส่วนของเปลือกผล (fruit peel) ประกอบด้วยสารเคมี limonene และ linalool สารสำคัญเหล่านี้มีศักยภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial) ส่วนพืชจากวงศ์ Geraniaceae และ Santalaceae มีต้นไม้อีกที่สำคัญ คือ *Pelargonium graveolens* และ *Santalum* spp. ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญคือ geranium และ sandalwood oil (Bedi, Tanuja & Vyas, 2010) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวงศ์ที่มีน้ำมันหอมระเหยที่มีความสำคัญคือวงศ์ Cupressaceae, Hypericaceae (Clusiaceae), Fabaceae (Leguminosae), Liliaceae, Pinaceae และ Zygophyllaceae ซึ่งมีความน่าสนใจในการนำมาทำวิจัยเป็นอย่างยิ่ง (Hammer & Carson, 2011)

น้ำมันหอมระเหยกับความสำคัญทางเศรษฐกิจในระดับอุตสาหกรรม (Essential oils with economic importance in medicinal industry)

ปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยกำลังได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของกลิ่น (perfumery) และแต่งกลิ่นอาหาร (food/confectionary) และในส่วนของตลาดยา (pharmaceuticals) และเครื่องสำอาง (cosmetics) ก็ได้รับความนิยมอย่างสูง การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการใช้น้ำมันหอมระเหยมาใช้กับผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (cosmetics industry) มีการใช้สมุนไพร (herbs) และเครื่องเทศ (spice) เป็นจำนวนมากในการนำมาผลิตครีมทาผิว (skin creams), ครีมนวด (balms), แชมพู (shampoos), สบู่ (soaps) และ

การแต่งกลิ่น (perfumes) ในระดับอุตสาหกรรม น้ำมันหอมระเหยถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม (soft drink companies) น้ำมันหอมระเหยเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในอุตสาหกรรมยาในศตวรรษที่ 20 (Cragg, Newman & Snader, 1997) มีการใช้ผลิตภัณฑ์จากอโรมาเธอราพี (aromatherapy products) ระบบยาแผนโบราณ (traditional systems of medicines) และระบบการใช้อยาทางเลือก (complementary systems of medicines) ซึ่งกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในทวีปยุโรป แอฟริกา และเอเชีย ส่วนประกอบของตลาดอุตสาหกรรมยาที่มีมูลค่าถึงร้อยล้านดอลลาร์ ได้แก่ บริษัทในกลุ่ม pharmaceuticals, medicinal supplements และ nutraceutical (Nakatsu et al., 2000; Hussain et al., 2008; Teixeira et al., 2013) น้ำมันหอมระเหยที่ผลิตได้ (> 70,000 tonnes per annum) จากสหรัฐอเมริกา บราซิล อินเดีย และจีน โดยสามารถผลิตได้จากการปลูกและจากธรรมชาติ แต่การผลิตน้ำมันหอมระเหยยังสามารถผลิตได้ทั่วโลกโดยเฉพาะในประเทศออสเตรเลีย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย ศรีลังกา แอฟริกาใต้ แอฟริกา อียิปต์ ฝรั่งเศส สเปน อิตาลี เยอรมัน รัสเซีย เนปาล บังกลาเทศ และปากีสถาน ตัวอย่างเช่นน้ำมันหอมระเหยแฝกหอม (vetiver/khus) กานพลู (clove) ตะไคร้ (lemon grass) แมงลัก (basil) และขึ้นฉ่าย (celery oils) มีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ที่อินเดีย ส่วนสเปนและฝรั่งเศสเป็นแหล่งใหญ่ในการผลิตโรสแมรี่ (rosemary) ที่ได้จาก *R. officinalis* ส่วนน้ำมันหอมระเหยเจอราเนียม (geranium) และเจอราเนียมโรส (rose geranium) จะได้จาก *Pelargonium* sp. ซึ่งเป็นพืชประจำถิ่นของแอฟริกา ส่วนน้ำมันทีทรี (tea tree oil) จะได้จากประเทศออสเตรเลีย และเวล และน้ำมันลาเวนเดอร์ (lavender) จะผลิตได้จากแถบยุโรป แน่นอนว่าประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่เป็นผู้ส่งออกหลักโดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหย (Bedi, Tanuja & Vyas, 2010) มีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 300 ชนิดที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ (Bakkali et al., 2008) น้ำมันหอมระเหยที่มีการผลิตมากและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ น้ำมันส้ม (orange oil) (*C. sinensis*), น้ำมันสะระแหน่ญี่ปุ่น (corn mint) (*Mentha arvensis*), น้ำมันเปปเปอร์มินต์

(peppermint) (*Mentha* sp.), น้ำมันยูคาลิปตัส (eucalyptus) (*E. globulus*), น้ำมันตะไคร้หอม (citronella) (*Cymbopogon* sp.), น้ำมันส้ม (lemon) (*C. limon*), น้ำมันกานพลู (clove) (*S. aromaticum*) และการบูร (camphor) (*C. camphora*) นอกจากนี้ยังมีการเริ่มผลิต น้ำมันหอมระเหยอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ basil, clary sage, lavender, sage, thyme, tarragon, chamomile, wormwood, coriander, fennel, dill, celery, anise, ajowan และ cumin oils (Hussain et al., 2008; Bedi, Tanuja & Vyas, 2010) มูลค่าของน้ำมันหอมระเหย เหล่านี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ผลิตวัตถุดิบ (source material), ความบริสุทธิ์ (purity), ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย (composition) มีสมุนไพรหลายชนิดที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาจากพืชสมุนไพร วงศ์ที่สามารถผลิตน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ วงศ์ Apiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rutaceae ซึ่งมีความสำคัญและควรส่งเสริม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในระบบยาสมุนไพร ตัวอย่างของ น้ำมันหอมระเหยที่มีความสำคัญ ได้แก่ น้ำมันโป๊ยกั๊ก (anise seed oil) (*P. anisum*), น้ำมันยี่ห่วย (caraway) (*Carum carvi*), น้ำมันยี่ห่วยดำ (black caraway) (*Carum nigrum*), น้ำมันยี่ห่วยแขก (cumin) (*C. cyminum*), ออริกาโน (oregano) (*O. vulgare*), กานพลู (clove) (*S. aromaticum*), ทีทรี (tea tree) (*M. alternifolia*), น้ำมันเมล็ดผักชี (coriander) (*C. sativum*), น้ำมันเสจ (sage) (*S. officinalis*), summer savoury (*S. hortensis*), น้ำมันโหระพา (sweet basil) (*O. basilicum*), fennel (*F. vulgare*), น้ำมันไทม์ (thyme) (*T. vulgaris*), เลมอนบาร์ม (lemon balm) (*M. officinalis*), น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (peppermint) (*M. piperita*) และน้ำมันเยอรมัน คาร์โมไมด์ (german chamomile) (*M. chamomilla*) (Hammer & Carson, 2011; Hussain et al., 2008; Bedi, Tanuja & Vyas, 2010) ในส่วนของวงศ์ที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันหอมระเหยอีก ได้แก่ Cupressaceae, Hypericaceae (Clusiaceae), Fabaceae (Leguminosae), Liliaceae, Pinaceae, Piperaceae, Rosaceae, Santalaceae, และ Zygophyllaceae ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากวงศ์ของ

พืชเหล่านี้จึงมีความสำคัญโดยเฉพาะคุณสมบัติในการเป็น ยาสมุนไพร (Hammer & Carson, 2011)

เนื่องจากข้อจำกัดของน้ำมันหอมระเหยคือความไม่คงตัวจากแสง ความร้อน อากาศ ความชื้น และยังมี การระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้น้ำมันสูญเสียสภาพ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Peaparkdee, Iwamoto & Yamauchi, 2016) ทั้งนี้วิธีการเพิ่มความคงตัวให้กับน้ำมันหอมระเหยคือ การป้องกันการเกิดออกซิเดชันและป้องกันการ ระเหยของน้ำมันด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเก็บใน ภาชนะที่ปิดสนิท การกำจัดออกซิเจนออกจากภาชนะ บรรจุ การเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ หรือการเติมสารต้าน ออกซิเดชันลงในน้ำมันเพื่อเพิ่มความคงตัว เป็นต้น การไมโครเอนแคปซูลชัน เป็นอีกวิธีการหนึ่งซึ่งมีการนำ มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยอีก ด้วย (Casanova & Santos, 2012; Choe & Min, 2006)

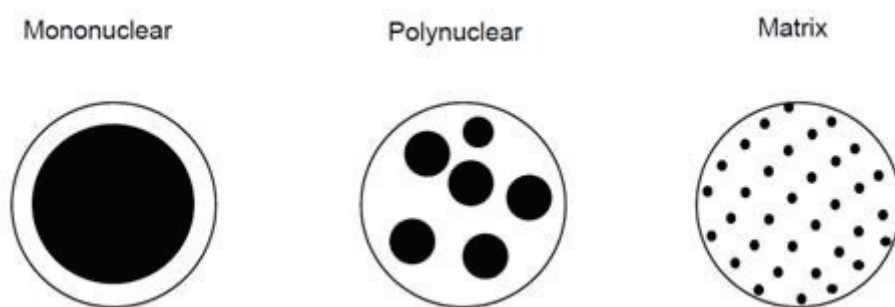
ไมโครเอนแคปซูลชัน (Microencapsulation)

ไมโครเอนแคปซูลชัน (microencapsulation) เป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สด้วยพอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปของแคปซูลขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครแคปซูล ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1 จนถึง 800 ไมโครเมตร เป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันการระเหย การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และ การถูกทำลายโดยความร้อน แสง ความชื้น และอากาศ จึง ช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาอีกทั้งช่วยเปลี่ยนสถานะ สารจากของเหลวเป็นของแข็งจึงช่วยเพิ่มความเสถียร ในกระบวนการขนส่งและเก็บรักษา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ ที่ได้ยังมีคุณสมบัติในการควบคุมการปลดปล่อย สามารถ เพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการนำส่งยาได้ ด้วยเหตุนี้ทำให้ไมโครเอนแคปซูลชันเป็นเทคโนโลยีที่มี การพัฒนาอย่างต่อเนื่องและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายใน อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรม ยา และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น (Kausadikar, Gadhave & Wanghmare, 2015)

ส่วนประกอบของไมโครแคปซูล

โครงสร้างของไมโครแคปซูล ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ สารที่ถูกห่อหุ้มซึ่งเป็นของเหลวหรือของแข็ง เรียกว่า สารแกนกลาง (core หรือ internal phase) และ สารที่ใช้ห่อหุ้มซึ่งมีผนังบาง ๆ เรียกว่า สารห่อหุ้ม (wall หรือ coating material) ทำให้เกิดการฟอร์มตัวเป็น

ไมโครแคปซูลซึ่งสามารถจำแนกประเภทของไมโครแคปซูลตามโครงสร้างได้ 3 ประเภทคือ โครงสร้างอนุภาคเดี่ยว (Mononuclear), โครงสร้างอนุภาครวม (polynuclear) และโครงสร้างอนุภาคหลายชั้น (matrix) (Barbosa-Cánovas et al., 2005)



ภาพ 1 โครงสร้างของไมโครแคปซูล

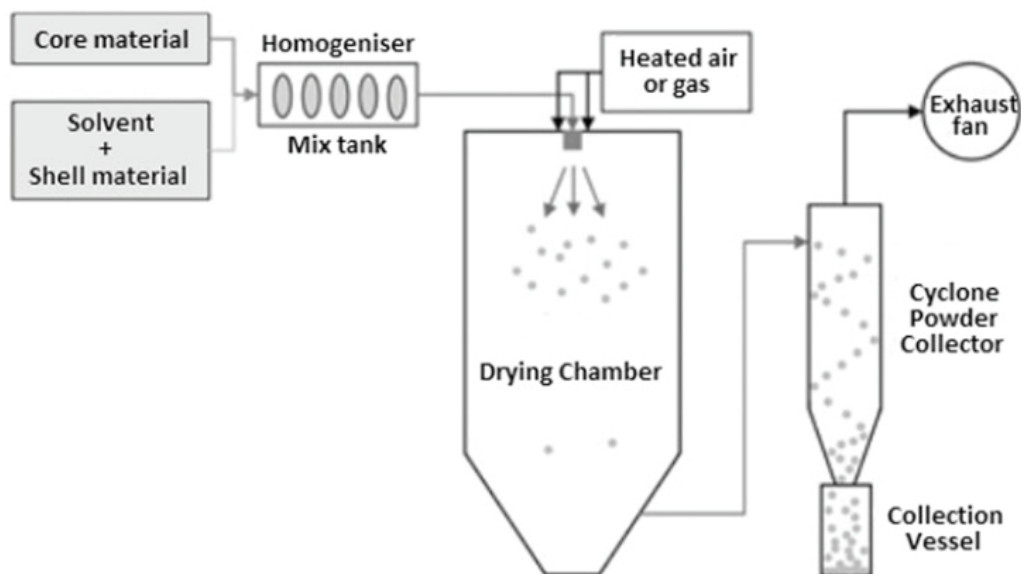
ที่มา จาก *Functional coatings: By polymer microencapsulation*, โดย Ghosh, 2006, Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

การเตรียมไมโครแคปซูลด้วยวิธีพ่นแห้ง (Spray drying)

ปัจจุบันมีวิธีการไมโครแคปซูลเลชันหลายวิธี เช่น วิธีพ่นแห้ง (spray drying), spray cooling/chilling, extrusion, fluidized bed coating, coacervation, liposome entrapment เป็นต้น แต่เทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุดในการอุตสาหกรรมอาหารและยา คือ วิธีพ่นแห้ง เนื่องจากใช้ต้นทุนต่ำ วิธีการไม่ยุ่งยาก มีประสิทธิภาพในการกักเก็บสูง (Ferreira et al. 2016) ด้วยเหตุนี้ งานบทความวิชาการนี้จึงมุ่งเน้นการอธิบายวิธีการเตรียมไมโครแคปซูลด้วยวิธีพ่นแห้งเป็นหลัก

ขั้นตอนการเตรียมไมโครแคปซูลน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีพ่นแห้ง

กระบวนการไมโครแคปซูลน้ำมันด้วยวิธีพ่นแห้ง มี 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water, O/W) ให้ได้อิมัลชันที่สามารถกักเก็บน้ำมันหอมระเหยได้ดี มีความคงตัว สามารถฉีดเข้าเครื่องพ่นแห้งในกระบวนการถัดไปได้ ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการพ่นแห้งเป็นการพ่นอิมัลชันผ่านความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำซึ่งละลายสารก่ออิมัลชันในวัฏภาคภายนอกกระเหยออกทำให้เกิดแผ่นฟิล์มห่อหุ้มน้ำมันซึ่งเป็นวัฏภาคภายใน ผลของกระบวนการดังกล่าวทำให้น้ำมันซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ของแข็งที่เป็นผงแห้งและตกลงสู่ไซโคลนสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ (Chen & Mujumdar, 2008; Gharsallaoui et al., 2007; Risch & Reineccius, 1988)



ภาพ 2 ขั้นตอนการเตรียมไมโครแคปซูลน้ำมันและสารแต่งกลิ่นด้วยวิธีพ่นแห้ง
ที่มา จาก Encapsulation of cosmetic active ingredients for topical application--a review, โดย Casanova and Santos, 2012, *Journal of Microencapsulation*, 33(1), 1-17.

ผลของกระบวนการพ่นแห้งต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไมโครแคปซูล

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ เช่น ปริมาณผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำมัน รูปร่างและขนาดอนุภาค bulk density และ tap density ตลอดจนถึงความชื้นของผงไมโครแคปซูลล้วนมีผลต่อความคงตัว ความสะดวกในการขนส่ง ตลอดจนไปถึงความคุ้มค่าในการผลิต ปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยที่ใช้ในการประเมินเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้กระบวนการพ่นแห้ง ประกอบด้วยหลายกระบวนการย่อย คือ การป้อนฉีดอิมัลชันเข้าเครื่องพ่นแห้งผ่านหัวฉีด (atomizer) เกิดเป็นละอองฝอยขนาดเล็ก การอบแห้งด้วยอุณหภูมิร้อนเข้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการระเหยนํ้าออกจากละอองฝอยทำให้เกิดผงไมโครแคปซูล โดยความดันและอัตราการไหลของอากาศจะทำหน้าที่ในการผลักดันให้ละอองฝอยเคลื่อนที่ไปสัมผัสความร้อนและนำผงแห้งตกลงสู่ไซโครน ซึ่งก่อนเข้าสู่ไซโครน ผงไมโครแคปซูลจะถูกลดความชื้นลงด้วยอุณหภูมิร้อนขาออก ซึ่งทุกกระบวนการข้างต้นล้วนแล้วแต่มีผลต่อคุณสมบัติของผงไมโครแคปซูล ดังนี้

อัตราการป้อน

อัตราการป้อนที่นิยมใช้ไมโครแคปซูลเลชันอยู่ระหว่าง 1.0-2.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (Laohasongkram, Mahamaktudsanee & Chaiwanichasiri, 2011) หากเพิ่มอัตราการป้อนจะทำให้ปริมาณละอองฝอยในเครื่องพ่นแห้งมีปริมาณสูง อุณหภูมิภายในจึงลดต่ำลงทำให้เกิดฟิล์มห่อหุ้มสารแกนกลางน้อยส่งผลให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ได้มีปริมาณน้อย อีกทั้งมีปริมาณความชื้นในผงแห้งสูง ซึ่งความชื้นดังกล่าวมีผลต่อความคงตัวของน้ำมันซึ่งเป็นสารแกนกลาง โดยทั่วไปปริมาณความชื้นในอาหารประเภทผงแห้งไม่ควรเกิน 4% (Goyal et al., 2015) อีกทั้งการเพิ่มอัตราเร็วในการป้อนตัวอย่างทำให้อนุภาคมีขนาดไม่สม่ำเสมอ รูปร่างอสมมาตร มีรูพรุนสูง ทำให้ bulk density และ tap density ของผงยาที่ได้สูง ทั้งนี้ bulk density ซึ่งเป็นความหนาแน่นและ tap density ซึ่งเป็นความหนาแน่นหลังเคาะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อขนาดและปริมาณในการบรรจุหรือขนส่ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการขนส่งและต้นทุนในการขนส่ง

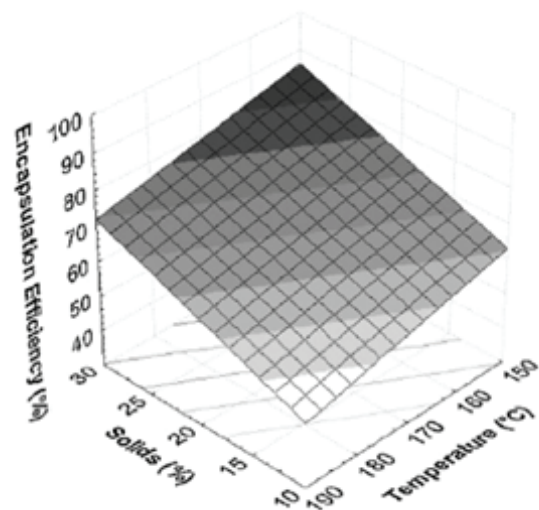
ความดันและอัตราการไหลของอากาศ

โดยทั่วไปความดันที่นิยมใช้ในการไมโครเอนแคปซูเลชันอยู่ระหว่าง 90-120 กิโลปาสกาล การเพิ่มความดันทำให้อัตราการเร็วในการพ่นแห้งเพิ่มขึ้น มุมในการพ่นละอองฝอยทำให้ลดการสะสมของผงแห้งบริเวณผนังของถังเครื่องพ่นแห้งจึงได้ปริมาณผลผลิตจากการผลิตเพิ่มขึ้น ต่างจากการลดความดันซึ่งทำให้ปริมาณผลผลิตลดลงขนาดอนุภาคลดลงเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มสูงขึ้นจึงทำให้ความสามารถในการไหลของผงไมโครแคปซูลลดลง ซึ่งจะมีผลต่อความสม่ำเสมอในแต่ละหน่วยบรรจุยา สำหรับอัตราการไหลของอากาศมีผลต่อระยะเวลาที่ละอองฝอยและอนุภาคผงแห้งอยู่ในถังอบแห้ง โดยทั่วไปนิยมไมโครเอนแคปซูเลชันโดยใช้อัตราการไหลของอากาศประมาณ 60 -90 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที หากอัตราการไหลของอากาศต่ำจะทำให้ระยะเวลาอยู่ในถังอบแห้งเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นในผงไมโครแคปซูลจึงลดลง (Kumphol & Suanthong, 1998, Huang et al., 2014)

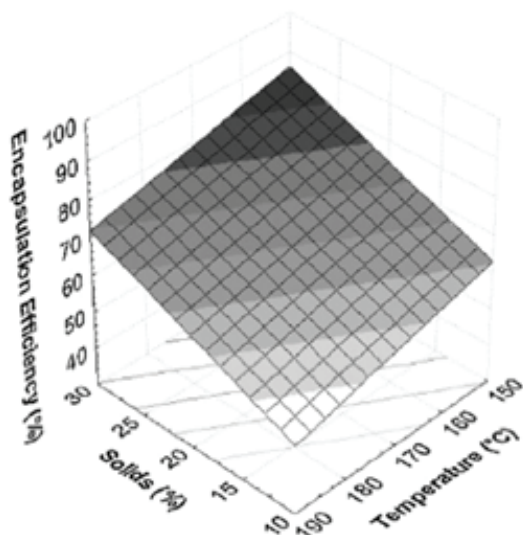
อุณหภูมิร้อนขาเข้าและขาออก

อุณหภูมิร้อนขาเข้าเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติโดยรวมของผงไมโครแคปซูลที่เตรียมได้ และการที่สามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิร้อนขาเข้าทำได้ง่ายจึงมีรายงานวิจัยหลายงานวิจัยที่มีการศึกษาผลของอุณหภูมิร้อนขาเข้าที่เหมาะสมในการไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันชนิดต่าง ๆ ซึ่งอุณหภูมิที่ประสบความสำเร็จในการไมโครเอนแคปซูเลชันมักอยู่ในช่วง 150-200°C (Laohasongkram, Mahamaktudsanee & Chaiwanichasiri, 2011) เช่น Frascareli et al. (2012) ซึ่งศึกษาสภาวะที่ในการไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันกาแฟโดยใช้กัมอราบิกเป็นสารห่อหุ้มพบว่า อุณหภูมิขาเข้าที่สูงขึ้นก็มีผลทำประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันและปริมาณน้ำมันทั้งหมดในผงไมโครแคปซูลเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิความร้อนมีผลต่ออัตราเร็วการระเหยของน้ำออกและการเกิดฟิล์ม (film formation) ความร้อนที่สูงขึ้นจะทำให้ผิวนอกสุดของสารห่อหุ้มแห้งและเกิดฟิล์มอย่างรวดเร็วจึงกักเก็บน้ำมันไว้ได้ในปริมาณสูง (ภาพ 3 และภาพ 4)

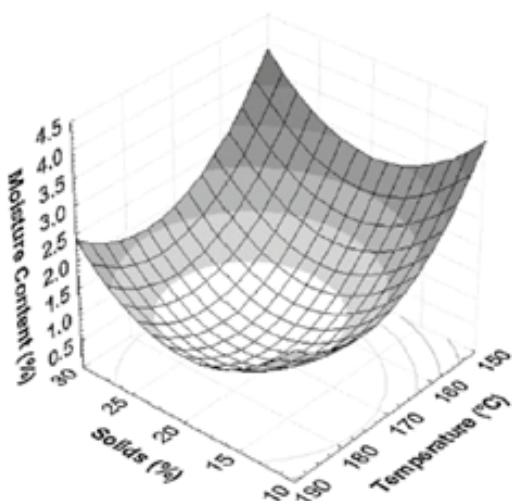
อย่างไรก็ตามการระเหยของน้ำที่ผิวละอองฝอยอย่างรวดเร็วอาจทำให้น้ำที่อยู่ภายในยังไม่ระเหยออกมาได้ทันอาจทำให้เกิดอากาศหรือฟองอากาศอยู่ในผนังของสารไมโครแคปซูลทำให้ปริมาณ bulk density และ tap density สูงขึ้น นอกจากนี้ความดันที่เกิดจากความพยายามระเหยน้ำออกภายในอาจทำให้เกิดการแตกของเปลือกสารห่อหุ้มเกิดการสูญเสียน้ำมันและทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันสารแกนกลางจากสภาพแวดล้อมภายนอกลดลง สำหรับความชื้นของผงไมโครแคปซูลพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศร้อนขาเข้าในช่วงความแรกทำให้ปริมาณความชื้นในผงไมโครแคปซูลลดลงเนื่องจากมีอัตราการระเหยของน้ำเพิ่ม แต่อย่างไรก็ตามหากเพิ่มอุณหภูมิของอากาศร้อนขาเข้าสูงเกินไปจะทำให้ moisture content สูงขึ้น เนื่องจากการเกิดฟิล์มอย่างรวดเร็วทำให้น้ำที่อยู่ภายในอนุภาคระเหยออกมาได้ยากจึงมีปริมาณน้ำสะสมในอนุภาค (ภาพ 5) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิขาเข้าเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการควบคุมคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของผงไมโครแคปซูล อีกทั้งสามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิได้ง่ายจึงสะดวกในการพัฒนาตำรับกว่าปัจจัยอื่น



ภาพ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดในตำรับและอุณหภูมิร้อนขาเข้าซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำมันเมล็ดกาแฟของไมโครแคปซูล โดยวิธีพ่นแห้ง



ภาพ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดในตำรับและอุณหภูมิร้อนชาเข้าซึ่งมีผลต่อน้ำมันเมล็ดกาแฟทั้งหมด



ภาพ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดในตำรับและอุณหภูมิร้อนชาเข้าซึ่งมีผลต่อความชื้นของไมโครแคปซูล

สำหรับอุณหภูมิชาออกมีผลต่อประมาณความชื้นและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปนิยมใช้อุณหภูมิชาออกอยู่ระหว่าง 70-90°C (Kha et al., 2014) หากมีการลดปริมาณอุณหภูมิชาออกจะทำให้ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์หลังการเกิดฟิล์มได้ลดลง ซึ่งเพิ่มโอกาสในการเกาะกลุ่มกันของอนุภาคผงยา (agglomeration)

รวมทั้งอาจมีผลต่อการเพิ่มปฏิกิริยาออกซิเดชันและไฮโดรไลซิสของน้ำมันที่ถูกกักเก็บ (Adamiec et al., 2012)

สารหล่อหุ้มกับคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

สารหล่อหุ้มเป็นสารมีคุณสมบัติในการก่ออิมัลชันและสามารถเกิดฟิล์มเพื่อห่อหุ้มสารแกนกลางได้ ทั้งนี้คุณสมบัติดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมัน และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไมโครแคปซูลที่เตรียมได้ สำหรับสารที่นิยมใช้ในการห่อหุ้มน้ำมันและสารแต่งกลิ่น คือ กัมอราบิก เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ตีหลายประการในการกักเก็บน้ำมันและสารแต่งกลิ่น แต่การที่กัมอราบิกเป็นสารสกัดจากธรรมชาติทำให้มีข้อจำกัดด้านปริมาณการผลิตที่สามารถผลิตได้ปริมาณค่อนข้างน้อย จึงมีราคาแพง และไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย จึงมีความพยายามคัดเลือกสารชนิดอื่นเพื่อใช้แทนหรือใช้ร่วมกับกัมอราบิกเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว เช่น แป้งดัดแปลงโครงสร้าง (modified starch) เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า แป้งหลายชนิดซึ่งผลิตได้เองในประเทศไทยเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งมีศักยภาพในการก่อฟิล์มในกระบวนการไมโครเอนแคปซูเลชันและมีราคาถูกจึงนำมาใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับกัมอราบิกในการเตรียมไมโครแคปซูล เช่น แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (De Barros Fernandes et al., 2013; Ferreira et al., 2016; Surojanametakul et al., 2005) ด้วยเหตุนี้บทความนี้จึงมุ่งเน้นการอธิบายคุณสมบัติของกัมอราบิกและแป้งชนิดต่าง ๆ เป็นหลัก

กัมอราบิก (Gum Arabic--GA) คือ กัมที่ได้จากยางพืช (exudate gum) ในกลุ่มสารไฮโดรคอลลอยด์ ที่หลั่งออกมาจากกิ่งก้านของพืชในกลุ่มมอคาเซีย เช่น *Acacia senegal*, *Acacia seyal* ซึ่งพบในแถบทวีปแอฟริกา จากคุณสมบัติของกัมอราบิกที่มีความหนืดต่ำเมื่อใช้ที่มีความเข้มข้นสูงทำให้สามารถใช้ได้ในความเข้มข้นสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการห่อหุ้มและให้ประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันมีสูง จากคุณสมบัติข้างต้นจึงมีการนำกัมอราบิกมาใช้เป็นสารหล่อหุ้มในการเอนแคปซูเลชัน

น้ำมันจำนวนมาก เช่น การเอนแคปซูเลชันน้ำมันโรสแมรี (De Barros Fernandes et al. 2014) การเอนแคปซูเลชันน้ำมันออริกาน (Hijo et al. 2015) เป็นต้น แต่กัมมอราบิกเองมีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณการผลิต เนื่องจากเป็นสารที่ผลิตจากพืช มีราคาค่อนข้างสูง และไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย

แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง องค์ประกอบโดยทั่วไปเป็นสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตซึ่งละลายและละลายแล้วให้สารที่มีลักษณะเป็นไฮโดรคอลลอยด์เช่นเดียวกับกัมมอราบิกแต่ให้ความหนืดสูงกว่า เป็นสารก่ออิมัลชันที่มีประสิทธิภาพต่ำทำให้ประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันต่ำและไม่สามารถใช้ในปริมาณสูงได้ แต่แป้งมันสำปะหลังมีข้อดีคือแป้งมันสำปะหลังผลิตกันเป็นที่ยาวนานได้ง่าย ราคาถูก และผลิตได้ปริมาณมากในประเทศไทย สำหรับข้อจำกัดเรื่องคุณสมบัติการก่ออิมัลชันต่ำนั้นทำให้ไม่สามารถไม่เลือกใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารหล่อหุ้มเดี่ยว จึงต้องนำมาผสมกับสารหล่อหุ้มชนิดอื่นเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการหล่อหุ้มเป็นสารหล่อหุ้ม เช่น การใช้แป้งมันสำปะหลังมาผสมกับกัมมอราบิกในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อทำไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันปาล์ม (Ferreira et al., 2015) และการไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันรำข้าวด้วยวิธีพ่นแห้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังร่วมกับโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (soya protein isolate complex) เป็นสารหล่อหุ้ม (Muraly et al., 2016) ซึ่งพบว่าไมโครแคปซูลที่ได้ให้ร้อยละของการกักเก็บน้ำมันที่สูงและสามารถป้องกันการเกิด peroxidation ของน้ำมันที่กักเก็บได้

แป้งข้าว (rice starch) เป็นแป้งที่ได้จากเมล็ดข้าว โดยแป้งข้าวซึ่งมีการผลิตและนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทยคือ แป้งข้าวเจ้า (regular rice starch) และแป้งข้าวเหนียว (glutinous rice starch) ซึ่งพบว่าแป้งทั้งสองชนิดมีศักยภาพเป็นในการเตรียมไมโครแคปซูลด้วยวิธีพ่นแห้ง เมื่อใช้เป็นสารหล่อหุ้มร่วมกับกัมมอราบิก โดยผงไมโครแคปซูลที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกลม มีขนาดอนุภาค bulk density และ tap density ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าไมโครแคปซูล

ซึ่งเตรียมจากกัมมอราบิกร่วมกับแป้งข้าวเหนียวมีความขึ้นน้อยกว่ากัมมอราบิกร่วมกับแป้งข้าวเจ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.93% และ 8.20% ตามลำดับ (Surojanametakul et al., 2005)

มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) เกิดจากตัดแปลงโครงสร้างของแป้งออกบางส่วนด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิส ทำให้ได้สารที่มีความหนืดต่ำ สามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น จึงช่วยลดข้อจำกัดที่พบในแป้งตามธรรมชาติได้ การผ่านกระบวนการดังกล่าวทำให้สารที่ได้มีราคาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแป้งตามธรรมชาติแต่ยังมีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับกัมมอราบิก ซึ่งนิยมนำมาใช้มากในการไมโครเอนแคปซูเลชัน แม้มอลโตเดกซ์ตรินมีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพในการหล่อหุ้มน้ำมันต้องใช้ร่วมกับกัมมอราบิกในการหล่อหุ้มน้ำมันแต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวก็สามารถต้นทุนในการผลิตลงได้ (De Barros Fernandes, Borges & Botrel, 2014)

นอกจากชนิดของสารหล่อหุ้มแล้ว ปริมาณสารหล่อหุ้มสัดส่วนสารหล่อหุ้มต่อน้ำมันหรือสารแกนกลาง และสัดส่วนการแทนกัมมอราบิกด้วยแป้งในสารหล่อหุ้มล้วนมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไมโครแคปซูลที่ได้ ทั้งนี้ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสัดส่วนสารหล่อหุ้มต่อสารแกนกลางที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 2:1 ถึง 4:1 เนื่องจากการใช้ปริมาณสารหล่อหุมน้อย คือ มีสัดส่วนน้อยกว่า 2:1 จะทำให้มีประสิทธิภาพในการก่ออิมัลชันและประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันต่ำ น้ำมันส่วนใหญ่จึงกระจายอยู่ที่ผิวของผงไมโครแคปซูล จึงไม่มีประโยชน์ในการปกป้องน้ำมันหรือสารแกนกลางจากสภาวะแวดล้อมภายนอก แต่หากมีการใช้ปริมาณสารหล่อหุ้มในปริมาณสูง คือ มีสัดส่วนสารหล่อหุ้มต่อสารแกนกลาง มากกว่า 4:1 แม้จะมีประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันสูงแต่การใช้สารหล่อหุ้มในปริมาณสูงทำให้ไม่คุ้มทุนในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (Frascareli et al., 2012; McNamee, O'Riordan & O'Sullivan, 2001)

ปริมาณสารหล่อหุ้มหรือของแข็งทั้งหมดในตำรับ (total solids) พบว่า การเพิ่มปริมาณสารหล่อหุ้มช่วยเพิ่มความสามารถในการเกิดอิมัลชันส่งผลให้ประสิทธิภาพในการหล่อหุ้มสารแกนกลางและปริมาณน้ำมันทั้งหมด

เพิ่มขึ้น (ภาพ 3 และภาพ 4) สำหรับปริมาณความชื้นในตำรับพบว่า การเพิ่มปริมาณสารหล่อหุ้มในปริมาณน้อย ๆ จะช่วยลดปริมาณน้ำในตำรับทำให้ผงไมโครแคปซูลมีปริมาณความชื้นลดลง แต่หากเพิ่มปริมาณสารหล่อหุ้มมากเกินไปจะทำให้โอมัลชันมีความหนืดสูงจึงลดความสามารถในป้อน อีกทั้งการความหนืดที่เพิ่มขึ้นจะขัดขวางการระเหยออกของน้ำขณะพ่นแห้งระเหยได้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง (ภาพ 5) ซึ่งอาจนำไปสู่แนวโน้มการเกิดความไม่คงตัวในตำรับ (Frascareli et al., 2012)

สำหรับสัดส่วนการแทนที่กัมอราบิกด้วยแป้งเนื่องจากแป้งมีความสามารถในการกักโอมัลชันน้อยกว่ากัมอราบิกดังนั้นการปรับลดสัดส่วนของกัมอราบิกลงและเพิ่มสัดส่วนของแป้งในตำรับจึงทำให้ประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำมันลดลง (Ferreira et al., 2016) อย่างไรก็ตามพบว่าการเพิ่มสัดส่วนของแป้งในตำรับช่วยลดการเกิดติดของผงไมโครแคปซูลกับผนังของเครื่องพ่นแห้งจึงทำให้ปริมาณผลิตผลสูงขึ้น (Santana et al., 2016) สำหรับสัณฐานวิทยาของผงไมโครแคปซูลพบว่าการใช้กัมอราบิกร่วมกับแป้งช่วยให้ผงยามีลักษณะเป็นทรงกลมและมีผิวเรียบมากกว่าการใช้กัมอราบิกเพียงอย่างเดียวเนื่องจากแป้งช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดหยุ่นของผิวอนุภาคขณะพ่นแห้ง กรณีความชื้นในตำรับพบว่าตำรับซึ่งมีสัดส่วนการแทนที่แป้งในตำรับเพิ่มขึ้นมีผลเพิ่มปริมาณความชื้นของผงไมโครแคปซูล เนื่องจากผลของความชื้นของวัตถุดิบซึ่งแป้งปริมาณความชื้นสูงกว่ากัมอราบิก (De Barros Fernandes, Borges & Botrel, 2014; Ferreira et al., 2016)

บทสรุป

การทำไมโครเอนแคปซูลชันน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีพ่นแห้ง เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหย โดยปัจจัยที่มีผลต่อการพ่นแห้งของน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ ส่วนประกอบของสารหล่อหุ้มและสภาวะการผลิต เช่น อัตราการป้อน ควรอยู่ในช่วง 1-2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความดัน ควรอยู่ในช่วง 90-120 กิโลปาสกาล และอัตราการไหลของอากาศ ควรอยู่ในช่วง 60-90 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที อุณหภูมิร้อนขาเข้าและขาออก ควรอยู่ในช่วง 150-200°C และ 70-90°C ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสะดวกในการขนส่ง การนำไปใช้งาน ตลอดจนการเก็บรักษา

การศึกษาเทคนิคไมโครเอนแคปซูลชันน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีพ่นแห้ง เป็นการศึกษาที่มีความจำเป็นเนื่องจากคุณสมบัติที่เป็นข้อเสียของน้ำมันหอมระเหยที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดความไม่คงตัว ดังนั้นการทำให้อยู่ในรูปไมโครแคปซูล ทำให้ความคงตัวเพิ่มขึ้น นำไปใช้ได้สะดวก อีกทั้งยังสามารถทราบวามันหอมระเหยที่กักเก็บไว้มีปริมาณเท่าใด เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้และสามารถควบคุมการปลดปล่อยของน้ำมันหอมระเหยของไมโครแคปซูลได้อีกทั้งการใช้สารหล่อหุ้มที่มีในประเทศ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว เป็นการสร้างมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่มีในประเทศได้อีกด้วย

ในอนาคตจะมีการใช้น้ำมันหอมระเหยในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการมีวิธีการที่เพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยและให้สามารถนำไปใช้ได้ง่าย ยิ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ น้ำมันหอมระเหยทั้งในและต่างประเทศ เป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศอีกทางหนึ่งด้วย



References

- Adamiec, J., Borompichaichartkul, C., Srzednicki, G., Panket, W., Piriypunsakul, S., & Zhao, J. (2012). Microencapsulation of kaffir lime oil and its functional properties. *Drying Technology*, 30(9), 914-920.
- Alvarez-Castellanos, P. P., & Pascual-Villalobos, M. J. (2003). Effect of fertilizer on yield and composition of lower head essential oil of *Chrysanthemum coronarium* (Asteraceae) cultivated in Spain. *Industrial Crops and Product*, 17(2), 77-81.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils-a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Barbosa-Cánovas, G. V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., & Yan, H. (2005). *Food powders physical properties, processing and functionality*. New York: Kluwer Academic.
- Baser, K. H. C., & Demirci, F. (2007). Chemistry of essential oils. In R. G. Berger (Ed.), *Flavours and fragrances: Chemistry, bioprocessing and sustainability*. Berlin: Springer.
- Bedi, S., Tanuja, S., & Vyas, S. P. (2010). *A handbook of aromatic and essential oil plants: Cultivation, chemistry, processing and uses*. India: Agrobios.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.
- Casanova, F., & Santos, L. (2012). Encapsulation of cosmetic active ingredients for topical application --a review. *Journal of Microencapsulation*, 33(1), 1-17.
- Carson, C. F., Hammer, K. A., & Riley, T. V. (2006). *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: A review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 50-62.
- Carson, C. F., & Hammer, K. A. (2011). Chemistry and bioactivity of essential oils. In H. Thormar (Ed.), *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Chami, F., Chami, N., Bennis, S., Trouillas, J., & Remmal, A. (2004). Evaluation of carvacrol and eugenol as prophylaxis and treatment of vaginal candidiasis in an immunosuppressed rat model. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 54(5), 909-914.
- Chen, X. D., & Mujumdar, A. S. (2008). *Drying technologies in food processing*. Oxford: Blackwell.
- Choe, E., & Min, D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 169-186.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.

- Cragg, G. M., Newman, D. J., & Snader, K. M. (1997). Natural products in drug discovery and development. *Journal of Natural Products*, 60(1), 52-60.
- De Barros Fernandes, R. V., Borges, S. V., Botrel, D. A., Silva, E. K., Costa, J. M. G. D., & Queiroz, F. (2013). Microencapsulation of rosemary essential oil: Characterization of particles. *Drying Technology*, 31(11), 1245-1254.
- De Barros Fernandes, R. V., Borges, S. V., & Botrel, D. A. (2014). Gum arabic/starch/maltodextrin/inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. *Carbohydrate Polymers*, 101(2014), 524-532.
- Djilani, A., & Dicko, A. (2012). The therapeutic benefits of essential oils. In J. Bouayed & T. Bohn (Eds.), *Nutrition, well-being and health*. Rijeka: InTech.
- Ferreira, C. D., Da Conceição, E. J. L., Machado, B. A. S., Hermes, V. S., De Oliveira Rios, A., Druzian, J. I., & Nunes, I. L. (2016). Physicochemical characterization and oxidative stability of microencapsulated crude palm oil by spray drying. *Food and Bioprocess Technology*, 9(1), 124-136.
- Frascareli, E. C., Silva, V. M., Tonon, R. V., & Hubinger, M. D. (2012). Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. *Food and Bioprocess Technology*, 90(3), 413-424.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voille, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International*, 40(9), 1107-1121.
- Ghosh, S. K. (2006). *Functional coatings: By polymer microencapsulation*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
- Goyal, A., Sharma, V., Sihag, M. K., Tomar, S. K., Arora, S., Sabikhi, L., & Singh, A. K. (2015). Development and physico-chemical characterization of microencapsulated flaxseed oil powder: A functional ingredient for omega-3 fortification. *Powder Technology*, 286(2015), 527-537.
- Hammer, K. A., & Carson, C. F. (2011). Antibacterial and antifungal activities of essential oils. In H. Thormar (Ed.), *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hijo, T., Campos, A. A., Costa, J. M. G., Silva, E. K., Azevedo, V. M., Yoshida, M. I., & Borges, S. V. (2015). Physical and thermal properties of oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil microparticles. *Journal of Food Process Engineering*, 38(1), 1-10.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, 108(3), 986-995.

- Huang, H., Hao, S., Li, L., Yang, X., Cen, J., Lin, W., & Wei, Y. (2014). Influence of emulsion composition and spray-drying conditions on microencapsulation of tilapia oil. *Journal of food science and technology*, 51(9), 2148-2154.
- Isman, M. B., Wilson, J. A., & Bradbury, R. (2008). Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*.) against larvae of *Pseudaletia unipuncta*. and *Trichoplusia ni*. in relation to their chemical compositions. *Pharmaceutical Biology*, 46(1-2), 82-87.
- Kausadikar, S., Gadhave, A. D., & Wanghmare, J. (2015). Microencapsulation of lemon oil by spray drying and its application in flavor tea. *Advances in Applied Science Research*, 6(4), 69-78.
- Kha, T. C., Nguyen, M. H., Roach, P. D., & Stathopoulos, C. E. (2014). Microencapsulation of Gac oil: Optimization of spray drying conditions using response surface methodology. *Powder Technology*, 264(2014), 298-309.
- Kumphol, W., & Suanthong, S. (1998). *Effect of processing variables in spray drying technique on physical properties of spray dried product*. Phitsanulok: Narasuan University.
- Laohasongkram, K., Mahamaktudsanee, T., & Chaiwanichasiri, S. (2011). Microencapsulation of Macadamia oil by spray drying. *Procedia Food Science*, 1(2011), 1660-1665.
- McNamee, B. F., O’Riorda, E. D., & O’Sullivan, M. (2001). Effect of partial replacement of gum arabic with carbohydrates on its microencapsulation properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7), 3385-3388.
- Masango, P. (2005). Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*, 13(8), 833-839.
- Muraly, S., Kar, A., Patel, A. S., Kumar, J., Mohapatra, D., & Das, S. K. (2016). Encapsulation of rice bran oil in tapioca starch-soya protein isolate complex using spray drying. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(8), 984-991.
- Nakatsu, T., Lupo Jr, A. T., Chinn Jr, J. W., & Kang, R. K. (2000). Biological activity of essential oils and their constituents. *Studies in Natural Products Chemistry*, 21(2000), 571-631.
- Peanparkdee, M., Iwamoto, S., & Yamauchi, R. (2016). Microencapsulation: A review of applications in the food and pharmaceutical industries. *Reviews in Agricultural Science*, 4(2016), 56-65.
- Risch, S. J., & Reineccius, G. A. (1988). *Flavor encapsulation*. Washington, D.C.: American Chemical Society.
- Santana, A. A., Cano-Higueta, D. M., De Oliveira, R. A., & Telis, V. R. (2016). Influence of different combinations of wall materials on the microencapsulation of jussara pulp (*Euterpe edulis*) by spray drying. *Food Chemistry*, 212(2016), 1-9.

- Surojanametakul, V., Tungtrakul, P., Varannanond, W., Supasri, R., Boonbumrourng, S., & Themtakul, K. (2005). Properties of spray-dried rice starch microcapsule. *Kasetsart Journal: Natural Science*, 39(4), 730-738.
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Product*, 43(1), 587-595.
- Terblanche, F. C., & Kornelius, G. (2000). A literature survey of the antifungal activity of essential oil constituents. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 3(3), 139-156.
- Vigan, M. (2010). *Essential oils: Renewal of interest and toxicity*. *European Journal of Dermatology*, 20(6), 685-692.



การพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์กับการพัฒนาสมรรถนะ
การดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณ
Development of Nursing Curriculum and the Development of
Capacities to Care for Spiritual Health

มุกดา สีสถานุชิต

Mukda Seethalanuchit

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

บทคัดย่อ

การพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์เพื่อการพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาพยาบาลในการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณเป็นประเด็นที่สำคัญที่สถาบันการศึกษาและนักการศึกษาทางการพยาบาลควรมีการพัฒนาให้เป็นรูปธรรม ทั้งนี้จากผลการประชุมขององค์การอนามัยโลกในปี 2541 และพระราชบัญญัติสุขภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2550 ของไทยได้กำหนดเรื่องจิตวิญญาณเป็นองค์ประกอบของสุขภาพ ผลการศึกษาการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในผู้ป่วยโดยบทบาทของพยาบาลและการพัฒนาในการจัดการทางการศึกษาใน 10 กว่าปีที่ผ่านมา จำนวน 35 เรื่อง พบว่าได้มีข้อเสนอแนะให้มีการดำเนินการพัฒนาในการจัดการศึกษาให้ชัดเจนในหลักสูตร ดังนั้นแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์เพื่อการพัฒนาสมรรถนะของนักศึกษาพยาบาลในการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณจะเป็นแกนสำคัญที่จะส่งผลต่อคุณภาพของการผลิตนักศึกษาพยาบาลให้เป็นพยาบาลวิชาชีพที่สมรรถนะส่งเสริมและดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: การพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์, พัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณ, นักศึกษาพยาบาล

Abstract

The development of nursing curriculum and the development of capacities to care for spiritual health are important issues that educational institutes and nursing educators should be developed concretely. From the meeting of the World Health Organization in 1998 and the National Health Act 2007 of Thailand that have specified spirituality as a factor of health. Results of the studies of spiritual health development in patients by the role of nurses and the development of educational administration in the past 10 years (n= 35) have found that there have been recommendations for a clear development of educational administration in the curriculum. So the ideas of the development of nursing curriculum to develop nursing student's capacities to care for spiritual health will be an

essential core that will affect the quality of nursing student production to be professional nurses with the capacities to support and care for spiritual health effectively.

Keywords: development of nursing curriculum, development of capacities to care for spiritual health, nursing students



บทนำ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 1986) ได้ให้ความหมายว่า “สุขภาพ” หมายถึง ภาวะแห่งความสมบูรณ์ของร่างกาย จิตใจ และการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมด้วยดี มีไข้เพียงปราศจากโรคภัยไข้เจ็บและทุพพลภาพเท่านั้น และในที่ประชุมสมัชชาขององค์การอนามัยโลกเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2541 ได้เพิ่มคำว่า “Spiritual Well-being” หรือสุขภาวะทางจิตวิญญาณในความหมายของสุขภาพ ส่งผลให้การกำหนดความหมาย “สุขภาพ” ในพระราชบัญญัติสุขภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2550 ได้ขยายกรอบความหมายไปด้วยเช่นกัน โดยให้ความหมายของสุขภาพว่า หมายถึง “ภาวะของมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางกาย ทางจิตใจ ทางปัญญา และทางสังคม เชื่อมโยงกันเป็นองค์รวมอย่างสมดุล” และภายหลังได้ข้อยุติให้ใช้คำว่า “ปัญญา” แทนคำว่า “จิตวิญญาณ”

การศึกษาการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในประเทศไทย

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาวะทางจิตวิญญาณแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การศึกษาโดยการสังเคราะห์ความรู้ ได้แก่ ปกรณ์ สิงห์สุริยา (Singsuriya, 2009) ได้ทำการสังเคราะห์ความรู้ทางด้านการพัฒนาจิตปัญญา (วิญญาณ) จากเรื่องเล่าความสำเร็จของผู้ให้บริการและผู้รับบริการในระบบสุขภาพเพื่อค้นหาคำตอบแนวคิดเรื่องสุขภาวะด้านจิตวิญญาณ ผลการศึกษาพบว่า หากบุคคลสามารถก้าวพ้นตัวตนและพบความมีความหมายใหม่ได้อย่างต่อเนื่องและมีทิศทางที่เหมาะสม ย่อมกล่าวได้ว่าบุคคลผู้นั้นมี “สุขภาวะทางจิตวิญญาณแบบอัตถิภาวะ” ในทางตรงข้าม หากผู้ใด

ไม่สามารถก้าวพ้นตัวตนได้ บุคคลผู้นั้นย่อมมี “ทุกข์ภาวะทางจิตวิญญาณแบบอัตถิภาวะ” กรอบแนวคิดที่ได้สามารถให้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะเป็นพื้นฐานแห่งการปฏิบัติทั้งเพราะ “สุขภาวะทางจิตวิญญาณ” มีบทบาทสำคัญ เป็นพื้นฐานแห่งการปฏิบัติเพื่อการเสริมสร้างสุขภาวะอย่างเป็นองค์รวมต่อไป

พินณา แสงสาคร (Saengsakorn, 2011) ศึกษาการสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับสุขภาวะทางจิตวิญญาณในบริบทของสังคมไทย การวิจัยนี้มุ่งสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านสุขภาวะทางจิตวิญญาณในบริบทของสังคมไทย และวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณสำหรับคนไทย โดยสังเคราะห์จากรายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ และการศึกษาอิสระของนักวิจัยและนิสิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ เช่น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ เป็นต้น ในช่วง พ.ศ.2543-2553 จำนวน 35 เรื่อง ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา และใช้วิธีการตีความ แล้วสรุปสถานะองค์ความรู้โดยใช้ญาณวิทยาในกลุ่มปฏิบัตินิยมเป็นฐานคิด ผลการศึกษาพบว่า (1) การนิยามความหมาย มีการนิยามความหมายที่หลากหลายแตกต่างกันไปตามกระบวนทัศน์ วิทยานิพนธ์ และบริบททางสังคม ดังนั้น จึงไม่สามารถกำหนดให้เป็นนิยามกลาง ๆ ที่มีความเป็นสากลได้ (2) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยภายใน ประกอบด้วย ลักษณะชีวสังคม ประสบการณ์ในอดีต บุคลิกภาพ การปฏิบัติทางพุทธศาสนา ภาวะซึมเศร้า และปัจจัยภายนอก ประกอบด้วย การถ่ายทอดทางสังคม การสนับสนุนทางสังคม สิ่งแวดล้อม ภาวะสุขภาพ (3) การสร้างเครื่องมือและการประเมินสามารถทำได้หลายวิธีและควรใช้หลายวิธีร่วมกันในการประเมิน (4) แนวทางการพัฒนา แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

ระดับบุคคล ได้แก่ แนวทางการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในเด็กและเยาวชน และในผู้ใหญ่ และระดับสังคม ได้แก่ แนวทางการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในโรงเรียน และในองค์กร

2. การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความต้องการการดูแลทางจิตวิญญาณของผู้ป่วย ได้แก่ จูรีย์ ชีร์ชกุล, อนงค์ ภิบาล และอุไร หัตถกิจ (Theeratchakul, Pibaan, & Hattakit, 2016) ได้ศึกษาความต้องการการดูแลทางจิตวิญญาณด้านการมีความสัมพันธ์กับผู้อื่นและพลังนอกเหนือตนของผู้ป่วยมุสลิมที่เคยเข้ารับการผ่าตัดในแผนกศัลยกรรมทั่วไปโรงพยาบาลศูนย์แห่งหนึ่งในจังหวัดชายแดนใต้ของไทย ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการการดูแลทางจิตวิญญาณมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 4.64$, $SD = 0.14$) แต่ความต้องการการดูแลในมิติความสัมพันธ์ที่ดีกับอัลลอฮ์คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.72$, $SD = 0.20$)

เพชรัตน์ เจิมรอด และเสรี ชัดเข้ม (Jermrod & Chuckchaem, 2013) ได้ศึกษาผลของการฟังเสียงสวดมนต์ประกอบการเคลื่อนไหวร่างกายแบบซิงก์ต่อการเพิ่มความผาสุกทางจิตวิญญาณและลดความปวดในผู้ป่วยปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองหลังการปรับจิตวิญญาณโดยใช้เสียงสวดมนต์ประกอบการเคลื่อนไหวร่างกายแบบซิงก์ มีความผาสุกทางจิตวิญญาณเพิ่มขึ้นและความปวดลดลง แตกต่างจากก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมปรากฏว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีความผาสุกทางจิตวิญญาณมากกว่ากลุ่มควบคุม และมีความปวดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การปรับจิตวิญญาณโดยใช้เสียงสวดมนต์ประกอบการเคลื่อนไหวร่างกายแบบซิงก์ ส่งผลดีต่อผู้ป่วยปวดกล้ามเนื้อเรื้อรัง

3. การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการดูแลด้านจิตวิญญาณของพยาบาล ได้แก่ อวยพร ภัทรภักดีกุล, โสเพ็ญ ชูนวน และมลลิกา สุนทรวิภาต (Patarapakdeekul, Choonuan & Sunthornwipart, 2010) ได้ศึกษาการดูแลด้านจิตวิญญาณของผู้ป่วยเรื้อรังที่พักรักษาในโรงพยาบาลพบว่า การรับรู้การให้การดูแลด้านจิตวิญญาณของพยาบาลโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผู้ป่วยที่มาใช้โรงพยาบาลในระดับบริการ

ต่างกันได้รับการดูแลด้านจิตวิญญาณแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และการรับรู้การให้การดูแลด้านจิตวิญญาณของพยาบาลมากกว่าการรับรู้การดูแลด้านจิตวิญญาณที่ผู้ป่วยได้รับจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการพัฒนาคุณภาพการพยาบาลด้านจิตวิญญาณ

การพัฒนาคุณภาพการพยาบาลด้านจิตวิญญาณจึงควรเริ่มที่การพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณของนักศึกษาพยาบาล

การศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณในนักศึกษาพยาบาล

การศึกษาวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณในนักศึกษาพยาบาล มีดังนี้

1. การศึกษาการรับรู้และสมรรถนะของการดูแลทางจิตวิญญาณของนักศึกษาพยาบาล ได้แก่ บอลเดคซิโน (Baldacchino, 2008) ได้ศึกษาพบว่า การสร้างความตระหนักในมิติทางจิตวิญญาณให้นักศึกษาพยาบาลจะส่งผลต่อการดูแลแบบองค์รวมสอดคล้องกับทิวส์, เครดี้และเชน (Tiew, Creedy & Chan, 2013) ได้ศึกษาการรับรู้ทางจิตวิญญาณและการดูแลทางจิตวิญญาณในนักศึกษาพยาบาลพบว่านักศึกษาได้ให้ความสำคัญต่อจิตวิญญาณที่มีความสำคัญต่อการดำรงอยู่มนุษย์และให้ความสำคัญต่อการดูแลความต้องการทางจิตวิญญาณของผู้ป่วย สอดคล้องกับรอสส์ และคณะ (Ross et al., 2010) ได้ศึกษาการรับรู้ทางจิตวิญญาณและสมรรถนะของการดูแลทางจิตวิญญาณของนักศึกษาพยาบาลพบว่านักศึกษาพยาบาลเห็นว่าการรับรู้ทางจิตวิญญาณจะส่งผลต่อสมรรถนะการดูแลทางจิตวิญญาณ

2. การศึกษาแนวทางการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในนักศึกษาพยาบาล ได้แก่ เซียวโฮ และคณะ (Hsiao et al., 2012) ได้ทำการศึกษาแบบทดลองเรื่องผลของโปรแกรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณและความเครียดจากการปฏิบัติทางคลินิกในนักศึกษาพยาบาลในไต้หวัน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีค่าสุขภาวะทางจิตวิญญาณมากกว่า

กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และนักศึกษากลุ่มทดลองมีค่าความเครียดจากการปฏิบัติทางคลินิกน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับลูย์เวน และคณะ (Leeuwen et al., 2008) ได้ศึกษาประสิทธิภาพโครงการการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะนักศึกษาพยาบาลในการดูแลทางจิตวิญญาณ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญโดยประสบการณ์การดูแลทางจิตวิญญาณและการมองการพยาบาลแบบองค์รวมจะเป็นตัวทำนายสมรรถนะของนักศึกษาพยาบาล

การพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณของนักศึกษาพยาบาลควรเริ่มที่พัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตรเพื่อพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณของนักศึกษาพยาบาลต่อไป

การพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตรกับการพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณ

ผลการศึกษาการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณทั้งในและต่างประเทศ แสดงถึงความจำเป็นของการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในวิชาชีพพยาบาลโดยที่ คอนและกิสค์ (Cone & Gisk, 2012) ได้เสนอให้การศึกษาทางการพยาบาลควรมีการเตรียมนักศึกษาเข้าใจและสามารถดูแลทางจิตวิญญาณได้ อีกทั้งเลมเมอร์ (Lemmer, 2002) ได้ทำการศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตร 132 แห่งในสหรัฐอเมริกาพบว่า ได้กำหนดแนวคิดมิติทางจิตวิญญาณไว้ในหลักสูตรเพราะขาดความชัดเจนในการดำเนินการในหลักสูตร สอดคล้องกับรูเดอร์ (Ruder, 2013) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่าการจัดการการศึกษาให้นักศึกษาพยาบาลให้มีการดูแลทางจิตวิญญาณควรสอนให้นักศึกษาพยาบาลให้เห็นความสำคัญของความต้องการทางจิตวิญญาณของผู้ป่วยที่โดยสอนทั้งการประเมินและการให้การพยาบาลทางจิตวิญญาณ จะเห็นว่าการระบบการจัดการศึกษามีความสำคัญต่อนักศึกษา เมเยอร์ (Meyer, 2003) ได้ศึกษาปัจจัยในนักศึกษาพยาบาลและสิ่งแวดล้อมในการจัดการศึกษาทางการพยาบาลที่ส่งผลต่อความสามารถในการรับรู้การให้การดูแลทางจิตวิญญาณพบว่า คุณลักษณะบุคคลด้านจิตวิญญาณเป็นตัวทำนายที่สำคัญที่สุดใน

ความสามารถในการรับรู้การดูแลทางจิตวิญญาณ สอดคล้องกับการพัฒนานักศึกษาพยาบาล

พินนภา แสงสาคร (Saengsakorn, 2011) ได้เสนอแนะจากการสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับสุขภาวะทางจิตวิญญาณในบริบทของสังคมไทยไว้ 3 ประการดังนี้

1. ผู้ดูแลผู้ป่วยควรตระหนักถึงความแตกต่างในการรับรู้ความหมายสุขภาวะทางจิตวิญญาณของผู้ป่วยเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการด้านจิตวิญญาณของผู้ป่วย และมีการสื่อสารที่เหมาะสม

2. ครู อาจารย์ ควรนำผลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสุขภาวะทางจิตวิญญาณในบริบทของสังคมไทยไปประยุกต์ใช้ในการสอนให้นักเรียนมีการเรียนรู้พร้อมกับการพัฒนาจิตวิญญาณ

3. หน่วยงานภาครัฐ เช่น กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ และองค์กรธุรกิจต่างๆ ควรนำแนวทางการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณไปส่งเสริมให้มีการพัฒนาสุขภาวะทางจิตวิญญาณในบุคคลกลุ่มต่าง ๆ เช่น ข้าราชการ บุคลากรทางสาธารณสุข พนักงานในองค์กรธุรกิจ อย่างจริงจัง

จากข้อเสนอแนะของพินนภา แสงสาคร (Saengsakorn, 2011) ทั้ง 3 ประการมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตร โดยเกี่ยวข้องกับสถาบันการศึกษาที่ต้องพัฒนาหลักสูตร ผู้สอนที่พัฒนาผู้ดูแลผู้ป่วยโดยตรง สิ่งเหล่านี้เป็นประเด็นสำคัญต่อการพัฒนาหลักสูตรพยาบาลศาสตรเพื่อการพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณต่อไป ทั้งนี้ อุไร หักกิจ และวารีรัตน์ ถาน้อย (Hatkit & Thaanoi, 2012) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า สถาบันการศึกษาพยาบาลควรให้ความสำคัญกับการจัดให้มีหลักสูตรการอบรมระยะสั้นเพื่อพัฒนาพยาบาลและอาจารย์พยาบาลให้มีศักยภาพด้านการพยาบาลองค์รวม การดูแลด้านจิตวิญญาณและการดูแลแบบผสมผสาน เนื่องจากพยาบาลที่ปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่ได้รับการศึกษาด้านนี้มาก่อนหรือได้รับน้อย

บทสรุป

ผ่านมาแล้วกว่า 18 ปีที่องค์การอนามัยโลกกำหนดคำว่า “จิตวิญญาณ” เพิ่มในความหมายของคำว่า “สุขภาพ” วิชาชีพพยาบาลควรมีการพัฒนาสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณไว้ในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อพัฒนาให้นักศึกษาพยาบาลได้เรียนรู้การดูแล

สุขภาวะทางจิตวิญญาณของตนเองและสามารถส่งเสริมสุขภาวะทางจิตวิญญาณให้ประชาชนทั้งในภาวะปกติหรือยามเจ็บป่วยให้เป็นพยาบาลวิชาชีพที่มีสมรรถนะการดูแลสุขภาวะทางจิตวิญญาณ สามารถดูแลผู้รับบริการในทุกช่วงวัย ทุกระดับการเจ็บป่วยและเพื่อพัฒนาการดำรงอยู่ของมวลมนุษยชาติต่อไป



References

- Baldacchino, D. R. (2008). Teaching on the spiritual dimension in care: The perceived impact on undergraduate nursing students. *Nurse Education Today*, 28(5), 550-562.
- Cone, P. H., & Giske, T. (2012). Teaching spiritual care - a grounded theory study among undergraduate nursing educators. *Journal of Clinical Nursing*, 22(13-14), 1951-1960.
- Hatkit, U., & Thaanoi, W. (2012). Holistic nursing and integrated healthcare: Integration of ideas onto nursing education administration. *Nursing Council Journal*, 27(Special), 99-111. (in Thai)
- Hsiao, Y. C., Chiang, H. Y., Lee, H. C., & Chen, S. H. (2012). The effects of a spiritual learning program on improving spiritual health and clinical practice stress among nursing students. *The Journal of Nursing Research*, 20(4), 281-289.
- Jermrod, P. & Chuckchaem, S. (2013). Results of listening to chanting with body movement Chi kong style to increase spiritual happiness and pain reduction in chronic muscle pain patients. *Research Methodology and Cognitive Science*, 11(1), 33-44. (in Thai)
- Leeuwen, R., Tiesinga, L. J., Middel, B., Post, D., & Johemen, H. (2008). The effectiveness of an educational programme for nursing students on developing competence in the provision of spiritual care. *Journal of Clinical Nursing*, 17(20), 2768-2781.
- Lemmer, C. (2002). Teaching the spiritual dimension of nursing care: A survey of U.S. Baccalaureate nursing programs. *Journal of Nursing Education*, 41(11), 482-490.
- Meyer, C. L. (2003). How effectively are nurse educators preparing student to provide spiritual care?. *Nursing Educator*, 28(4), 185-190.
- Patarapakdeekul, A., Choonuan, S., & Sunthornwipart, M. (2010). Spiritual care of chronic patients residing in hospitals. *Nursing Council Journal*, 25(1), 100-111. (in Thai).
- Ross, L., Van Leeuwen, R., Baldacchino, D., Giske, T., McSherry, W., Narayanasamy, A., . . . Schep-Akerman, A. (2014). Student nurses perceptions of spirituality and competence in delivering spiritual care: A European pilot study. *Nurse Education Today*, 34(5), 697-702.

- Ruder, S. (2013). Spiritual in nursing: Nurses' perception about providing spiritual care. *Home Healthcare Nurse*, 31(7), 356-367.
- Saengsakorn, P. (2011). *Synthesis of knowledge body concerning spiritual health in the Thai society context*. Doctor of Philosophy (Applied Behavioral Science Research) Thesis, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Singsuriya, P. (2009). *Synthesis of spiritual wisdom development knowledge from success stories of service providers and service receivers in health system: Framework of spiritual health*. Retrieved from <http://sph.thaissf.org/?module=media&pg=detail&id=28> (in Thai)
- Theeratchakul, J., Pibaan, A., & Hattakit, U. (2016). The needs for spiritual care for relationship with others and power above self of Muslim patients who had operations in general operation department in a central hospital in southern provinces of Thailand. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 8(1), 39-52. (in Thai)
- Tiew, L. H., Creedy, D. K., & Chan, M. F. (2013). Student nurses' perspectives of spirituality and spiritual care. *Nurse Education Today*, 33(6), 574-579.
- World Health Organization. (1986). *Ottawa charter for health promotion*. Retrieved from <http://www.who.int/hpr/archive/does/ottawa.html>



การยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รี่ไทย

Inhibition of Melanogenesis from Thai Berries

ประไพพิศ อินเสน

Praphaiphit Insain

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Pharmacy, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

เมลานินเป็นเม็ดสีที่สร้างมาจากเมลานोไซต์โดยมีแสงยูวีเป็นตัวกระตุ้นผ่านกระบวนการเมลานินเจเนซิส โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยนแอล-ไทโรซีนเป็นแอล-โดปาและโดปาคิวโนน แล้วสังเคราะห์เป็นเม็ดสีเมลานินสองชนิดได้แก่ ยูเมลานินและฟีโอเมลานิน โดยมีเอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นกุญแจที่สำคัญของกระบวนการนี้ หากเอนไซม์ชนิดนี้ทำงานมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางผิวหนังได้แก่ รอยด่างดำ ฝ้าและกระ ปัจจุบันสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นสารช่วยให้ผิวขาวใส เนื่องจากมีความปลอดภัยและราคาถูก อาทิพืชในกลุ่มตระกูลเบอร์รี่ไทยรวมถึงหม่อนหรือมัลเบอร์รี่ มะเมาะ มะขามป้อม มะยม เป็นต้น พืชกลุ่มนี้จะให้สารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความสามารถในการลดกระบวนการชีวสังเคราะห์เมลานิน อาทิ มัลเบอร์โรไซด์ เอ เรสเวราทรอล ออกซีเรสเวราทรอล แอนโธไซยานิน ไฮโดรไลซ์แทนนิน สารเหล่านี้มีกลไกการยับยั้งได้หลายกลไก ได้แก่ ด้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยการจับกับคอปเปอร์ที่บริเวณเร่ง ยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์โดยยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเมลานิน และอาศัยคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่ถูกกระตุ้นจากแสงแดดซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการทำลายเซลล์เกิดความหมองคล้ำและความชราของเซลล์ ปัจจุบันสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้จึงเป็นที่สนใจและถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพเพื่อให้ผิวความจางใส ชะลอความแก่ และลดฝ้ากระ

คำสำคัญ: กระบวนการสร้างเมลานิน, ฤทธิ์ต้านไทโรซิเนส, สารทำให้ผิวขาว, พืชตระกูลเบอร์รี่ไทย

Abstract

Melanin is a pigment which produced from melanocyte cells. The process, called melanogenesis, is induced by UV light through the oxidation of L-tyrosine to L-dopa and dopachrome, to produce two types of melanin such eumelanin and pheomelanin. Tyrosinase is a key enzyme in melanin production. Overactivity of this enzyme leads to dermatological disorders such as age spots and melanoma. Nowadays, natural extract is used for whitening agent because of safety and inexpensive. The secondary metabolites e.g. mulberoside A, resveratrol, oxyresveratrol, anthocyanin and hydrolysable tannin which found in Thai berries including mulberry (*Morus alba* L.), mamao (*Antidesma puncticulatum* Miq.), Amla (*Phyllanthus emblica* L.) and mayom (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels), could be able to reduce melanin biosynthesis through several mechanisms. These bioactive compounds may inhibit

the activity of tyrosinase by binding copper at the active site of enzyme and inhibiting enzyme synthesis by suppressing gene expression. Besides that, some act as antioxidant, inhibiting free radicals, causing cell damage, dull skin and cell aging. Present, these active metabolites are interested and used in cosmetics and health products to improve skin lightening, anti-aging and anti-melasma.

Keywords: melanogenesis, antityrosinase, whitening agent, Thai berries



บทนำ

แม้ว่าสีผิวของคนเราจะขึ้นอยู่กับเชื้อชาติและพันธุกรรมแล้ว หากแต่ยังมีปัจจัยภายนอกอื่นที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินที่มากเกินไปจนสีผิวมีลักษณะเข้มขึ้นได้เช่นกัน เมลานินเป็นเม็ดสีที่สร้างโดยเซลล์เมลานोไซท์ที่ผิวหนัง โดยมีปัจจัยที่เป็นตัวกระตุ้นการสร้างเม็ดสีเมลานิน ได้แก่ แสงแดด รังสีอัลตราไวโอเลต หรือรังสียูวี ความร้อน เป็นต้น กระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน เรียกว่า melanogenesis เกิดจากรังสียูวีเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการและมีเอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นเมลานินที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในเมลานโซมในลักษณะที่เป็นถุง (vesicle) แล้วขนส่งไปยังเคราติโนไซท์ซึ่งเป็นเซลล์ที่อยู่ในชั้นหนังกำพร้าชั้นล่างสุด (D'Mello et al., 2016; Slominski et al., 2012) เมื่อมีกระบวนการกระตุ้นย่อมมีกระบวนการยับยั้งเพื่อปรับสมดุลของร่างกาย การใช้สารยับยั้งการสร้างเม็ดสีได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ยา และผลิตภัณฑ์สุขภาพ เพื่อใช้เป็นสารที่ทำให้ผิวขาว ทำให้สีผิวสม่ำเสมอ รักษาฝ้าและกระ สารยับยั้งเหล่านี้เป็นได้ทั้งสารสังเคราะห์และสารที่พบได้ในธรรมชาติ เช่น พืชและจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิ ปัจจุบันสารสกัดจากธรรมชาติเป็นที่สนใจและถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหลายรูปแบบทั้งครีม โลชั่น เซรั่ม รวมถึงผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ ในประเทศไทยเองก็มีการนำเอาพืชสมุนไพรที่ปลูกง่าย พบได้ทั่วไปในท้องถิ่น มาสกัดเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ อาทิเช่น พืชตระกูลเบอร์รี่ไทย ได้แก่ มัลเบอร์รี่ มะเมาะ มะขามป้อม มะยม เป็นต้น เนื่องจากมีสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิหลายชนิดที่น่าสนใจ

และน่าจะมีฤทธิ์ในการลดการสร้างเมลานินได้ไม่น้อยไปกว่าพืชสมุนไพรหรือพืชเบอร์รี่ในต่างประเทศ สารสำคัญเหล่านั้น ได้แก่ อาร์บูติน กรดโคจิก รวมทั้งสารโพลีฟีนอลที่สามารถยับยั้งกระบวนการสร้างเมลานินในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือหลาย ๆ ขั้นตอน เพื่อให้มีผลในการลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน และทำให้ผิวดูขาวใสขึ้น (Bae-Harboe & Park, 2012)

กระบวนการสร้างและควบคุมเม็ดสีเมลานิน (Melanogenesis and its regulation)

กระบวนการสร้างเม็ดสีที่เกิดขึ้นที่ผิวหนัง นอกจากจะขึ้นกับจำนวนและขนาดของเซลล์เมลานोไซท์ แล้วยังขึ้นกับองค์ประกอบของเม็ดสีภายในเซลล์และการกระจายของเซลล์เมลานोไซท์ ซึ่งเมลานอไซท์นี้จะทำหน้าที่สร้างเม็ดสีเมลานินเก็บไว้ในเมลานโซมแล้วส่งต่อไปยังเคราติโนไซท์ที่ชั้นล่างสุดของเอพิเดอร์มิสหรือชั้นหนังกำพร้า กระบวนการสร้างเมลานินเกิดจากแสงแดดหรือรังสียูวีเป็นตัวกระตุ้น ทำให้ไฟโบร บลาสต์หลั่งสารต่าง ๆ ออกมาได้แก่ไซโตไคน์ (cytokines), โกรทแฟคเตอร์ (growth factors) สารที่ก่อให้เกิดการอักเสบ (inflammatory factors) รวมถึงการกระตุ้นให้เซลล์เมลานอไซท์สร้างไนตริกออกไซด์มากขึ้น ก่อให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินโดยการส่งสัญญาณภายในเซลล์ต่อกันเป็นทอด ๆ ผ่านเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่มออกซิเดสที่มีคอปเปอร์เป็นองค์ประกอบภายในโครงสร้างของโปรตีนที่บริเวณเร่งและทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ดังกล่าว เอนไซม์ไทโรซิเนสสังเคราะห์มาจากไโรโบโซมที่

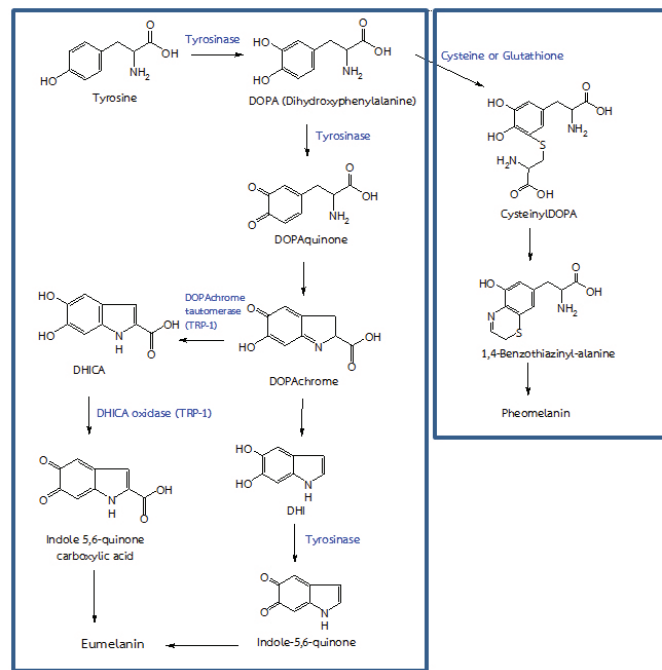
พบบนเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดหยาบ เมื่อสังเคราะห์ได้เมลานินจะส่งไปกักเก็บไว้ในเมลานโซมซึ่งมีลักษณะเป็นถุง ในทางชีวเคมี วิธีการสังเคราะห์เมลานินมีกระบวนการดังนี้ (ภาพ 1) (Pillaiyar, Manickam & Namasivayam, 2017; Niu & Aisa, 2017; Ebanks, Wickett & Boissy, 2009)

ขั้นตอนที่ 1 เอนไซม์ไทโรซิเนสเร่งปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันเปลี่ยนแอล-ไทโรซีน (L-tyrosine) ไปเป็น 3,4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีนหรือแอล-โดปา (3,4-dihydroxyphenylalanine, L-DOPA)

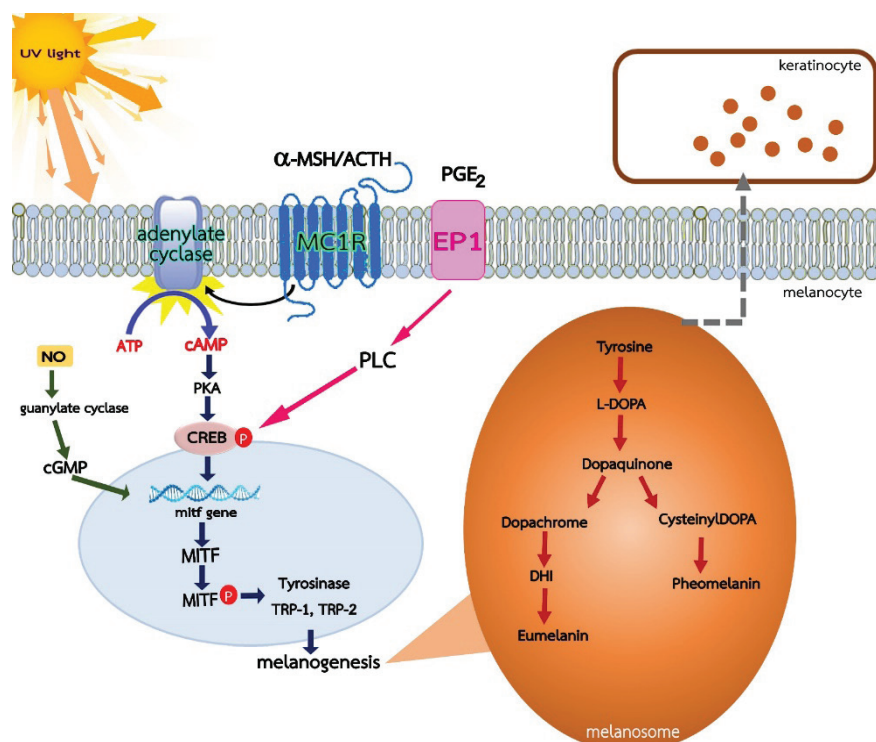
ขั้นตอนที่ 2 แอล-โดปา (L-DOPA) ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นโดปาคิวโนน (DOP Aquinone) จากนั้นจึงสังเคราะห์ต่อเป็นเมลานินซึ่งมีด้วยกันสองชนิด ได้แก่ ยูเมลานิน (eumelanin) และฟีโอเมลานิน (pheomelanin) ทั้งนี้เม็ดสีเมลานินทั้งสองชนิดมีวิธีการสังเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยการสังเคราะห์ยูเมลานินซึ่งเป็นเม็ดสีเมลานินสีน้ำตาลหรือสีคล้ำจะอาศัยโปรตีนที่เรียกว่า tyrosinase-related protein 1 (TRP-1) และเอนไซม์ DOPAchrome tautomerase (DCT หรือ TRP-2) ส่วนอีกวิธีหนึ่งจะอาศัยการคอนจูเกตกันระหว่างโดปาคิวโนนกับซิสเตอีน (cysteine) หรือกลูตาไธโอน (glutathione) เพื่อสังเคราะห์เป็นฟีโอเมลานินซึ่งเป็นเมลานินที่มีสีเหลือง

ขั้นตอนที่ 3 เม็ดสีเมลานินเหล่านี้จะถูกขนส่งไปเก็บไว้ยังเมลานโซม จากนั้นจะถูกขนส่งไปตามเดนไดรต์เพื่อส่งเม็ดสีเหล่านี้ไปที่เคราติโนไซต์ซึ่งอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง โดยปกติผิวหนังของคนเราจะมีรอบในการผลิตเซลล์ผิวประมาณ 28-39 วัน จากนั้นจะเกิดสร้างเซลล์ผิวหนังขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เกิดความกระจ่างใสของผิว ถ้าหากไม่เป็นไปตามรอบนั้นจะทำให้เกิดความหมองคล้ำขึ้น (Pillaiyar, Manickam & Namasivayam, 2017; Grove & Kligman, 1983)

เมลานินมีหน้าที่ช่วยกรองแสงอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดดและช่วยกระจายแสง เช่น แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นอย่างแสงสีม่วงฟ้า เมื่อกระทบผิวหนังจะถูกหักเหออกไป แต่ถ้าหากมีปริมาณเมลานินมากเกินไปจะทำให้เกิดความผิดปกติของสีผิว (Pillaiyar, Manickam & Namasivayam, 2017; Solano et al., 2006) ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างเมลานิน ได้แก่ รังสียูวี และพันธุกรรม สำหรับรังสียูวีมีผลต่อการสร้างเมลานิน 2 วิธีคือ (1) รังสียูวีจะกระตุ้นเซลล์เมลานोไซต์โดยตรง มีผลให้เอนไซม์ไทโรซิเนสถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้นและสร้างเม็ดสีเมลานิน ยังมีจำนวนเม็ดสีเมลานินมากยิ่งขึ้นทำให้มีสีผิวเข้มขึ้น (2) รังสียูวีจะไปกระตุ้นเซลล์เคราติโนไซต์ก่อให้เกิดการควบคุมการส่งสัญญาณแบบพาราไครน์ (paracrine regulation process) ทำให้เซลล์เคราติโนไซต์หลั่งสารหลายชนิดออกมา ได้แก่ โพรสตาแกลนดิน อี2 (Prostaglandin E₂) หรือ PGE₂, ฮอร์โมนเมลานोไซด์สติมูเลตติ้ง (α -melanocyte stimulating hormone) หรือ α -MSH ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่หลั่งมาจากต่อมใต้สมองส่วนกลางสร้างมาจากเซลล์เมลานोไซด์ ฮอร์โมนชนิดนี้จะไปกระตุ้นการสร้างเมลานินผ่าน cyclic AMP (cAMP) ซึ่งไปกระตุ้นให้โปรตีนไคเนส เอ (protein kinase A) เร่งปฏิกิริยาฟอสโฟริเลชัน ดังภาพ 2 มีผลทำให้ยีน microphthalmia-associated transcription factor (mitf gene) ซึ่งเป็นหน่วยพันธุกรรมที่ควบคุมเซลล์เมลานोไซด์ให้ทำงาน ทำให้มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์ สร้างเมลานิน และควบคุมวงจรชีวิตของเซลล์ รวมถึงควบคุมการจำลองแบบดีเอ็นเอของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเมลานิน ได้แก่ ไทโรซิเนส, TRP-1 และ TRP-2 เป็นต้น ในอีกทางหนึ่งเซลล์เมลานोไซด์จัดเป็น phagocytic cell ซึ่งจะตอบสนองต่อกระบวนการอักเสบที่ผิวหนัง กระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์ interleukin-1 มีผลกระตุ้น MSH receptor ทำให้มีการสร้างเมลานินมากขึ้น เช่นเดียวกัน ACTH ยังมีผลไปกระตุ้นในตริโกออกไซด์ ซึ่งจะไปเร่งการทำงานของ α -MSH (D'Mello et al., 2016; Slominski et al., 2012)



ภาพ 1 กระบวนการชีวสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน (DHI= 5,6-dihydroxyindole; DHICA= 5,6-dihydroxyindole-2-carboxylic acid ; TRP-1=tyrosinase related protein-1; TRP-2 = tyrosinase related protein-2)



ภาพ 2 กระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินภายในผิวหนัง

เอนไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์สำคัญในกระบวนการสร้างเม็ดสี

ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์เมลานิน เป็นโปรตีนที่มีขนาดประมาณ 60-70 กิโลดาลตัน ภายในโครงสร้างประกอบด้วยคอปเปอร์ ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่ไฮดรอกซีให้แก่ไทโรซีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนในร่างกายเพื่อสังเคราะห์เป็น L-DOPA และเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยน L-DOPA เป็น o-quinone Dopaquinone (Bae-Harboe & Park, 2012)

ดังที่กล่าวไปฤทธิ์สำคัญที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดสีเมลานิน คือ เอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งในปัจจุบันตลาดยาอาหารเสริมและเครื่องสำอางต่างให้ความสำคัญกับเอนไซม์

ชนิดนี้เพื่อหาสารสำคัญที่สามารถยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานิน ทั้งนี้กลไกการควบคุมให้ร่างกายมีการสร้างเม็ดสีเมลานินลดลงมีได้หลายกลไก ได้แก่ การยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งมีผลต่อการถอดรหัส mRNA การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส TRP-1, TRP-2 และ/หรือ peroxidase การเร่งการผลัดเซลล์ผิวหนึ่ง การยับยั้งการขนส่งเมลานิน การยับยั้งกระบวนการอักเสบ และการดักจับอนุมูลอิสระ (Sarkar, Chugh & Garg, 2016) ดังตาราง 1 ทำให้ตลาดเครื่องสำอางมุ่งเน้นการนำสารที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์เพื่อผิวกระจ่างใสหรือผลิตภัณฑ์ลดฝ้าและกระ ทำให้สัฟฟิมูน่าเสมอ เนื่องจากเห็นผลได้เร็วและมีประสิทธิภาพในลดการสร้างเม็ดสีที่ผิวหนึ่ง

ตาราง 1

กลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสร้างเมลานิน

กลไกการออกฤทธิ์	สาร
กระบวนการยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ไทโรซิเนส (Inhibition of tyrosinase transcription)	resveratrol, tretioin, retinol, retinaldehyde, glucosamine
การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase inhibition)	hydroquinone, arbutin, azelaic acid, kojic acid, ellagic acid, resveratrol, oxyresveratrol, vitamin C, mulberoside F
การเร่งการผลัดเซลล์ผิวหนึ่ง (Epidermal turnover accelerant)	thioctic acid, retinoids, lactic acid, glycolic acid, salicylic acid, liquiritin
การยับยั้งการขนส่งเมลานิน (Suppressing of melanosome transfer)	linoleic acid, N-nicotinoyl dopamine, niacinamide, soy milk
การยับยั้งกระบวนการอักเสบ (Anti-inflammatory)	niacinamide, soy milk
การดักจับอนุมูลอิสระ (Free radical trapping agents)	vitamin C, vitamin E, tropical steroids, glycyrrhetic acid

สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินเพื่อใช้เป็นสารที่ทำให้ผิวขาว (Tyrosinase inhibitors in melanogenesis as whitening agents)

สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เป็นได้ทั้งสารสังเคราะห์และสารที่พบในธรรมชาติซึ่งอาจเป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ โกลโคไซด์ เทอร์ปีน สเตอรอยด์ กรดคาร์บอกซิลิก กรดไขมัน คูมาริน สติลบิน ไบโอฟอริติน ไอโซคูมาริน รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปวิตามินซีและวิตามินอีในทางชีวเคมี สารเหล่านี้มีกลไกการยับยั้งที่อาจเป็นได้ทั้งตัวยับยั้งเอนไซม์แบบผันกลับได้ ชนิดแข่งขัน (competitive inhibition) และชนิดไม่แข่งขัน (non-competitive inhibition) ขึ้นกับลักษณะโครงสร้างของสารยับยั้งชนิดนั้น และยังอาจยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสทั้งชนิด monophenolase และ/หรือ diphenolase จึงทำให้สารเหล่านี้ถูกนำมาใช้เป็นสารช่วยให้ผิวขาวในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพหลายรูปแบบ ตัวอย่างสารที่ทำให้ผิวขาวที่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับ (Sarkar, Chugh & Garg, 2016) ได้แก่

1. อาร์บูติน (arbutin) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไฮโดรควิโนนในรูปของ glycosylated สกัดแยกได้จากพืช ได้แก่ แครนเบอร์รี่ บลูเบอร์รี่ ข้าวสาลี และลูกแพร์ มีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีโดยไปจับกับเอนไซม์ไทโรซิเนสสามารถยับยั้งได้ทั้งขั้นตอนปฏิกิริยาการเติมหมู่ไฮดรอกซีให้ไทโรซินและปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอล-โดปาคายยับยั้งเอนไซม์เป็นแบบแข่งขันและผันกลับได้ ซึ่งหมายถึงสารนั้นมีโครงสร้างที่เข้ากันได้กับเอนไซม์ตรงบริเวณเร่งเนื่องจากมีโครงสร้างคล้าย ๆ กับไทโรซินซึ่งเป็นสับสเตรทของปฏิกิริยา แต่อาร์บูตินเองไม่ได้มีผลต่อการถอดรหัส mRNA ของโปรตีนแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่าอาร์บูตินยังไปต้านการสังเคราะห์เมลานิน โดยทำให้การทำงานของเอนไซม์ DHICA polymerase ลดลงจนไม่สามารถสร้างเมลานินได้ และเหตุผลที่นำอาร์บูตินมาใช้ในผลิตภัณฑ์ผิวขาวเนื่องจากมีความปลอดภัยและเป็นพิษน้อยกว่าไฮโดรควิโนน ทำให้เกิดการระคายเคืองน้อยกว่า (Ebanks, Wickett & Boissy, 2009) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำอาร์บูตินมาสังเคราะห์ใหม่ให้เป็นอนุพันธ์

ของอาร์บูตินอยู่ในรูป deoxyarbutin โดยนำเอาน้ำตาลดีออกซี (deoxysugar) มาดัดแปลงโครงสร้างทางเคมีของอาร์บูตินเพื่อช่วยเพิ่มการซึมผ่านชั้นผิวหนังให้ผ่านได้ง่ายและช่วยเพิ่มสัมพรรคภาพในการจับกับเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดีขึ้น (Solano et al., 2006)

2. กรดโคจิก (kojic acid) เป็นเมแทบอลิটที่ได้จากเชื้อราในกลุ่ม *Acetobacter*, *Aspergillus* และ *Penicillium* โดยกรดโคจิกจะไปจับกับคอปเปอร์ที่บริเวณเร่งของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์หยุดทำงาน ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาเทอโทเมไรเซชัน (tautomerization) เปลี่ยนโดปาคโรมไปเป็น DHICA โดยส่วนใหญ่กรดโคจิกถูกนำไปใช้ในการรักษาฝ้ากระ และยังมีงานวิจัยที่พัฒนาโครงสร้างของโคจิกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผ่านผิวหนังและออกฤทธิ์ในการรักษาความผิดปกติทางผิวหนังได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kim et al., 2002; Ebanks, Wickett & Boissy, 2009)

3. สารกลุ่มโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าสารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านไวรัส ต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็ง (Solano et al., 2006) งานวิจัยหลายงานพบว่าฟลาโวนอยด์มีความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดีและยังสามารถจับกับโลหะในโครงสร้างของเมทาโลเอนไซม์ (metalloenzyme) ที่บริเวณเร่งได้ จึงทำให้สารในกลุ่มนี้มีความสามารถในการลดการสร้างเม็ดสีจากการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยตรง เนื่องจากโครงสร้างของฟลาโวนอยด์มีหมู่แอลฟา-คีโต หรือ 3-ไฮดรอกซี ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับหมู่ไดไฮดรอกซีฟีนิลของ DOPA จึงทำให้จับคอปเปอร์ได้ (Ebanks, Wickett & Boissy, 2009)

จากที่กล่าวมา ยังมีพืชในธรรมชาติอีกมากมายหลายชนิดที่เป็นแหล่งให้สารเมแทบอลิটทุติยภูมิที่ออกฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสและกระบวนการสร้างเมลานิน โดยนำมาใช้เป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ไม่ว่าจะเป็นใบบัวบก สารสกัดจากเมล็ดองุ่น สารสกัดจากพืชในกลุ่มเบอร์รี่ ได้แก่ แบล็คเบอร์รี่ อะเชอเรลาเชอรี ราสเบอร์รี่ ในที่นี้จะกล่าวถึงพืชตระกูลเบอร์รี่ในไทย สำหรับพืชในกลุ่มเบอร์รี่นั้นในทางพฤกษศาสตร์หมายถึง ผลไม้ที่เนื้อและเมล็ดเกิดขึ้นจากรังไข่เดียว เมื่อกล่าวถึงเบอร์รี่ มักจะนึกถึงสตอเบอร์รี่

บลูเบอร์รี ราสเบอร์รี เชอร์รี่ สำหรับในประเทศไทยนั้นพืชหรือผลไม้ที่อยู่ในกลุ่มเบอร์รีมีหลายชนิด ได้แก่ หม่อนหรือมัลเบอร์รี มะขามป้อม ตะขบ โทงเทงฝรั่งหรือกุสเบอร์รี มะเกี๋ยง ลูกหว้า มะเฒ่า เชอร์รี่ไทย มะยม เป็นต้น แม้แต่มะเขือเทศและกล้วยเองก็จัดอยู่ในกลุ่มของเบอร์รี จากงานวิจัยพบว่าพืชกลุ่มนี้ในประเทศไทยมีประโยชน์ที่หลากหลายไม่น้อยไปกว่าเบอร์รีในต่างประเทศ

หม่อนหรือมัลเบอร์รี

หม่อนหรือมัลเบอร์รี (mulberry) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* Linn. เป็นพืชสมุนไพรวงศ์ *Moraceae* ทางกรมแพทย์แผนไทยถูกใช้เป็นยาขับ เหงื่อ บำรุงตับและไต หม่อนเป็นแหล่งของสารประกอบทางเคมี ในธรรมชาติหลายชนิด อาทิ โพลีฟีนอล แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และสตีลบินอยด์ ซึ่งสามารถพบได้ทั้งในใบ ผล และรากของหม่อน จากรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของหม่อน พบว่า มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับไขมันและระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น (Chan, Lye & Wong, 2016; Zafar et al., 2013) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในหม่อนและมีคุณสมบัติทางเคมีที่น่าสนใจคือ มัลเบอร์โรไซด์ เอ (mulberroside A) เป็นสารที่อยู่ในรูปของไกลโคไซด์ของสตีลบิน (glycosylated stilbene) มีรายงานฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพบว่าสามารถต้านไวรัส ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส และต้านการอักเสบได้ (Wei et al., 2016; Wang et al., 2011; Park et al., 2011; Qiu et al., 1996)

สารอีกกลุ่มหนึ่งที่พบได้ในหม่อนคือ สารกลุ่มไฮดรอกซีสตีลบิน (hydroxystilbene) อันได้แก่ เรสเวราทรอล (resveratrol) และออกซีเรสเวราทรอล (oxyresveratrol) ซึ่งเป็นสารที่พบในองุ่นเช่นเดียวกัน (Bernard & Berthon, 2000) พบว่ามีคุณสมบัติในการต้านไทโรซิเนสและกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน (Lee, et al., 2014) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หม่อนเป็นที่สนใจและถูกนำมาศึกษาทั้งด้านองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพโดยการสกัดสารสำคัญจากหลาย ๆ ส่วนของต้นหม่อน

ออกซีเรสเวราทรอล เป็นส่วนอะไกลโคน (aglycone) ของมัลเบอร์โรไซด์เอ พบได้ทั้งในรากและใบ แต่ในราก ($374.6 \pm 4.1 \mu\text{g/g}$) จะมีปริมาณสารชนิดนี้สูงกว่าที่พบในใบ ($144.5 \pm 1.6 \mu\text{g/g}$) มีรายงานพบว่าออกซีเรสเวราทรอลที่สกัดได้จากรากหม่อนด้วยเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 60 โดยปริมาตรให้ร้อยละผลผลิตของสารชนิดนี้สูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลที่ความเข้มข้นอื่น ๆ และยังมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูงสุด (Zhou et al., 2013; Lee et al., 2002) การวิจัยของ Kim et al. (2010) พบว่าออกซีเรสเวราทรอลที่ความเข้มข้น 2.5 ไมโครโมลต่อลิตร ที่สกัดได้จากรากหม่อนด้วยตัวทำละลายเอทานอลสามารถต้านการทำงานของไทโรซิเนสได้สูงมาก เช่นเดียวกันกับการวิจัยของ Lee et al. (2002) ใช้เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 85 โดยปริมาตร ในการสกัดรากหม่อนและทดสอบฤทธิ์ต้านไทโรซิเนส พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ $68.3 \mu\text{g/ml}$ เมื่อสกัดรากหม่อนด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 96 โดยปริมาตร มีฤทธิ์ต้านไทโรซิเนส โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ $75.37 \pm 1.91 \mu\text{g/ml}$ (Faizatun et al., 2017) นอกจากนี้ยังมีอีกงานวิจัย พบว่าออกซีเรสเวราทรอลสามารถต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้มากกว่ากรดโคจิกถึง 32 เท่า ซึ่งมี IC_{50} เท่ากับ $1.2 \mu\text{M}$

เรสเวราทรอล เป็นสารไฮดรอกซีสตีลบินในกลุ่มโพลีฟีนอล สามารถลดการสร้างเม็ดสีได้โดยควบคุมการถอดรหัสยีนที่ควบคุมการสร้างเมลานิน ยับยั้งการแสดงออกของ mRNA ของเอนไซม์ ไทโรซิเนส, TRP-1, MITF และ DCT ในเมลานโนไซต์ และยังยับยั้งการแสดงออกของ mitf gene และการทำงานของ tyrosinase promoter เมื่อทดสอบใน B16 mouse melanoma cells และปัจจุบันมีการนำสารไปผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเป็นสารป้องกันรังสียูวี-บี (UV-B) ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างเม็ดสีเมลานินของผิวหนัง (Lee et al., 2014)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างของเรสเวราทรอลและออกซีเรสเวราทรอลแล้ว จะเห็นว่าโครงสร้างทางเคมีของเรสเวราทรอลและออกซีเรสเวราทรอล ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซี 3 หมู่ และ 4 หมู่ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าจำนวนและตำแหน่งของไฮดรอกซีมีความสัมพันธ์กันกับ

ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นอย่างมาก เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการต้านไทโรซิเนสพบว่าที่ความเข้มข้นเท่ากัน 100 ไมโครโมลต่อลิตร ออกซีเรสเวอรอลสามารถยับยั้งไทโรซิเนสได้ร้อยละ 97 เรสเวอรอลทออลยับยั้งได้ร้อยละ 64 เมื่อเทียบกับกรดโคจิกที่สามารถยับยั้งได้ร้อยละ 77 (Kim et al., 2011; Kim et al., 2002; Shin et al., 1998)

ในส่วนของใบหม่อนเองก็มีสารมัลเบอร์โรไซด์เอฟ (mulberoside F; moracin M-6, 39-di-O- β -D-glucopyranoside) พบว่ามีฤทธิ์ต้านไทโรซิเนสได้เช่นกัน โดยมีฤทธิ์มากกว่ากรดโคจิกถึง 4.5 เท่า และที่ความเข้มข้น 100 mg/ml สามารถยับยั้งเอนไซม์ dopaoxidase ได้ร้อยละ 51.6 และมี IC_{50} เท่ากับ 0.29 mg/ml (Lee, et al., 2002) เนื่องจากคุณสมบัติทางชีวเคมีและเภสัชวิทยาที่ดีของหม่อน จึงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่จะนำส่วนต่าง ๆ ของหม่อนมาศึกษาและพัฒนาเป็นยาทางเลือกหรือผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ

มะเเฒ่า

มะเเฒ่ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Antidesma punctulatum* Miq. (ชื่อพ้องวิทยาศาสตร์ *Antidesma bunius* var. *thwaitesianum* (Müll.Arg.) Trimen, *Antidesma thwaitesianum* Müll.Arg. จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับมะขามป้อม (*Phyllanthaceae*) (Yingngam, Monschein & Brantner, 2016) ผลมะเเฒ่าสุกจะมีสารแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นสารที่มีสีม่วงแดงถึงม่วงเข้ม สารในกลุ่มแอนโธไซยานิน ได้แก่ cyanidin-3-sophoroside, delphinin-3-sambubioside และ pelargonidin-3-malonyl glucoside สารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต้านการตายแบบอะพอพโทซิส (anti-apoptosis), ด้านการอักเสบของเยื่อที่เรียวเซลล์ (Puangpronpitag et al., 2011) ด้านอนุมูลอิสระ (Nuengchamnong & Ingkaninan, 2010) ยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase (Lawag et al., 2012) จากรายงานพบว่า Delphinidin-3-sambubioside-5-rhamnoside และ delphinidin ในมะเเฒ่าสามารถยับยั้งไทโรซิเนสได้ เมื่อทำการศึกษา

จลนศาสตร์ของการยับยั้งพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ค่าความเร็วสูงสุดของเอนไซม์ (V_{max}) ลดลง (จาก 5.41 U เป็น 4.83 U) แต่ค่า K_m ไม่เปลี่ยนแปลง (16.73 mM) จึงสรุปได้ว่า สารดังกล่าวเป็นตัวยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสแบบไม่แข่งขันชนิด non-competitive (Yingngam, Monschein & Brantner, 2016) นอกจากนี้ยังพบว่า มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.65 ± 0.03 mg/ml เมื่อเทียบกับกรดโคจิกซึ่งเป็นสารมาตรฐานมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.029 ± 0.005 mg/mL ซึ่งมีฤทธิ์มากกว่า 22.41 เท่าของสารสกัดมะเเฒ่า

ทั้งนี้มีการวิจัยยืนยันฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเมลานินของสารแอนโธไซยานินจากประเทศเกาหลีที่ศึกษาผลของสารสกัดที่มีปริมาณแอนโธไซยานินสูง (anthocyanin rich fraction; AN-SLP) ที่สกัดแยกได้จากเมล็ดพืชต้นเบิร์ช (*Liriope platyphylla*) ที่มีต่อกระบวนการสร้างเมลานิน โดยทำการทดลองทั้งในหลอดทดลอง (*in vitro*) และเนื้อเยื่อนอกร่างกาย (*ex vivo*) โดยใช้เซลล์ B16 melanoma cell tyrosinase เป็นโมเดลเพื่อศึกษาความสามารถในการต้านการสังเคราะห์เมลานินและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พบว่า เมื่อทดสอบเซลล์ด้วยสารสกัดที่มีแอนโธไซยานินสูง ได้แก่ delphinidin-3-O-glucoside, delphinidin-3-O-rutinoside, petunidin-3-O-rutinoside และ malvidin-3-O-rutinoside มีผลทำให้การทำงานของเอนไซม์ลดลงจนไม่สามารถสร้างเมลานินได้ แต่ไม่ได้มีผลไปยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยตรง โดยที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดสามารถยับยั้งกระบวนการเกิดเมลานินได้ร้อยละ 53.2 ซึ่งมีฤทธิ์มากกว่าอาร์บูตินและกรดโคจิก 0.7 เท่า (ร้อยละ 36.5) และยังไม่เป็นพิษต่อเซลล์ นอกจากนี้ยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (α -glucosidase) ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไกลโคซิเลชัน (glycosylation) ของเอนไซม์ไทโรซิเนส ทำให้ไทโรซิเนสไม่เสถียร ไม่สามารถสร้างเมลานินเพื่อขนส่งไปยังเมลานोไซมได้ (Choung et al., 2013) ด้วยเหตุนี้ก็อาจจะเห็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้มีการนำเอาสารสกัดที่มีแอนโธไซยานินมาใช้ในการพัฒนาตำรับเพื่อผิวขาวและลดรอยหมองคล้ำ

มะขามป้อม

มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* Linn.) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Indian gooseberry หรือ Amla เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ *Euphorbiaceae* ชื่อวิทยาศาสตร์ พ้องว่า *Emblica officinalis* Gaertn. มะขามป้อมเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบที่พบได้ตามป่าเบญจพรรณทั่วไปในเอเชียเขตร้อนและป่าแดงทั่วไปในประเทศไทย ในตำราการแพทย์แผนไทย ผลสดและผลแห้งของมะขามป้อมมีสรรพคุณเป็นยาผดผาม แก้ไอ ละลายเสมหะ ส่วนใบใช้แก้ผื่นคันและแก้อาการผิวหนังมีน้ำเหลือง บิด ริดสีดวงทวารหนัก ต้มน้ำกินรักษาอาการตัวบวม ซึ่งมะขามป้อมมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายชนิด นอกจากวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ซึ่งมีปริมาณสูงในผลมะขามป้อมแล้ว ยังมีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ อาทิเช่น สารกลุ่มแทนนิน สารกลุ่มแอลคาลอยด์พบได้ในผล สารกลุ่มเบนซีนอยด์ (benzenoids), ฟุราโนโลเอตोन (furanolactones) สารกลุ่มไดเทอร์พินและไตรเทอร์พิน (diterpenes and triterpenes), ฟลาโวนอยด์ (flavonoids), สเตอรอล (sterols), คูมาริน คาร์โบไฮเดรต (Dasaraju & Gottumukkala, 2014) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในมะขามป้อมมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คอลลาจิเนส (collagenase) และไทโรซิเนส จึงช่วยลดการถูกทำลายของชั้นผิวหนัง ด้านรื้อรอย ช่วยให้ผิวขาว กระตุ้นการสร้างโปรคอลลาเจนและอีลาสตินซึ่งมีผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อผิวหนัง สารสกัดจากมะขามป้อมมีปริมาณโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์สูงจึงมีผลไปยับยั้งเอนไซม์คอลลาจิเนสและอีลาสเทส (elastase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีนคอลลาเจนและอีลาสติน ซึ่งถ้าหากคอลลาเจนถูกทำลายมากขึ้นจะทำให้เนื้อเยื่อผิวหนังถูกทำลายให้ขาดความชุ่มชื้นและรื้อรอย (Pientaweeratch, Panapisal & Tansirikongkol, 2016; Joseph et al. 2013; Takashi et al., 2008)

hydrolysable tannins เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญอีกชนิดที่ได้จากสารสกัดมะขามป้อมและได้รับความนิยมในผลิตภัณฑ์สุขภาพ hydrolysable tannins เป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอล ประกอบด้วย emblicanin-A,

emblicanin-B, pedunculagin, punigluconin (Fujii, et al., 2008) สารเหล่านี้ถูกนำมาเป็นส่วนผสมในครีมบำรุงผิวให้ผิวขาวและชะลอวัย เจลล้างหน้าและแผ่นแปะที่มีส่วนผสมสารสกัดมะขามป้อมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5-1.0 โดยมวลต่อปริมาตร (Homklob, 2010) มีกลไกการยับยั้งการสร้างเมลานินโดยยับยั้งการทำงานของไทโรซิเนส

สารสกัดมะขามป้อมมีคุณสมบัติยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์เมลานินได้หลายกลไก ได้แก่ ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และยับยั้งเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ไม่ให้เปลี่ยนโดปาไปเป็นโดปาโครม และยับยั้งเพอร์ออกซิเดสในขั้นตอนการเปลี่ยนโดไฮดรอกซีอินโดลและโดไฮดรอกซีอินโดลคาร์บอกซิลิกไปเป็นเมลานิน นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการคีเลทเหล็ก ป้องกันไม่ให้เหล็กถูกออกซิไดซ์ (Chaudhuri, Lascu & Puccetti, 2007)

อีกนัยหนึ่งมะขามป้อมอุดมไปด้วยวิตามินซี จึงช่วยป้องกันผิวหนังไม่ให้ถูกทำลายด้วยรังสียูวีซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะออกซิเดทีฟสเตรสและอนุมูลอิสระทั้ง ROS และ RNS รวมถึงไนตริกออกไซด์ รังสียูวีเอ (UVA) เป็นตัวกระตุ้นการสร้างเมลานินผ่านกระบวนการเกิดอนุมูลอิสระ วิตามินซีจะทำหน้าที่เป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระ เป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ เพื่อป้องกันไม่ให้เยื่อหุ้มเซลล์ที่ชั้นผิวหนังถูกทำลาย ยับยั้ง secondary messenger ที่กระตุ้นให้เกิดการสร้างเมลานิน นอกจากวิตามินซียังสามารถไปจับกับโลหะคอปเปอร์ของไทโรซิเนส เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการโพลีเมอไรเซชันเป็นเมลานิน (Ebanks, Wickett & Boissy, 2009) จากการศึกษาพบว่า วิตามินซีปริมาณ 7.5-120 ไมโครโมลต่อลิตรสามารถยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คะตะเลส ยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระที่เกิดจากรังสียูวี ยับยั้งการทำงานหรือการแสดงออกของเอนไซม์ไนตริกออกไซด์ซินเทส (eNOS และ iNOS) ทำให้ร่างกายสร้างไนตริกออกไซด์ลดลงซึ่งมีผลทำให้ปริมาณเมลานินที่ลดลงด้วยเช่นกัน และวิตามินซียังช่วยในการต้านอนุมูลอิสระของเซลล์ G361 human melanoma ดีขึ้น (Panich et al., 2011)

นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลิกยังทำงานร่วมกันในการยับยั้งการสร้างเมลานิน ได้แก่ กรดแกลลิกจะทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นให้กับเอนไซม์ไทโรซิเนสในการถูกออกซิไดส์แทนไทโรซิน ด้วยโครงสร้างของกรดแกลลิกมีสายแอลคิลที่ยาวสามารถเกิดเอสเทอร์กับเอนไซม์ได้จึงไปหยุดการทำงานของเอนไซม์ ส่วนกรดแอลลาจิกมีกลไกการยับยั้งเอนไซม์โดยการจับกับคอปเปอร์ซึ่งสามารถลดการทำงานของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้มีผลไปยังยั้งการแบ่งตัวของเมลานोไซต์และการสังเคราะห์เมลานินจึงทำให้มีการศึกษาการทำงานร่วมกันแบบเสริมฤทธิ์ระหว่างสารสกัดมะขามป้อม วิตามินซีและกรดโคจิกในการยับยั้งการสร้างเมลานินและนำมาเป็นสารเพื่อผิวขาวในเครื่องสำอาง (Wangkananona et al., 2017; Bhandari & Kamdod, 2012; Draelos et al., 2010; Özer, Mutlu & Kivçak, 2007)

มะยม

มะยม (mayom) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels อยู่ในวงศ์ *Euphorbiaceae* มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Star gooseberry ชื่อพ้อง *Phyllanthus distichus* Müll.Arg., *Cicca acida* Merr., *Cicca disticha* L., *Averrhoa acida* L. ผลมะยมมีฤทธิ์กัดเสมหะ เป็นยาระบาย ในตำราไทยใช้รากแก้ไข้ รักษาโรคผิวหนัง น้ำเหลืองเสีย ผื่นคัน ส่วนใบนำมาต้มแก้คัน แก้ไข้ หิด อีสุกอีใส เปลือกลำต้น ต้มน้ำกินแก้ไข้บรรเทา สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในมะยม เช่น ในผลมีแทนนิน วิตามินซี ในรากมี beta-amyrin, phyllanthol แทนนิน ซาโปนิน กรดแกลลิก ในงานวิจัยนอกเหนือจากมะยมจะมีฤทธิ์ต้าน *E.coli* และ *Propionibacterium acnes* แล้ว ยังพบว่าสารสกัดจากมะยมเมื่อสกัดด้วยเอทานอลมีความสามารถในการยับยั้งไทโรซิเนสได้ร้อยละ 42.92±3.85 แม้ว่าจะน้อยกว่ากรดโคจิก (ร้อยละ 93.38±1.63) แต่จากงานวิจัยของ Chatatikun and Chiabchalard (2017) ได้มีการคัดเลือกพืช 14 ชนิด พบว่าสารสกัดจากมะยมมีฤทธิ์ต้านไทโรซิเนสได้ดีรองลงมาจาก *Rhinacanthus nasutus* (L.) Kurz (ร้อยละ 64.68±5.46) และ *Ardisia Elliptica* Thunb. (ร้อยละ 49.54±1.23) เนื่องจากมีปริมาณฟีนอลิกสูง และ

ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงอีกด้วย (ร้อยละ 94.17) และในทางผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสารสกัดมะยมถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในสบู่เพื่อผิวขาวโดยเสริมฤทธิ์กับกลูตาไธโอน (Chatatikun & Chiabchalard, 2017)

นอกจากพืชตระกูลเบอร์รี่ของไทยที่กล่าวมา ยังมีพืชเบอร์รี่ชนิดอื่นอีกที่พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่คาดว่าน่าจะมีส่วนในการลดหรือยับยั้งกระบวนการชีวสังเคราะห์เมลานินหากมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น ลูกหว้า (*Jambolan plum*; ชื่อวิทยาศาสตร์ *Syzygium cumini* (L.) Skeels อยู่ในวงศ์ *Myrtaceae*) มีสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่สำคัญที่คล้าย ๆ กับหม่อนและมะเเมาได้แก่ แอนโธไซยานิน, กรดแอลลาจิก, ไอโซเคอเซติน (isoquercetin), แคมเฟอรอล (kaemferol), และไมเซติน (myrecetin) แอลคาลอยด์แจมโบซีน (jambosine) และไกลโคไซด์แจมโบลินหรือแอนติเมลลิน (glycoside jambolin or antimellin) (Ayyanar & Subash-Babu, 2012) โดยส่วนใหญ่สารเหล่านี้จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และอาจจะมีส่วนในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้เช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นแนวทางในการค้นคว้าทางวิจัยเพื่อนำสารจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวต่อไปในอนาคต

บทสรุป

ปัจจุบันสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในพืชกลุ่มเบอร์รี่ไทยถูกนำมาศึกษาวิจัยและนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ผิวขาวจำนวนมาก โดยมีกลไกการยับยั้งเมลานินหลายกลไก สารที่พบได้พืชกลุ่มเบอร์รี่ไทย ได้แก่ มัลเบอร์รี่ไชด์ เอ, เรสเวอราทรอล, ออกซีเรสเวอราทรอล, แอนโธไซยานิน, ไฮโดรไลซ์แทนนิน, วิตามินซี กรดแอลลาจิก และกรดแกลลิก มีคุณสมบัติในการต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยจับกับเอนไซม์ที่บริเวณเร่งด้วยโครงสร้างที่จำเพาะเจาะจง ยับยั้งการแสดงออกของยีนที่ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์เมลานิน รวมถึงการยับยั้งกระบวนการเกิดอนุมูลอิสระ จึงทำให้พืชเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ทำให้ผิวขาวเป็นจำนวนมาก และเป็นที่น่าพอใจที่ตลาดเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพต่างก็หาแหล่งธรรมชาติที่ให้สารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่สามารถ

ลดกระบวนการสร้างเม็ดสี รวมไปถึงการนำนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีมาใช้ในการตั้งตำรับเครื่องสำอางที่มีสารให้ผิวขาวเหล่านี้ เช่น เทคโนโลยีไลโปโซม หรือนาโนอิมัลชัน เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพต่อไปในอนาคต



References

- Ayyanar, M., & Subash-Babu, P. (2012). *Syzygium cumini* (L.) skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(3), 240-246.
- Bae-Harboe, Y. S. C., & Park, H. Y. (2012). Tyrosinase: A central regulatory protein for cutaneous pigmentation. *Journal of Investigative Dermatology*, 132(12), 2678-2680.
- Bernard, P., & Berthon, J. Y. (2000). Resveratrol: An original mechanism on tyrosinase inhibition. *International Journal of Cosmetic Science*, 22(3), 219-226.
- Bhandari, P., & Kamdod, M. (2012). *Emblica officinalis* (Amla): A review of potential therapeutic applications. *International Journal of Green Pharmacy*, 6(4), 257-269.
- Chan, E. W. C., Lye, P. Y., & Wong, S. K. (2016). Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 14(1), 17-30.
- Chatatikun, M., & Chiabchalard, A. (2017). Thai plants with high antioxidant levels, free radical scavenging activity, anti-tyrosinase and anti-collagenase activity. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1), 487.
- Chaudhuri, R., Lascu, Z., & Puccetti, G. (2007). Inhibitory effects of *Phyllanthus emblica* tannins on melanin synthesis. *Cosmetics and Toiletries*, 122(2), 73-80.
- Choung, M. G., Hwang, Y. S., Kim, G. P., Ahn, K. G., Shim, H. S., Hong, S. B., & Lim, J. D. (2013). Antimelanogenic effect and whitening of anthocyanin rich fraction from seeds of *Liriope platyphylla*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 21(5), 361-371.
- Dasaroju, S., & Gottumukkala, K. M. (2014). Current trends in the research of *Emblica officinalis* (Amla): A pharmacological perspective. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 24(2), 150-159.
- D'Mello, S. A., Finlay, G. J., Baguley, B. C., & Askarian-Amiri, M. E. (2016). Signaling pathways in melanogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(7), 1144.
- Draelos, Z. D., Yatskayer, M., Bhushan, P., Pillai, S., & Oresajo, C. (2010). Evaluation of a kojic acid, emblica extract, and glycolic acid formulation compared with hydroquinone 4% for skin lightening. *Cutis*, 86(3), 153-158.

- Ebanks, J. P., Wickett, R. R., & Boissy, R. E. (2009). Mechanisms regulating skin pigmentation: The rise and fall of complexion coloration. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(9), 4066-4087.
- Fujii, T., Wakaizumi, M., Ikami, T., & Saito, M. (2008). Amla (*Emblica officinalis* Gaertn.) extract promotes procollagen production and inhibits matrix metalloproteinase-1 in human skin fibroblasts. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(1), 53-57.
- Grove, G. L., & Kligman, A. M. (1983). Age-associated changes in human epidermal cell renewal. *Journal of Gerontology*, 38(2), 137-142.
- Homklob, J. (2010). Free radical scavenging capacity, tyrosinase inhibition activity and total phenolics content of ethyl acetate extracts from Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica* L.) in Thailand. *The 48th Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok.
- Joseph, N., Rao, M. P. B., Geevarughese, N. M., Pallaty, P. L., & Baliga, S. (2013). Amla (*Emblica officinalis* Gaertn.) the Indian indigenous berry in skin care. In R. R. Watson & S. Zibadi (Eds.), *Bioactive dietary factors and plant extracts in dermatology nutrition and health*. New York: Springer Science.
- Kim, J. K., Kim, M., Cho, S. G., Kim, M. K., Kim, S. W., & Lim, Y. H. (2010). Biotransformation of mulberroside A from *Morus alba* results in enhancement of tyrosinase inhibition. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 37(6), 631-637.
- Kim, H. B., Kim, J. B., Kim, S. L., Koh, S. H., Seok, Y. S., Kim, Y. S., & Kang, P. D. (2011). Quantitative analysis of resveratrol in mulberry leaves. *Korean Journal of Crop Science*, 56(1), 23-28.
- Kim, Y. M., Yun, J., Lee, C. K., Lee, H., Min, K. R., & Kim, Y. (2002). Oxyresveratrol and hydroxystilbene compounds inhibitory effect on tyrosinase and mechanism of action. *Journal of Biological Chemistry*, 277(18), 16340-16344.
- Lawag, I. L., Aguinaldo, A. M., Naheed, S., & Mosihuzzaman, M. (2012). α -Glucosidase inhibitory activity of selected Philippine plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(1), 217-219.
- Lee, S. H., Choi, S. Y., Kim, H., Hwang, J. S., Lee, B. G., Gao, J. J., & Kim, S. Y. (2002). Mulberroside F isolated from the leaves of *Morus alba* inhibits melanin biosynthesis. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 25(8), 1045-1048.
- Lee, T. H., Seo, J. O., Baek, S. H., & Kim, S. Y. (2014). Inhibitory effects of resveratrol on melanin synthesis in ultraviolet B-induced pigmentation in Guinea pig skin. *Biomolecules & Therapeutics*, 22(1), 35-40.
- Niu, C., & Aisa, H. A. (2017). Upregulation of melanogenesis and tyrosinase activity: Potential agents for Vitiligo. *Molecules*, 22(8), 1303.

- Nuengchamnong, N., & Ingkaninan, K. (2010). On-line HPLC–MS–DPPH assay for the analysis of phenolic antioxidant compounds in fruit wine: *Antidesma thwaitesianum* Muell. *Food Chemistry*, 118(1), 147-152.
- Özer, Ö., Mutlu, B., & Kivçak, B. (2007). Antityrosinase activity of some plant extracts and formulations containing ellagic acid. *Pharmaceutical biology*, 45(6), 519-524.
- Panich, U., Onkoksoong, T., Kongtaphan, K., Kasetsinsombat, K., Akarasereenont, P., & Wongkajornsilp, A. (2011). Inhibition of UVA-mediated melanogenesis by ascorbic acid through modulation of antioxidant defense and nitric oxide system. *Archives of Pharmacal Research*, 34(5), 811-820.
- Park, K. T., Kim, J. K., Hwang, D., Yoo, Y., & Lim, Y. H. (2011). Inhibitory effect of mulberroside A and its derivatives on melanogenesis induced by ultraviolet B irradiation. *Food and Chemical Toxicology*, 49(12), 3038-3045.
- Pientaweeratch, S., Panapisal, V., & Tansirikongkol, A. (2016). Antioxidant, anti-collagenase and anti-elastase activities of *Phyllanthus emblica*, *Manilkara zapota* and *Silymarin*: An in vitro comparative study for anti-aging applications. *Pharmaceutical Biology*, 54(9), 1865-1872.
- Pillaiyar, T., Manickam, M., & Namasivayam, V. (2017). Skin whitening agents: Medicinal chemistry perspective of tyrosinase inhibitors. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 32(1), 403-425.
- Puangpronpitag, D., Yongvanit, P., Boonsiri, P., Suttajit, M., Areejitranusorn, P., Na, H. K., & Surh, Y. J. (2011). Molecular mechanism underlying anti-apoptotic and anti-inflammatory effects of Mamea (*Antidesma thwaitesianum* Müll. Arg.) polyphenolics in human breast epithelial cells. *Food Chemistry*, 127(4), 1450-1458.
- Qiu, F., Komatsu, K. I., Saito, K. I., Kawasaki, K., Yao, X., & Kano, Y. (1996). Pharmacological properties of traditional medicines. XXII. Pharmacokinetic study of mulberroside A and its metabolites in rat. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 19(11), 1463-1467.
- Sarkar, R., Chugh, S., & Garg, V. K. (2012). Newer and upcoming therapies for melasma. *Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology*, 78(4), 417.
- Shin, N. H., Ryu, S. Y., Choi, E. J., Kang, S. H., Chang, I. M., Min, K. R., & Kim, Y. (1998). Oxyresveratrol as the potent inhibitor on dopa oxidase activity of mushroom tyrosinase. *Biochemical and biophysical research communications*, 243(3), 801-803.
- Slominski, A., Tobin, D. J., Shibahara, S., & Wortsman, J. (2012) Melanin pigmentation in mammalian skin and its hormonal regulation. *Physiological Reviews*, 84(4), 1155-1228.
- Solano, F., Briganti, S., Picardo, M., & Ghanem, G. (2006). Hypopigmenting agents: An updated review on biological, chemical and clinical aspects. *Pigment Cell & Melanoma Research*, 19(6), 550-571.

- Takashi, F., Wakaizumia, M., Ikamib, T., & Saitoa, M. (2008). Amla (*Emblica officinalis* Gaertn.) extract promotes procollagen production and inhibits matrix metalloproteinase-1 in human skin fibroblasts. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(1), 53-57.
- Wang, Y. C., Wu, C., Chen, H., Zheng, Y., Xu, L., & Huang, X. Z. (2011). Antioxidant activities of resveratrol, oxyresveratrol, esveratrol, mulberroside A from *Cortex mori*. *Food Science*, 32(15), 135-138.
- Wangkananona, W., Phuaksamanb, C., Koobkokkrud, T., & Natakankitkul, S. (2017). Synergistic effects of combined emblica extract, L-ascorbic acid, and kojic acid on tyrosinase inhibition. *24th Conference of the International Federation of Societies of Cosmetic Chemists*, Seoul.
- Wei, H., Zhu, J. J., Liu, X. Q., Feng, W. H., Wang, Z. M., & Yan, L. H. (2016). Review of bioactive compounds from root barks of *Morus* plants (Sang-Bai-Pi) and their pharmacological effects. *Cogent Chemistry*, 2(1), 1-16.
- Yingngam, B., Monschein, M., & Brantner, A. H. (2016). Application of ultrasonic assisted extraction of bioactive compounds from the fruits of *Antidesma puncticulatum* Miq. and evaluation of its antityrosinase activity. *Chiang Mai Journal of Science*, 43(3), 519-534.
- Zafar, M. S., Muhammad, F., Javed, I., Akhtar, M., Khaliq, T., Aslam, B., & Zafar, H. (2013). White mulberry (*Morus alba*): A brief phytochemical and pharmacological evaluations account. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(3), 612-620.
- Zhou, J., Li, S. X., Wang, W., Guo, X. Y., Lu, X. Y., Yan, X. P., & Cao, L. (2013). *Variations in the levels of mulberroside A, oxyresveratrol, and resveratrol in mulberries in different seasons and during growth*. Retrieved from <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/380692/>



เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์ Data Mining Techniques for Nursing Data Analysis

ศุภามณ จันทร์สกุล
Suphamon Chansakul

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Faculty of Nursing, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีข้อมูลต่าง ๆ และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในวิชาชีพการพยาบาลเป็นจำนวนมากแต่การนำข้อมูลต่าง ๆ และฐานข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์โดยค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลซึ่งเรียกว่า “การวิเคราะห์เหมืองข้อมูล” ยังมีอยู่น้อย วัตถุประสงค์ของบทความวิชาการเพื่อนำเสนอความรู้เบื้องต้นในการทำเหมืองข้อมูลสำหรับพยาบาล การวิเคราะห์เหมืองข้อมูลแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่คือ (1) การวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการทำนายมีการเรียนรู้แบบมีการสอน และ (2) การวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการอธิบายมีการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน เทคนิคเหมืองข้อมูล 3 เทคนิคที่ได้รับความนิยมได้แก่ การจำแนกประเภท (ต้นไม้ตัดสินใจ และเครือข่ายประสาท) การจัดกลุ่มข้อมูล และการค้นหา กฎความสัมพันธ์ของข้อมูล ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเหมืองข้อมูลสร้างองค์ความรู้ และเป็นข้อค้นพบที่เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจ

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูล, การจำแนกประเภท, เครือข่ายประสาท, ต้นไม้ตัดสินใจ, การวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์

Abstract

In the nursing profession, there are various information and databases. But the identifying patterns of data relationships hidden in the data set are called “Data mining”, there is a few utilization. The purpose of this article is to provide an introduction to data mining for nursing. Data mining algorithms are divided into two major groups: (1) predictive (supervised learning) and (2) descriptive (unsupervised learning). Three of the most widely-used data mining algorithms such as classification (decision tree and neuron networks), clustering and association rule. Analysis results from data mining reveal, knowledge creation and useful discovery for decision making.

Keywords: data mining, classification, neuron networks, decision tree, nursing data analysis



บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสารมีสารสนเทศมากมายในทุกศาสตร์ ทั้งทางด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ การตลาด ด้านสุขภาพ (healthcare) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลทางการแพทย์และการพยาบาล ข้อมูลในวิชาชีพ การพยาบาลมีหลากหลาย ทั้งทางด้านการศึกษาทางการพยาบาล การบริหารทางการพยาบาล การปฏิบัติการพยาบาล และการวิจัยทางการพยาบาล โดยฐานข้อมูลทางการแพทย์ต่าง ๆ ได้แก่ Pubmed, CINALH, ProQuest nursing & Allied health source, Clinical key nursing, Ovid, DAO, ScienceDirect เป็นต้น (Mahidol University, 2015; Jirathummakoon, 2006) การเกิดขึ้นของข้อมูลต่าง ๆ และฐานข้อมูลจำนวนมากนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence--AI) อันเกี่ยวข้องกับวิธีการที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถคล้ายมนุษย์หรือเลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ การทำเหมืองข้อมูล (data mining) เป็นหนึ่งในการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ.1960 (Liao, Chu & Hsiao, 2012) เมื่อค้นหาคำสำคัญว่า “data mining technique” จากบทคัดย่อบนฐานข้อมูลออนไลน์ของ Elsevier SCOPUS, Springerlink, IEEE Xplore, EBSCO และ Wiley InterScience online database ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ.2000 ถึงเดือนสิงหาคม ค.ศ.2011 พบว่าเทคนิคเหมืองข้อมูลที่ได้รับความนิยม 4 อันดับแรกได้แก่ Decision tree, Artificial neural network, Clustering และ Association rule ตามลำดับ (Liao, Chu & Hsiao, 2012)

การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิควิธีการจำแนกกลุ่ม (classification) ได้แก่ การวิเคราะห์เครือข่ายประสาท (neuron networks) และการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) ใช้การเรียนรู้แบบมีการสอน (supervised learning) มีหลักการทำงานโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (training data) และส่วนที่สองคือข้อมูลสำหรับใช้ทดสอบ (testing data) เพื่อประเมินความถูกต้องของตัวแบบ (model evaluation) โดยใช้ข้อมูลที่ไม่เคยเห็น

มาก่อน (unseen data) เพื่อกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลใหม่หรือทำนายค่าของการจัดหมวดหมู่ (Sripaoraya & Sinsomboonthong, 2017)

สำหรับบทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอสาระเกี่ยวกับเทคนิคเหมืองข้อมูล การนำไปใช้และประโยชน์ของเหมืองข้อมูลทางการแพทย์ ส่วนตัวอย่างของการวิเคราะห์ผู้เขียนขอแนะนำตัวอย่างเหมืองข้อมูลที่ใช้เทคนิควิธีการจำแนกกลุ่ม (classification) ได้แก่ การวิเคราะห์เครือข่ายประสาท (neuron networks) และการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยข้อมูลที่น่าสนใจเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทางการศึกษาทางการแพทย์

เทคนิคเหมืองข้อมูล

(Data mining techniques)

1. เหมืองข้อมูล (data mining) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบ (pattern) ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยอาศัยหลักสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจ (Wongwiwatanon, 2008; Na-Wichien, 2017b; Srisa-An, 2017) ในการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใกล้เคียงกับสมองมนุษย์ (machine learning) มีชนิดของการเรียนรู้ข้อมูล 2 แบบคือ (1) การเรียนรู้แบบมีการสอน (supervised learning) เป็นการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีผู้สอน หรือกล่าวได้ว่าข้อมูลนั้นมีการกำหนดคลาสหรือค่าเฉลย และ (2) การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (unsupervised learning) เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน หรือกล่าวได้ว่าข้อมูลนั้นไม่มีการกำหนดคลาสซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลธรรมชาติที่พบได้โดยทั่วไป (Prachuabsupakij, 2018 ; Yoo et al., 2012) กระบวนการทำเหมืองข้อมูลใช้โมเดลในการเรียนรู้ จึงต้องนำอัลกอริทึมของการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) มาใช้โดยชนิดของอัลกอริทึมในการทำเหมืองข้อมูล (data mining algorithms) แบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ดังนี้ (Na-Wichien, 2017b; Srisa-An, 2017; Yoo et al., 2012)

1.1 การวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการทำนาย (predictive) มีการเรียนรู้แบบมีการสอน (supervised learning) โดยเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่เดิมเพื่อทำนายข้อมูลใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น ถ้าข้อมูลมีการจัดลำดับของผู้เรียนไว้แล้วว่าใครเป็นผู้เรียนกลุ่มเก่ง ใครเป็นผู้เรียนกลุ่มปานกลาง และใครเป็นผู้เรียนกลุ่มอ่อน เหมืองข้อมูลสามารถเรียนรู้จากข้อมูลเหล่านี้และค้นหาโมเดลที่สามารถใช้อธิบายลักษณะของผู้เรียนกลุ่มต่าง ๆ จากโมเดลที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ทำนายผู้เรียนใหม่ว่าจะเป็นผู้เรียนกลุ่มประเภทใด เทคนิคการวิเคราะห์ได้แก่ การจำแนกประเภท (classification) หรือการสร้างตัวแบบทำนาย (prediction models)

1.2 การวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการอธิบาย (descriptive) มีการเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (unsupervised learning) โดยค้นหารูปแบบความสัมพันธ์หรือลักษณะที่เชื่อมโยงกันของข้อมูล การวิเคราะห์ต่างจากแบบแรกตรงที่ไม่ได้กำหนดล่วงหน้าว่าจะให้โปรแกรมวิเคราะห์เหมืองข้อมูลค้นหารูปแบบหรือโมเดลแต่ให้ค้นหาทุกรูปแบบที่น่าสนใจจากข้อมูล เทคนิคการวิเคราะห์ได้แก่ การจัดกลุ่ม (clustering) และการหากฎความสัมพันธ์ (association rule)

2. เทคนิคเหมืองข้อมูลที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้มี 3 เทคนิค ดังนี้ (Na-Wichien, 2017b; Srisa-An, 2017; Yoo et al., 2012)

2.1 การจำแนกประเภท (classification & prediction) มีการเรียนรู้แบบมีการสอนซึ่งกำหนดคลาส (class) ไว้แล้วในการจัดประเภท คลาสในการจำแนกประเภทเป็นคุณลักษณะ (attribute or feature) ในชุดข้อมูลนั้น ๆ ที่ผู้วิจัยสนใจ หรืออีกนัยหนึ่งคือตัวแปรตาม (dependent variable) ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ตัวอย่าง เช่น การสูบบุหรี่ (smoking) กำหนดคลาสไว้ 2 อย่างคือ Yes หรือ No เป็นต้น กระบวนการในการจัดแบ่งประเภทของข้อมูลมี 2 ขั้นตอนคือ (1) การหาชุดต้นแบบซึ่งสร้างจากการวิเคราะห์ชุดของข้อมูลฝึกสอน (training data) และ (2) ชุดข้อมูลทดสอบ (testing data) โดยตรวจสอบความตรงในการจำแนกเมื่อนำต้นแบบที่ได้มาใช้งาน

ข้อมูลจำแนกกลุ่ม เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจร่างกาย ต่าง ๆ กับการเกิดโรคโดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยและการวินิจฉัยของแพทย์ที่เก็บไว้ เพื่อนำมาช่วยวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย สำหรับเทคนิควิธีการจำแนกกลุ่ม (classification) ที่นิยมได้แก่ การวิเคราะห์เครือข่ายประสาท (neuron networks) และการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree)

2.2 การจัดกลุ่มข้อมูล (clustering) มีการเรียนรู้แบบไม่มีการสอนซึ่งแตกต่างจากการจำแนกประเภทโดยการจัดกลุ่มจะไม่มีการกำหนดคลาสไว้ก่อนจึงไม่มีต้นแบบที่สร้าง สำหรับขั้นตอนของการจัดกลุ่มมีการจัดข้อมูลที่มีคุณลักษณะคล้ายกันจัดเข้ากลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรคเดียวกันตามลักษณะอาการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของโรค โดยพิจารณาจากผู้ป่วยที่มีอาการคล้ายคลึงกัน เป็นต้น การจัดกลุ่มเหมาะสำหรับการศึกษาหรือสำรวจข้อมูลตามธรรมชาติที่มีจำนวนมากและไม่ทราบคุณลักษณะของข้อมูลเหล่านั้น สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลได้แก่ Hierarchical clustering algorithms (single-link, complete-link, average-link) และ Partitional clustering algorithms (K-means, K-medoids)

2.3 การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (association rule discovery) มีการเรียนรู้แบบไม่มีการสอนโดยค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลมากกว่าสองชุดขึ้นไป บางครั้งเรียกเทคนิคนี้ว่า “วิเคราะห์ตะกร้าตลาด (market basket analysis)” ซึ่งศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากใบรายการซื้อสินค้า (transaction) เช่น เมื่อลูกค้าซื้อขนมปังจะซื้อเนยด้วย เป็นต้น สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้แก่ Apriori algorithm โดยหาความสัมพันธ์ที่มีค่าสนับสนุน (support) ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ของการดำเนินการที่กฎสามารถนำไปใช้มีความถูกต้อง และค่าความมั่นใจ (confidence) ซึ่งเป็นจำนวนของกรณีที่ถูกถูกต้องโดยสัมพันธ์กับจำนวนของกรณีที่ถูกสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งแตกต่างจากการจำแนกประเภทและการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญใน

การตรวจสอบความตรง (accuracy) ของการจำแนกประเภท และการจัดกลุ่ม การหาความสัมพันธ์จากข้อมูลทาง การแพทย์ ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการ (symptoms) ภาวะสุขภาพ (health conditions) และ โรค (diseases) เป็นต้น

การนำไปใช้และประโยชน์ของเหมืองข้อมูลทาง การพยาบาล

จากการทบทวนวรรณกรรมจากบทความวิจัย ทั้งในไทยและต่างประเทศพบมีการทำเหมืองข้อมูลทาง ด้าน สุขภาพ การแพทย์ และการพยาบาล โดยรายละเอียด ดังตาราง 1 และตาราง 2

ตาราง 1

เทคนิคเหมืองข้อมูลทางด้านสุขภาพ การแพทย์ และการพยาบาลในประเทศไทย

ผู้วิจัย	งานวิจัย	เทคนิคเหมืองข้อมูล	โปรแกรม วิเคราะห์
เรวดี ศักดิ์ดุยธรรม (Sakdulyatam, 2010)	การใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่งในการ วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ในการรักษาโรคนี้ว่ลือกในแบบต่าง ๆ ของคณะแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานคร	Clustering, Association rule	WEKA
นิเวศ จิระวิชิตชัย (Chirawichitchai, 2010)	การค้นหาคะเทคนิกเหมืองข้อมูลเพื่อ สร้างโมเดลการวิเคราะห์โรคอัตโนมัติ	Classification : Naïve Bayes, MLP, Radial Basis, Function network, SVM, K-nearest neighbor, Dicision tree, Ripper	WEKA
กิตติศักดิ์ สุมาลย์ (Sumamal, 2012)	การคัดกรองสุขภาพเบื้องต้นโดยใช้ เทคนิคเหมืองข้อมูล	Association rule ศึกษา ความสัมพันธ์ของการเป็นโรค Classification ศึกษาการคัด กรองสุขภาพเบื้องต้น	SPSS, WEKA
ทัศนัท ฐานประเสริฐกุล และกมล เกียรติเรืองมลา (Thanprasertkul & Keatruangkamala, 2014)	การศึกษาสาเหตุการเกิดโรคความดัน โลหิตสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุ กรณี ศึกษาโรงพยาบาลภาครัฐแห่งหนึ่ง ในประเทศไทย	Clustering	-
วิไลรัตน์ วิศวไพศาล, บุญช่วย ศรีธรรมศักดิ์ และสาธิษฐ์ นากกระแสร (Wisvapaisan, Srithammasak & Nakkrasae, 2016)	ปัจจัยที่มีผลต่อการทำนายการ คลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ ในโรงพยาบาลตำรวจ	Decission tree จำแนกกลุ่ม ที่คลอดครบกำหนดและคลอด ก่อนกำหนด	WEKA

ตาราง 1

เทคนิคเหมืองข้อมูลทางด้านสุขภาพ การแพทย์ และการพยาบาลในประเทศไทย (ต่อ)

ผู้วิจัย	งานวิจัย	เทคนิคเหมืองข้อมูล	โปรแกรมวิเคราะห์
สุรวัชร ศรีเปารยะ และ สายชล สิ้นสมบุญทอง (Sripaoraya & Sinsomboonthong, 2017)	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการ จำแนกกลุ่มการเป็นโรคไตเรื้อรัง: กรณีศึกษาโรงพยาบาลแห่งหนึ่งใน ประเทศอินเดีย	Classification: Decision tree, NN, SVM, rule-based, logistic regression, Naïve Bayes จากฐานข้อมูล UCI Machine Learning Repository	SPSS, WEKA

ตาราง 2

เทคนิคเหมืองข้อมูลทางด้านสุขภาพ การแพทย์ และการพยาบาลในต่างประเทศ

ผู้วิจัย	งานวิจัย	เทคนิคเหมืองข้อมูล	โปรแกรมวิเคราะห์
Madigan and Curet (2006)	A data mining approach in home healthcare: outcomes and service use	CART (Classification and Regression Trees)	-
Yoon et al. (2010)	Prediction models for burden of caregivers applying data mining techniques	classification: algorithms (J48, RandomForest, MultilayerPerceptron, AdaboostM1)	SPSS, WEKA
Barker and Pasupathy (2011)	Impact of fatigue on performance in registered nurses: Data mining and implications for practice	CHAID	-
Lee et al. (2011)	Application of data mining to the identification of critical factors in patient falls using a web-based reporting system	artificial neural network (ANN)	SPSS, STATISTICA 8.0
Santos et al. (2013)	A data mining system for providing analytical information on brain tumors to public health decision makers	Clustering, Classification, Association	Microsoft Analysis Services 2005®

ตาราง 2

เทคนิคเหมืองข้อมูลทางด้านสุขภาพ การแพทย์ และการพยาบาลในต่างประเทศ (ต่อ)

ผู้วิจัย	งานวิจัย	เทคนิคเหมืองข้อมูล	โปรแกรมวิเคราะห์
Almasalha et al. (2013)	Data mining nursing care plans of end of life patients: A study to improve healthcare decision making	Clustering	Rapid Miner
Raju et al. (2015)	Exploring factors associated with pressure ulcers: A data mining approach	Decision Tree	Program R
Ghaibeh, Setoguchi and Moriguchi (2016)	Mining nurse care data: A study case on pressure ulcer prediction	Decision Tree	-
Alexander and Wang (2017)	Big data analytics in heart attack prediction	Classification: Naïve Bayes, Decision Tree and ANN	WEKA

จากบทความวิจัยในตาราง 1 และ 2 แสดงการทำเหมืองข้อมูลทางด้านสุขภาพ โดยเทคนิคที่นิยม ได้แก่ การจัดประเภท และการจัดกลุ่ม จากการศึกษาดังกล่าว ทำให้เห็นประโยชน์ของเหมืองข้อมูลทางการพยาบาลดังนี้

1. ประโยชน์ทางคลินิก ได้แก่ การคัดกรองสุขภาพเบื้องต้น การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการรักษาพยาบาล การสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรค การศึกษาสาเหตุของการเกิดโรค การศึกษาปัจจัยที่ทำให้ผู้ป่วยพลัดตกหกล้ม ปัจจัยที่ทำให้เกิดแผลกดทับ การพยากรณ์ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นประโยชน์ในการวางแผนการพยาบาลผู้ป่วยและการตัดสินใจให้การพยาบาลทางคลินิก

2. ประโยชน์ในด้านการบริหารการพยาบาล ได้แก่ ผลลัพธ์ของบริการเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าในการรักษาพยาบาล การสร้างตัวแบบทำนายภาระของผู้ดูแลผู้ป่วย การพยากรณ์ความเหนื่อยล้าในการปฏิบัติงานของพยาบาลวิชาชีพ เป็นต้น ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารพยาบาลในการตัดสินใจและวางแผนงานทางการพยาบาลต่อไป

ตัวอย่างการวิเคราะห์เหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิควิธีการจำแนกกลุ่ม (Classification)

สำหรับตัวอย่างเทคนิควิธีการจำแนกประเภท (classification) ในครั้งนี้ใช้เทคนิคเครือข่ายประสาทและต้นไม้ตัดสินใจ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้โดยทั่วไปในการวิจัยและผู้ใช้ซึ่งเป็นพยาบาลส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยมากกว่าโปรแกรมอื่น ส่วนข้อมูลที่นำมาเป็นตัวอย่างวิเคราะห์เป็นข้อมูลทางการศึกษาพยาบาลประกอบด้วยข้อมูลระดับชั้นปี สไลด์การเรียนรู้แบบ VARK ความชอบต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน การกำกับตนเองในการเรียน กำหนดให้เป็นตัวแปรต้นในการวิเคราะห์เพื่อทำนายตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดจากเกรดเฉลี่ยสะสม (GPA) 1/2559 ของนักศึกษาพยาบาล มหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเชีย รายละเอียดของข้อมูลดังนี้

ระดับชั้นปี (Level) มี 3 ชั้นปี คือ ปี 1, ปี 2 และ ปี 3

สไตล์การเรียนรู้แบบ VARK มี 4 รูปแบบ คือ (1) unimodal (V, A, R, K) (2) bimodal (VA, VR, VK, AR, AK, RK) (3) trimodal (VAR, VAK, VRK, ARK) และ (4) multimodal/VARK

ความชอบต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (LS_PFL) มีความชอบ 3 รูปแบบ คือ (1) ผู้สอนบรรยายเนื้อหาเป็นหลัก (2) ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเองเป็นหลัก และ (3) ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเองร่วมกับผู้สอนบรรยายเนื้อหาในสัดส่วนพอ ๆ กัน

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน (MA_gr) มีคะแนนเฉลี่ย 5 ระดับคือ มากที่สุด, มาก, ปานกลาง, น้อย และน้อยที่สุด นำข้อมูลมาจัดเป็น 3 กลุ่มโดย กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 1-2.5 เป็นกลุ่มแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนน้อย กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 เป็นกลุ่มแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนปานกลาง และกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นกลุ่มแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนมาก

การกำกับตนเองในการเรียน (SR_gr) มีคะแนนเฉลี่ย 5 ระดับคือ มากที่สุด, มาก, ปานกลาง, น้อย และน้อยที่สุด นำข้อมูลมาจัดเป็น 3 กลุ่มโดย กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 1-2.5 เป็นกลุ่มการกำกับตนเองในการเรียนน้อย กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 เป็นการกำกับตนเองในการเรียนปานกลาง และกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นกลุ่มการกำกับตนเองในการเรียนมาก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GPA_gr) วัดจากเกรดเฉลี่ยสะสม (GPA) 1/2559 ของนักศึกษาพยาบาล นำข้อมูลมาจัดเป็น 2 กลุ่มโดยกำหนดเกรดเฉลี่ยสะสม > 2.86 เป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี และเกรดเฉลี่ยสะสม < 2.86 เป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดี

จากตัวอย่างข้อมูลด้านการศึกษาทางการพยาบาล ดังกล่าวที่นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีเครือข่ายประสาทเทียม และต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งใช้หลักการเรียนรู้แบบมีผู้สอน สามารถเรียนรู้จากข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ แล้วค้นหาโมเดลที่สามารถใช้อธิบายลักษณะของนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีหรือไม่ดี โมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์เหมือนข้อมูลสามารถนำไปใช้ทำนายนักศึกษาใหม่ได้ว่า น่าจะเป็นนักศึกษาประเภทใดระหว่างนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีหรือนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนไม่ดี ผู้เขียนขอเสนอหลักการวิเคราะห์เครือข่ายประสาทเทียมและต้นไม้ตัดสินใจและตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วยทั้ง 2 วิธี ในลำดับต่อไป

หลักการวิเคราะห์เครือข่ายประสาท ตัวอย่างการวิเคราะห์และการแปลผล

การวิเคราะห์เครือข่ายประสาท (neuron network) มีโครงสร้างพื้นฐานและใช้หลักการคำนวณเลียนแบบการทำงานของระบบสมองและใยประสาทในสมองของมนุษย์ มีการส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทเรียกว่าโหนด (node) ที่เชื่อมโยงหลายชั้น การทำงานของเครือข่ายประสาทใช้โครงสร้างในการวิเคราะห์แบบ Multilayer Perception (MLP) ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นโหนด (node) ในแต่ละชั้นมีค่าน้ำหนัก (weight) ที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แบ่งข้อมูล (partition) เป็นข้อมูลฝึก (training data) ข้อมูลทดสอบ (test data) และข้อมูลตรวจสอบ (holdout) ในสัดส่วน 2:2:1 กำหนดชนิดของข้อมูลฝึกแบบ Mini-batch ซึ่งเป็นวิธีผสมผสานแบบ Batch กับแบบ Online วิธีนี้เหมาะสมกับข้อมูลขนาดปานกลางโดยจะแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มเท่า ๆ กันและมีการปรับน้ำหนักการเชื่อมต่อ (update synaptic weight) เมื่อข้อมูลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งผ่านการฝึก (Na-Wichien, 2017a) จากข้อมูลทางด้านการศึกษาพยาบาลที่นำมาเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์แสดงผลการวิเคราะห์และตัวอย่างการแปลผลการวิเคราะห์เครือข่ายประสาท MLP ดังนี้

Case Processing Summary

		N	Percent
Sample	Training	77	37.7%
	Testing	87	42.6%
	Holdout	40	19.6%
Valid		204	100.0%
Excluded		3	
Total		207	

ภาพ 1 สรุปจำนวนและชนิดของข้อมูลวิเคราะห์

Network Information				
Input Layer	Factors	1	Level	
		2	VARK	
		3	LS_PFL	
		4	SR_gr	
		5	MA_gr	
Hidden Layer(s)	Number of Units ^a			14
	Number of Hidden Layers			1
	Number of Units in Hidden Layer 1 ^a			2
Output Layer	Activation Function		Hyperbolic tangent	
	Dependent Variables	1	GPA_gr	
	Number of Units			2
	Activation Function		Softmax	
	Error Function		Cross-entropy	

a. Excluding the bias unit

ภาพ 2 ข้อมูลตัวแปร

Model Summary		
Training	Cross Entropy Error	49.245
	Percent Incorrect Predictions	36.4%
	Stopping Rule Used	1 consecutive step (s) with no decrease in error ^a
	Training Time	0:00:00.16
Testing	Cross Entropy Error	60.458
	Percent Incorrect Predictions	46.0%
Holdout	Percent Incorrect Predictions	50.0%

Dependent Variable: GPA_gr

a. Error computations are based on the testing sample.

ภาพ 3 สรุปผลการวิเคราะห์โมเดล

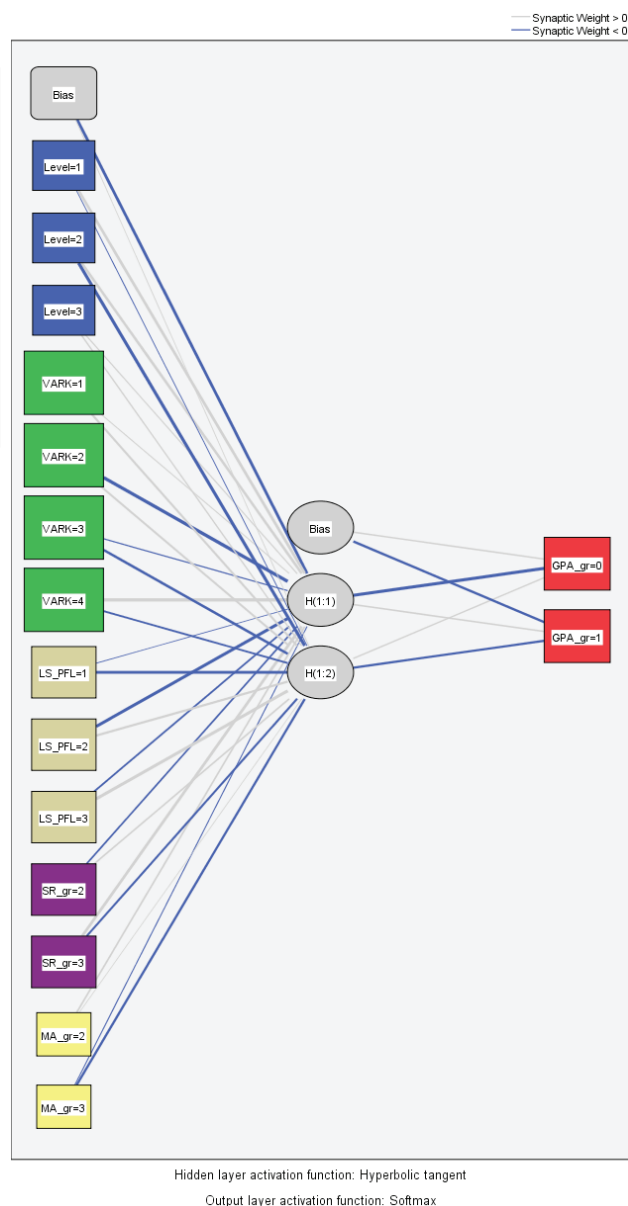
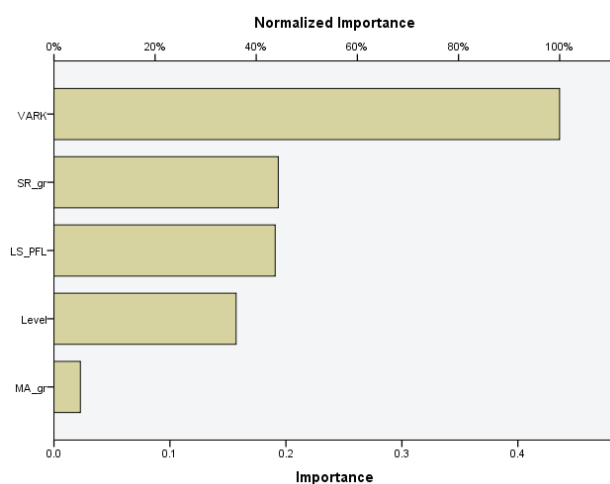
Classification				
Sample	Observed	Predicted		
		not good	good	Percent Correct
Training	not good	33	13	71.7%
	good	15	16	51.6%
	Overall Percent	62.3%	37.7%	63.6%
Testing	not good	25	9	73.5%
	good	31	22	41.5%
	Overall Percent	64.4%	35.6%	54.0%
Holdout	not good	18	7	72.0%
	good	13	2	13.3%
	Overall Percent	77.5%	22.5%	50.0%

Dependent Variable: GPA_gr

ภาพ 4 การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาพ 2 ดังนี้ ระดับชั้นปี (Level) สไตล์การเรียนรู้แบบ VARK (VARK) ความชอบต่อรูปแบบการจัดการเรียน การสอน (LS_PFL) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน (MA_gr) และการกำกับตนเองในการเรียน (SR_gr) ใช้การวิเคราะห์ เครือข่ายใยประสาทแบบ MLP แสดงดังภาพ 4 พบว่า มีจำนวนข้อมูลวิเคราะห์ทั้งหมด 207 ข้อมูล แบ่งเป็น ข้อมูลฝึก 77 ข้อมูล ข้อมูลทดสอบ 87 ข้อมูล และข้อมูล ตรวจสอบ 40 ข้อมูล ข้อมูลสามารถระบุตัวแปรสำคัญที่ ใช้ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GPA_gr) ได้

คิดเป็นร้อยละ 50 พิจารณา จาก Holdout ในภาพ 3 และ 4 โดยตัวแปรที่มีความสำคัญลำดับมากพิจารณาจาก ค่าความสำคัญที่ใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่ สไตล์การเรียนรู้ แบบ VARK (VARK) การกำกับตนเองในการเรียน (SR_gr) ความชอบต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (LS_PFL) ระดับชั้นปี (Level) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน (MA_gr) ตามลำดับ และแสดงโครงข่ายประสาทเทียม แบบหลายชั้นโหนด (node) โดยในแต่ละชั้นมีค่าน้ำหนัก (weight) ที่แตกต่างกันดังภาพ 5



ภาพ 5 แสดงค่าความสำคัญในการพยากรณ์และโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP

หลักการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ

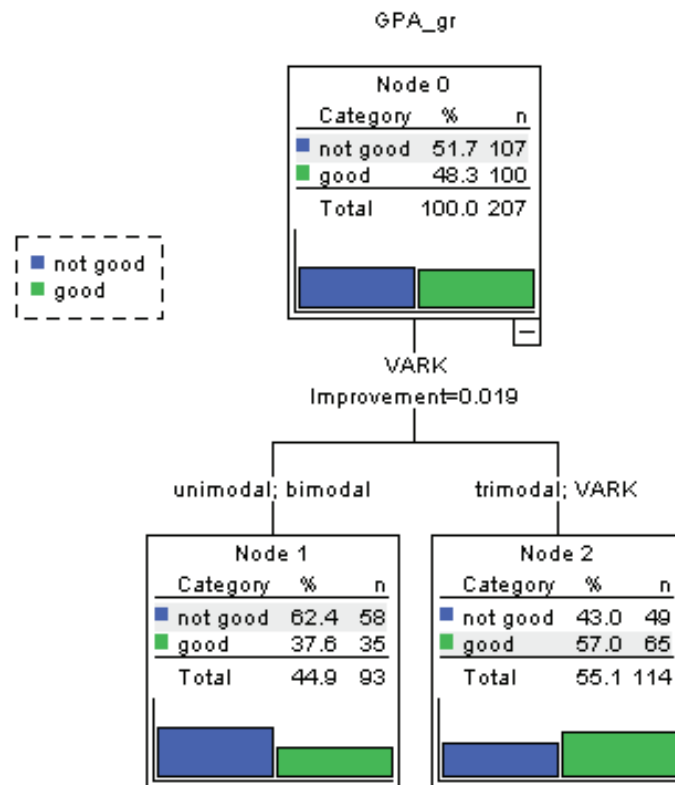
ตัวอย่างการวิเคราะห์และการแปลผล

การวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจเป็นการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองพยากรณ์ที่มีลักษณะคล้ายโครงสร้างต้นไม้ โดยใช้ข้อมูลตัวแปรต้นทำนายผลของตัวแปรตามแล้วมีการสร้างกฎต่าง ๆ ขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจ การวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจใช้อัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อนในการวิเคราะห์ทำให้สามารถตีความและเข้าใจลักษณะของรูปแบบข้อมูล (pattern) ได้ง่ายเพราะมีการแยกออกเป็นกฎต่าง ๆ (Na-Wichien, 2017b ; Srisa-An, 2017) ในการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เลือก growing method โดยใช้วิธี CRT (Classification and Regression Trees) ในการจำแนกและทำนายซึ่งการคำนวณวิธีนี้จะคำนวณโดยแบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ แล้ว

พิจารณาข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวแปรตามมากที่สุด เนื่องจากตัวแปรตามมีมาตรวัดเป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่องซึ่งสามารถ Impurity Measure ได้ 2 แบบ คือ GINI Twoing และ Ordered Twoing โดย GINI เป็นค่าที่ระบุความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่สัมพันธ์กับตัวแปรตาม Twoing เป็นการคำนวณที่แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มแล้วเลือกตัวแปรต้นที่สามารถแบ่งกลุ่มได้สอดคล้องกับตัวแปรตาม ส่วน Ordered Twoing แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มคล้าย Twoing แต่ตัวแปรตามเป็นมาตรวัดแบบเรียงอันดับ (Na-Wichien, 2017b) การประเมินค่าความแม่นยำ (cross validation) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ จำนวนรอบของการตรวจสอบ (number of sample folds) ความถูกต้องในการจำแนกประเภทด้วยชุดข้อมูลใช้ 10 รอบ ตัวอย่างการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี CRT และการแปลผลต้นไม้ตัดสินใจ ดังนี้

Model Summary			Risk		
Specifications	Growing Method	CRT	Method	Estimate	Std. Error
	Dependent Variable	GPA_gr	Resubstitution	.406	.034
	Independent Variables	Level, VARK, LS_PFL, MA_gr, SR_gr	Cross-Validation	.444	.035
	Validation	Cross Validation	Growing Method: CRT Dependent Variable: GPA_gr		
	Maximum Tree Depth	5			
	Minimum Cases in Parent Node	100			
	Minimum Cases in Child Node	50			
Results	Independent Variables Included	VARK			
	Number of Nodes	3			
	Number of Terminal Nodes	2			
	Depth	1			

ภาพ 6 สรุปผลการวิเคราะห์โมเดล



ภาพ 7 แผนภูมิการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ

Classification			
Observed	Predicted		
	not good	good	Percent Correct
not good	58	49	54.2%
good	35	65	65.0%
Overall Percentage	44.9%	55.1%	59.4%

Growing Method: CRT
Dependent Variable: GPA_gr

ภาพ 8 ความถูกต้องในการจัดประเภท

Tree Table											
Node	not good		good		Total		Predicted Category	Parent Node	Primary Independent Variable		
	N	Percent	N	Percent	N	Percent			Variable	Improvement	Split Values
0	107	51.7%	100	48.3%	207	100.0%	not good				
1	58	62.4%	35	37.6%	93	44.9%	not good	0	VARK	.019	unimodal; bimodal
2	49	43.0%	65	57.0%	114	55.1%	good	0	VARK	.019	trimodal; VARK

Growing Method: CRT
Dependent Variable: GPA_gr

ภาพ 9 ข้อมูลตารางต้นไม้ตัดสินใจ

การแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี CRT ดังภาพ 6 และ 7 พบว่ามีจำนวนข้อมูลวิเคราะห์ทั้งหมด 207 ข้อมูล มีตัวแปรต้นคือ ระดับชั้นปี (level) สไตล์การเรียนรู้แบบ VARK ความชอบต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (LS_PFL) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน (MA_gr) และการกำกับตนเองในการเรียน (SR_gr) ผลการวิเคราะห์พบตัวแปรสามารถจัดประเภทบุคคลด้วยการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 59.4 ดังภาพ 8 และมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนายร้อยละ 40.6 ดังภาพ 6 ได้กฎในการจัดประเภทจำนวน 2 กฎดังภาพ 7 และ 9 ดังนี้

1. ถ้าผู้เรียนมีสไตล์การเรียนรู้แบบ VARK ในรูปแบบ trimodal หรือ multimodal/VARK จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีคิดเป็นร้อยละ 57
2. ถ้าผู้เรียนมีสไตล์การเรียนรู้แบบ VARK ในรูปแบบ unimodal หรือ bimodal จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีคิดเป็นร้อยละ 62.4

สรุปผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีคือ การวิเคราะห์เครือข่ายประสาทแบบ MLP และการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี CRT ให้ผลวิเคราะห์ที่สอดคล้องกัน โดยการวิเคราะห์เครือข่ายประสาทแบบ MLP สามารถระบุตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คิดเป็นร้อยละ 50 และตัวแปรที่มีความสำคัญลำดับมากพิจารณาจากค่าความสำคัญที่ใช้ในการพยากรณ์พบว่าตัวแปรสไตล์การเรียนรู้มีค่าความสำคัญ (normalized important) สูงสุดคือร้อยละ 100 แสดงดังภาพ 8 ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธี

CRT ซึ่งพบว่าตัวแปรสามารถจัดประเภทบุคคลด้วยการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 59.4 ดังภาพ 8 โดยข้อมูลตารางต้นไม้ดังภาพ 9 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสไตล์การเรียนรู้แบบ VARK เป็นตัวแปรต้นหลักในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพบกฎในการจัดประเภทมีจำนวน 2 กฎคือ (1) ถ้าผู้เรียนมีสไตล์การเรียนรู้แบบ VAR ในรูปแบบ trimodal หรือ VARK/multimodal จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีคิดเป็นร้อยละ 57 และ (2) ถ้าผู้เรียนมีสไตล์การเรียนรู้แบบ VARK ในรูปแบบ unimodal หรือ bimodal จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีคิดเป็นร้อยละ 62.4

บทสรุป

การทำเหมืองข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น การวิเคราะห์แบ่งเป็นการวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการทำนายและการวิเคราะห์เหมืองข้อมูลเพื่อการอธิบาย โดยเทคนิคเหมืองข้อมูลที่ได้รับความนิยมได้แก่ การจำแนกประเภท (ต้นไม้ตัดสินใจ และเครือข่ายประสาท) การจัดกลุ่มข้อมูล และการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ในปัจจุบันมีข้อมูลต่าง ๆ และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในวิชาชีพการพยาบาลจำนวนมาก พยาบาลสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ จากฐานข้อมูลนำไปใช้ในการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล ผลจากการวิเคราะห์เหมืองข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ สามารถนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจอันเป็นประโยชน์ทางคลินิกและประโยชน์ในด้านการบริหารการพยาบาลต่อไป



References

- Alexander, C. A., & Wang, L. (2017). Big data analytics in heart attack prediction. *Journal of Nursing and Care*, 6(2), 1-9.
- Almasalha, F., Xu, D., Keenan, G. M., Khokhar, A., Yao, Y., Chen, Y. C., . . . Wilkie, D. J. (2013). Data mining nursing care plans of end of life patients: A study to improve healthcare decision making. *International Journal of Nursing Knowledge*, 24(1), 15-24.
- Chirawichitchai, N. (2010). *Data mining for automatical disease analysis*. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University. (in Thai)
- Ghaibeh, A., Setoguchi, Y., & Moriguchi, H. (2016). Mining nurse care data: A study case on pressure ulcer prediction. *2016 IEEE International Conference on Healthcare Informatics*, Illinois.
- Jirathummakoon, S. (2006). Information search for evidence based in nursing. *Thai Journal of Cardio-Thoracic Nursing*, 17(2), 37-51. (in Thai).
- Lee, T. T., Liu, C. Y., Kuo, Y. H., Mills, M. E., Fong, J. G., & Hung, C. (2011). Application of data mining to the identification of critical factors in patient falls using a web-based reporting system. *International journal of medical informatics*, 80(2), 141-150.
- 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.
- Madigan, E. A., & Curet, O. L. (2006). *A data mining approach in home healthcare: outcomes and service use*. Retrieved from <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1472-6963-6-18>
- Mahidol University. (2015). *Nursing databases*. Retrieved from <https://med.mahidol.ac.th/learningresources/th/content/e-databases/nursing> (in Thai)
- Na-Wichien, S. (2017a). *Neuron networks and decision tree analysis*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Na-Wichien, S. (2017b). *Data mining*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Pasupathy, K. S., & Barker, L. M. (2011). Impact of fatigue on performance in registered nurses: Data mining and implications for practice. *Journal for Healthcare Quality*, 34(5), 22-30.
- Prachuabsupakij, W. (2018). *Data mining with WEKA*. Prachinburi: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Raju, D., Su, X., Patrician, P. A., Loan, L. A., & McCarthy, M. S. (2015). Exploring factors associated with pressure ulcers: A data mining approach. *International Journal of Nursing Studies*, 52(1), 102-111.

- Santos, R. S., Malheiros, S. M., Cavalheiro, S., & De Oliveira, J. M. (2013). A data mining system for providing analytical information on brain tumors to public health decision makers. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 109(3), 269-282.
- Sakdulyatam, R. (2010). *Factors for successful analysis of trigger finger treatment of faculty of medicine, Vajira hospital, university of Bangkok using data mining techniques*. Nonthaburi: Rajapruek College. (in Thai)
- Sripaoraya, S., & Sinsomboonthong, S. (2017). Efficiency comparison of data mining, classification methods for chronic kidney disease: A case study of a hospital in India. *Journal of Science and Technology*, 25(5). 839-853. (in Thai)
- Srisa-An, C. (2017). *Intelligent data sources...everyone can do (data warehouse and data mining)*. Retrieved from https://www.thaimooc.org/courses/course-v1:RSU-MOOC+rsu001+2017_T1/info (in Thai)
- Sumamal, K. (2012). *Basic health screening by using data mining techniques*. Master of Science (Web Engineering) Thesis, Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Thanprasertkul, T., & Keatruangkamala, K. (2014). The cause predicting to blood pressure essential hypertension: A case study of public hospital in Thailand. *34th the National Graduate Research Conference*, Khon Kaen. (in Thai)
- Wisvapaisan, W., Srithammasak, B., & Nakkrasae, S. (2016). Factors affecting the prediction of gravid women giving preterm births at police general hospital. *Journal of the Police Nurse*, 8(2), 83-89. (in Thai).
- Wongwiwatanon, P. (2008). Data mining in medical informatics. *Data Management & Biostatistics Journal*, 4(2), 12-21. (in Thai)
- Yoo, I., Alafaireet, P., Marinov, M., Pena-Hernandez, K., Gopidi, R., Chang, J. F., & Hua, L. (2012). Data Mining in healthcare and biomedicine: A survey of the literature. *Journal of Medical Systems*, 36(4), 2431-2448.
- Yoon, S., Patrao, M., Schauer, D., & Gutierrez, J. (2010). *Prediction models for burden of caregivers applying data mining techniques*. Retrieved from <http://aims sciences.org/article/doi/10.3934/bdia.2017014?viewType=html>



การฟื้นฟูมลพิษทางดินที่ปนเปื้อนจากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม

The Renewal of Soil Contaminated Industrial Hazard Wastes

นันทวุฒิ จำปางาม

Nuntawut Champar-ngam

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Public Health, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ปัญหาการขยายตัวของการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมส่งผลต่อการนำทรัพยากรมาใช้ในกระบวนการผลิต ส่งผลเสียต่อการตกค้างของกากของเสียที่บำบัดแล้วและยังไม่ผ่านกระบวนการบำบัดเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งทางดิน น้ำ อากาศ พืช ตามมา ซึ่งในปัจจุบันการจัดการกากของเสียอันตรายที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ก่อให้เกิดการลักลอบฝังกลบหรือลักลอบทิ้งสารมลพิษในพื้นที่ที่ไม่ได้จัดเตรียมไว้ ก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณกากของเสีย การปนเปื้อนของสารอันตรายหลายชนิดลงสู่ดินและน้ำใต้ดิน ก่อให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนหรือสัตว์เลี้ยงตามมา จากปัญหาดังกล่าว การหาแนวทางในการฟื้นฟูและจัดการกากของเสียอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน โดยทราบแหล่งก่อกำเนิดมลพิษ กระบวนการเคลื่อนย้าย การสะสมสารมลพิษในทรัพยากรดินโดยเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการที่เหมาะสม ทำให้ทราบแนวทางการฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมและแนวคิดในการจัดการ การอนุรักษ์ทรัพยากรดินและทรัพยากรธรรมชาติต่อมลพิษทางดิน โดยเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับแหล่งก่อกำเนิด ที่มาของสารพิษ ประเภทของสารพิษปนเปื้อน เพื่อเป็นการประเมินค่าใช้จ่ายประเมินความเสี่ยงของประชาชนต่อการได้รับผลกระทบ และกำหนดแนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมถึงการชดเชยค่าเสียหายที่เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: การฟื้นฟู, มลพิษทางดิน, กากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม

Abstract

The expansion of industrial sector development effect to resources usage in process production. Furthermore this expansion cause the residue of treated and untreated waste is increase every year. Those waste also effect to environment, including soil, water, air, and plants. The current problem of management of hazardous waste is incorrect management according to academic principles such as illegal to landfill, dispose of pollutants in unprotected areas that make contamination to soil and groundwater. In addition, spoil waste accumulation. Likewise, make problem to natural resources and effect to the health both people and pets. So this problem, we finding how to restoration and hazardous waste management to environment especially, the soil is important. By knowing where's the source of pollution, how to transfer the pollutants accumulation in the soil with proper technology.

That's knowing how to restore environment and the concept which soil and natural resources management are choose the sustainable method for the source of the toxic contamination to assess the risk assessment costs of the people's vulnerability to the impact and guidelines for resources restoration, environment as well as Furth more including appropriate, compensation for the damages.

Keywords: the renewal, soil pollution, industrial hazard wastes



บทนำ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยสัดส่วนมูลค่าผลผลิตอุตสาหกรรมต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (ปี พ.ศ. 2555 ประมาณร้อยละ 34 หรือคิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 3.86 ล้านล้านบาท) และมูลค่าการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมต่อมูลค่าการส่งออกรวม มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมในขณะนี้แม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ประมาณร้อยละ 77.2 หรือคิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 5.647 ล้านบาท ในปี 2557 แต่ก็ยังคงต้องเผชิญกับปัจจัยความเสี่ยงต่าง ๆ ที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมชะลอตัว เช่น ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางการเมือง (political instability) หรือการที่ประเทศไทยเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community--AEC) ต้องมีการแข่งขันที่รุนแรง มีการแย่งชิงทรัพยากรในการผลิตมากยิ่งขึ้นหรืออาจจะต้องเผชิญกับความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความถี่และความรุนแรงสูงขึ้น เช่น แผ่นดินไหว น้ำท่วม เป็นต้น ความเสี่ยงจากการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันจะเชื่อมโยงกับแนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าตลอดจนการดูแลและการบริหารจัดการกากของเสียที่เกิดจากภาคการผลิต เพื่อมิให้ภาคอุตสาหกรรมดำเนินการใด ๆ ในอันที่จะเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย หรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนกับภาคส่วนอื่น ๆ (Department of Industry Works, 2015) จากการพัฒนาเศรษฐกิจส่งผลต่อการใช้ทรัพยากร มีการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งแหล่งรองรับของเสีย

มากที่สุดคือทรัพยากรดินทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยวิธีการจัดการและฟื้นฟูดินปนเปื้อนสารพิษต้องใช้ระยะเวลาวิธีการ เทคโนโลยีขั้นสูง และใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาในการลงทุนสูงส่งผลให้ปัญหาทางด้านมลพิษทางดินที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรมถูกมองข้าม หรือแก้ไขไม่ตรงตามหลักวิชาการจนก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของดิน

ดังนั้นปัจจุบันปัญหาเรื่องการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินและน้ำใต้ดิน นับเป็นประเด็นปัญหาสำคัญที่หลายฝ่ายต่างให้ความสนใจ เนื่องจากปัญหาดังกล่าวล้วนสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ สุขอนามัยและการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ตามมาทั้งนี้กระบวนการในการจัดการมลพิษทางดินจำเป็นจะต้องมีการศึกษาและหาแนวทางในการจัดการ วิธีการ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการแหล่งกำเนิดของเสียและพื้นที่ปนเปื้อนไม่ให้ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของประชาชน และสามารถกำหนดแนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมถึงการชดเชยค่าเสียหายที่เหมาะสมต่อไป

ปัญหามลพิษทางดินจากภาคอุตสาหกรรม

1. ความหมายและสาเหตุของการเกิดมลพิษทางดิน

1.1 ความหมายของมลพิษทางดิน

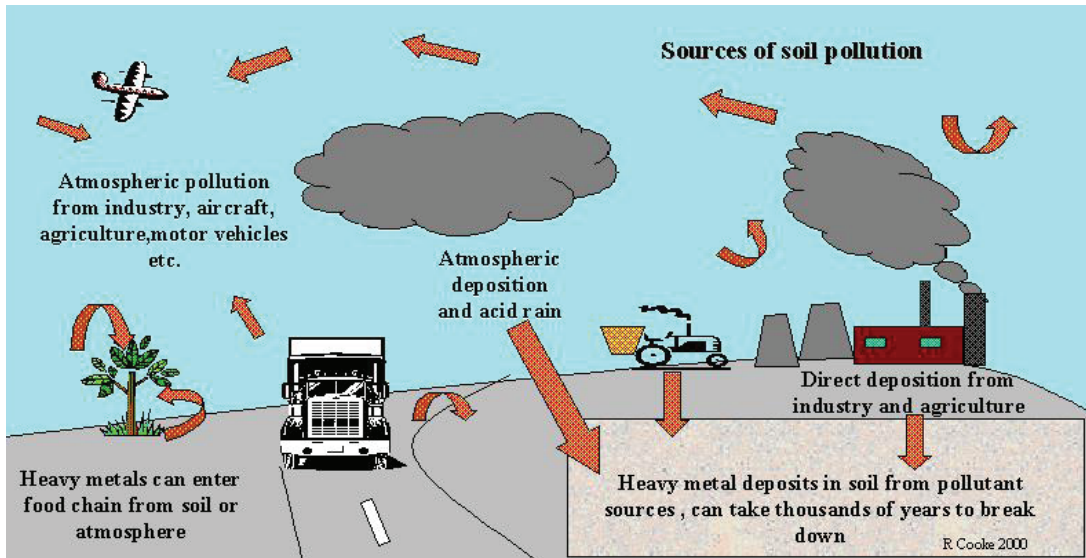
มลพิษทางดิน หมายถึง ดินที่เสื่อมค่าไปจากเดิม และหรือมีสารมลพิษเกินขีดจำกัดจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และพละอนามัย ตลอดจน การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม (Chankaew, 1987)

ดังนั้นมลพิษทางดิน (soil pollution) หมายถึง ดินที่เสื่อมค่าไปจากเดิมและหรือมีสารมลพิษเกินขีดจำกัด จนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และพละนามัย ตลอดจน การเจริญเติบโตของพืช และสัตว์ ทั้งโดยทางตรงและ ทางอ้อม โดยการกระทำของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลง ของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลง ของระบบนิเวศดินในทางที่ทรุดโทรม หรือไม่สมารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของ พืชและสิ่งมีชีวิตในดินอาศัยอยู่ ก่อให้เกิดความเสียหาย ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม รวมถึงสร้างความเสียหายในภาคการเกษตรที่เป็นแหล่งวัตถุดิบ ส่งต่อในภาคอุตสาหกรรม นอกจากผลกระทบจะต่อสภาพ แวดล้อมยังส่งผลต่อสุขภาพและอนามัยของสิ่งมีชีวิต การเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ ของสิ่งมีชีวิต

1.2 สาเหตุการเกิดมลพิษทางดิน

มลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษดินสามารถจำแนกได้ 3 พวกคือ (1) มลสารที่มีชีวิต (biological contaminants) เช่น พยาธิ แบคทีเรีย ไวรัสต่าง ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในดิน (2) มลสาร เคมี (chemical contaminants) เช่น สารอินทรีย์บาง ชนิด ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดดินเค็ม หรืออินทรีย์สาร ประเภทยาฆ่าแมลง ซึ่งจะถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร และจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามลำดับขั้นของผู้บริโภค (3) มลสารกัมมันตรังสี (radiological contaminants) เช่น สารจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ และเตาปฏิกรณ์ ปริมาณ ซึ่งหากมีสารเหล่านี้ตกค้างในดินสูง จะมีผลทำให้ สิ่งมีชีวิตบางชนิดเกิดการกลายพันธุ์ได้

สาเหตุในการเกิดมลพิษทางดิน สามารถแบ่ง ออกได้ 2 ประเภท ดังนี้ (1) ดินเสียโดยธรรมชาติ ตัวอย่าง เช่น ปัญหาดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินพรุ หรือดินอินทรีย์ ดินที่มี สารกัมมันตรังสี และดินที่เจือปนด้วย โลหะหนัก เป็นต้น (2) ดินเสียเพราะการกระทำของมนุษย์ (ภาพ 1) ดังเช่น การใช้ปุ๋ยเคมีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ (1) ปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุ หลักสำคัญของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะ ทำให้ดินเปรี้ยว มีสภาพความเป็นกรดสูง (2) การใช้สาร เคมีกำจัดศัตรูพืช (pesticides) ทำให้ดินเป็นแหล่งสะสม สารเคมีที่มีผลตกค้างนาน เช่น สารประเภทคลอรีนอินทรีย์ (organochlorine) เป็นต้น และสารประเภทอินทรีย์ที่ใช้ ธาตุพิษเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น สารหนู ทองแดง พรอท ฯลฯ การปล่อยให้น้ำเสียจากกระบวนการผลิต ซึ่งเป็น น้ำเสียที่เกิดจากการชะล้างผ่านสารเคมีต่าง ๆ ใน อุตสาหกรรม เช่น สารพีซีบี (PCB) ที่ใช้ในการผลิตสีและ พลาสติก สารเอชซีบี (HCB) ที่ใช้ในการผลิตยางสังเคราะห์ การใช้ดินเป็นแหล่งทิ้งวัสดุเหลือใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทิ้งวัสดุเหลือใช้อันตรายซึ่งยากต่อการย่อยสลาย จะเกิด การสะสมในดินจนทำให้เกิดภาวะมลพิษดิน การรั่วไหลสาร กัมมันตรังสี จากการทดลองหรือจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู สารกัมมันตรังสีจะถูกดูดซึม ไปอยู่ในใบและดอกของพืช แล้วผ่านทางห่วงโซ่อาหาร มาจนกระทั่งถึงตัวมนุษย์ การทำเหมืองแร่แทบทุกชนิด จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรดิน หรือทรัพยากรน้ำที่จะต้องเกิดการปนเปื้อนและก่อให้เกิด มลพิษในอากาศด้วย



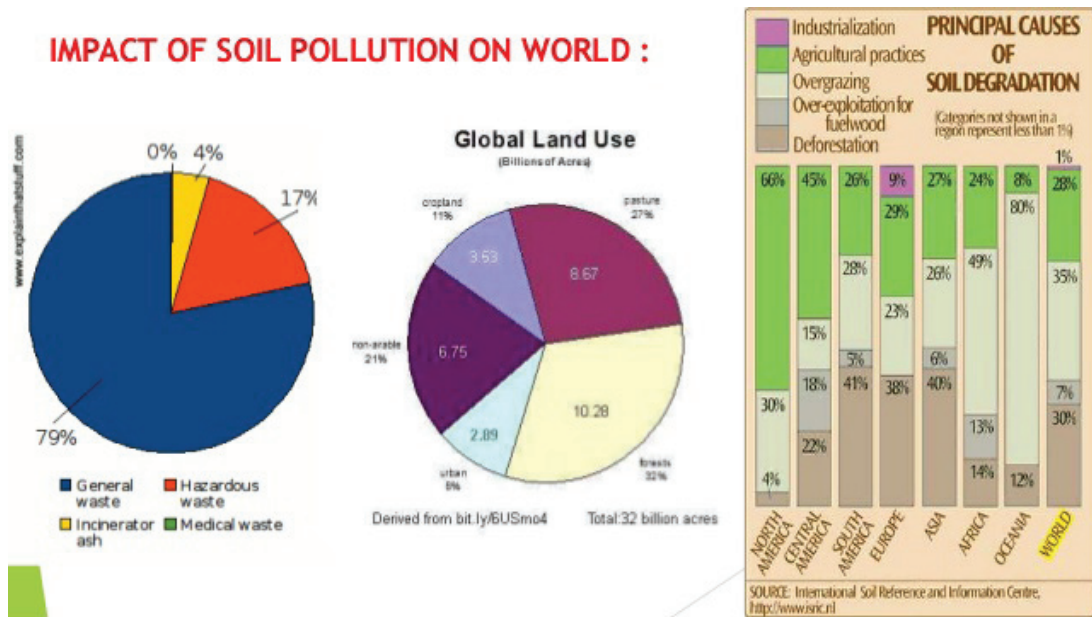
ภาพ 1 แหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษจากอากาศของเสียต่อทรัพยากรดิน และสิ่งแวดล้อม

ที่มา จาก *Land pollution*, โดย The University of Reading ECIFM, 2018, สืบค้นจาก <http://www.ecifm.rdg.ac.uk/landpollution.htm>

2. มลพิษทางดินจากกากของเสียและสิ่งปฏิกูล

กากอุตสาหกรรมและสิ่งปฏิกูล หมายถึง กากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต การเก็บวัตถุดิบ จนเสื่อมสภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพหรือเสื่อมสภาพ ภาชนะบรรจุที่มีของปนเปื้อนและของเหลือใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) กากอุตสาหกรรมไม่อันตราย หมายถึง สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่ไม่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนสารอันตรายหรือมีลักษณะเช่นเดียวกับมูลฝอยชุมชน (2) กากอุตสาหกรรมอันตราย หมายถึง สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนสารอันตรายหรือมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังนี้สารไวไฟ สารกัดกร่อน สารพิษ สารที่มีองค์ประกอบของสิ่งเจือปนที่เป็นสารอันตรายเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ปัญหาการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้น สืบเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น โรงงานผู้ก่อกำเนิดของเสีย (waste generator) อาจไม่มีความรู้ความเข้าใจหรือไม่สนใจกฎหมายเท่าที่ควร ทำให้ไม่ส่งของเสียกำจัดหรือบำบัดตามที่ได้รับอนุญาต หรือไม่แจ้ง

การขนส่ง ขณะที่ผู้รับบำบัดหรือกำจัดกากอุตสาหกรรม (waste processor) รวมถึงผู้ประกอบการขนส่ง (waste transporter) ก็ไม่แจ้งการรับของเสีย ไม่มีการจัดการของเสียอย่างถูกต้อง หรือของเสียไปไม่ถึงผู้รับกำจัดปลายทาง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรม ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่ตามมาอีกมากมายอาจกล่าวได้ว่าแนวโน้มการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่องในปัจจุบันและอาจพบเห็นข่าวเป็นระยะ ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องจากการจัดการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและกฎหมาย โดยมักจะเกี่ยวข้องกับฝ่ายต่าง ๆ ได้แก่ (1) ผู้ก่อกำเนิดของเสีย (Waste generator--WG) (2) ผู้รวบรวมขนส่ง (Waste transporter--WT) (3) ผู้รับบำบัดหรือกำจัดกากอุตสาหกรรม (Waste processor--WP) และ (4) กรมโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้กำกับดูแล (Waste regulator--WR) การลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมก่อให้เกิดผลกระทบตามมามากมาย เช่น มลพิษที่เกิดจากกากอุตสาหกรรมและสิ่งปฏิกูล



ภาพ 2 ผลกระทบของปัญหามลพิษทางดิน จากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก

ที่มา จาก *Soil pollution*, โดย Saikrishnagrandhe, 2015, สืบค้นจาก <https://www.slideshare.net/saikrishnagrandhe/soil-pollution-54019476>

3. มลพิษทางดินจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

การปล่อยให้น้ำเสียจากกระบวนการผลิต น้ำเสียส่วนใหญ่ที่มาจากกระบวนการเหล่านี้จะเกิดการชะล้างผ่านสารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิต จนถึงการทำความสะดวกของโรงงาน รวมทั้งน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัดหรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานปลาปน โรงงาน ผลิตภัณฑ์นม โรงโม่แป้ง โรงงานทำอาหารกระป๋อง ส่วนใหญ่มีสารอินทรีย์พวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรตปนอยู่มาก สารอินทรีย์ที่ถูกปล่อยออกมากับน้ำทิ้งนี้ก็จะถูกย่อยสลาย ทำให้เกิดผลเช่นเดียวกับน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยจากชุมชน นอกจากนี้อาจมีสารพิษชนิดอื่นปะปนอยู่ด้วย ขึ้นอยู่กับประเภท และขนาดของโรงงาน เราสามารถแยกประเภทอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ดังนี้ (1) อุตสาหกรรมอาหาร น้ำทิ้งมักมีสารอินทรีย์สูงมากทำให้ O_2 ในแหล่งน้ำน้อยลง (2) อุตสาหกรรมเส้นใย ของเสียเกิดจากสารเจือปนที่มีอยู่ในเส้นใย (3) อุตสาหกรรมกระดาษ น้ำทิ้งของอุตสาหกรรมประเภทนี้มักส่งกลิ่นเหม็น สีที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะสกปรก

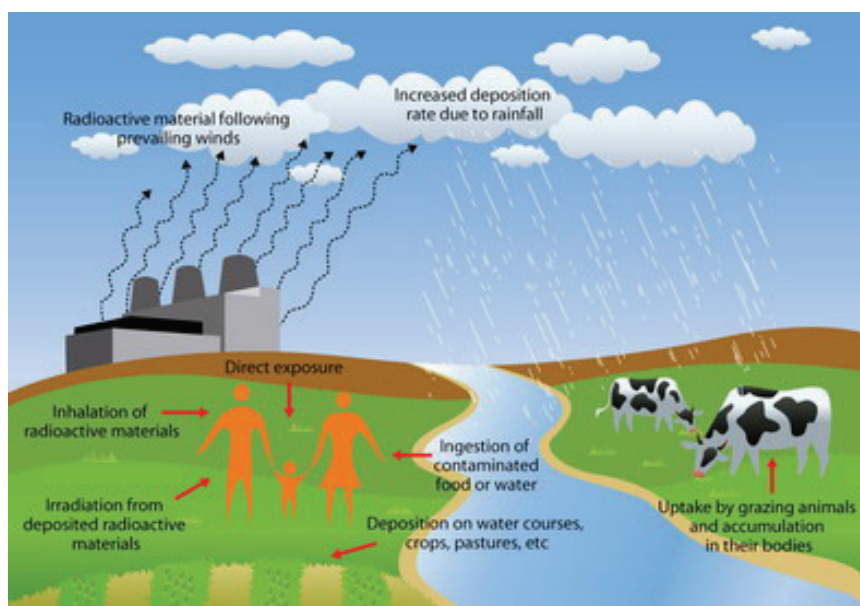
การสังเคราะห์แสงของพืช (4) อุตสาหกรรมปิโตรเลียม น้ำทิ้งมีสารประเภทไฮโดรคาร์บอนและกรด (5) อุตสาหกรรมเคมี น้ำทิ้งจะเป็นพวกกรดและด่าง (เบส) (6) อุตสาหกรรมยางและพลาสติก น้ำทิ้งจะมีค่า BOD สูง (7) อุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานฟอกหนังมีฤทธิ์เป็นด่าง (8) การคมนาคมทางน้ำ ในการเดินเรือตามแหล่งน้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร มีการทิ้งของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ และน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งถ้ามีโอกาสรั่วไหลลงน้ำได้และมีจำนวนมาก ก็จะทำให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจน และเป็นผลเสียต่อระบบนิเวศและส่งผลต่อการปนเปื้อนในดินซึ่งเป็นที่รองรับสุดท้ายของระบบนิเวศ (Bansomdejchaopraya Rajabhat University, 2018)

4. มลพิษทางดินจากสารเคมีอุตสาหกรรม

สาเหตุของการเกิดมลพิษทางดินส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์ ที่ใช้ประโยชน์จากสารเคมีด้านต่าง ๆ การใช้ปุ๋ยเคมีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตรแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ (1) ปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุหลักสำคัญของพืช เมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินเปรี้ยว มีสภาพความเป็นกรดสูงไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืช ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ การเพาะปลูก

ที่ไม่ถูกวิธีทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรม หรืออาจเกิดจากธรรมชาติเป็นผู้ทำลายทรัพยากรดินได้ (2) การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (pesticides) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีฤทธิ์ทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นชนิดที่ให้ประโยชน์หรือโทษต่อการเกษตรกรรมแม้แต่ผลกระทบต่อมนุษย์ด้วยสารเคมีที่สลายตัวได้ช้าจะตกค้างในดิน เช่น สารประเภทคลอรีนไฮโดรคาร์บอนหรือออร์กาโนคลอรีน (organ chlorine) เป็นที่สารประกอบด้วยอะตอมคลอรีน

(Cl) ได้แก่ ดีดีที (DDT) ที่ใช้ในการเพาะปลูกการควบคุมการแพร่ระบาดของมาลาเรีย และการควบคุมแมลงอื่น ๆ ดิลดริน (dieldrin) ที่ใช้ในการกำจัดแมลงในการเกษตรและกำจัดปลวก อัลดริน (aldrin) ที่ใช้ในการเพาะปลูก กำจัดปลวกและแมลง การสะสมของสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ จะทำให้เกิดมลพิษทางดินและการสะสมในดินต่อไป (Institute for Innovative Learning, Mahidol University, 2018)



ภาพ 3 การเคลื่อนย้ายสารพิษออกสู่บรรยากาศก่อให้เกิดมลพิษทางดิน

ที่มา จาก *Nuclear event and food safety*, โดย Centre of Food Safety, (2018), สืบค้นจาก http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_30_Q&A_2.html

5. มลพิษทางดินจากอากาศเสีย

จากภาพ 3 แสดงการเคลื่อนย้ายสารพิษของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ไม่มีการจัดการอย่างถูกต้องอาจปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีสร้างขึ้นภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ออกสู่พื้นที่โดยรอบที่มีสารกัมมันตภาพรังสีซีเซียมและกัมมันตภาพรังสีไอโอดีน ออกสู่ชั้นบรรยากาศ สารไอโซโทปในกัมมันตภาพรังสีที่เป็นก๊าซและสารระเหยบางชนิดอาจถูกพัดผ่านไปได้ วัสดุกัมมันตภาพรังสีที่มองไม่เห็นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับขนนกหรือเมฆควันกระจายตัวไปสู่ชั้นบรรยากาศโดยบางส่วนจะตกลงบนพื้นดินส่งผลต่อการปนเปื้อนในดิน

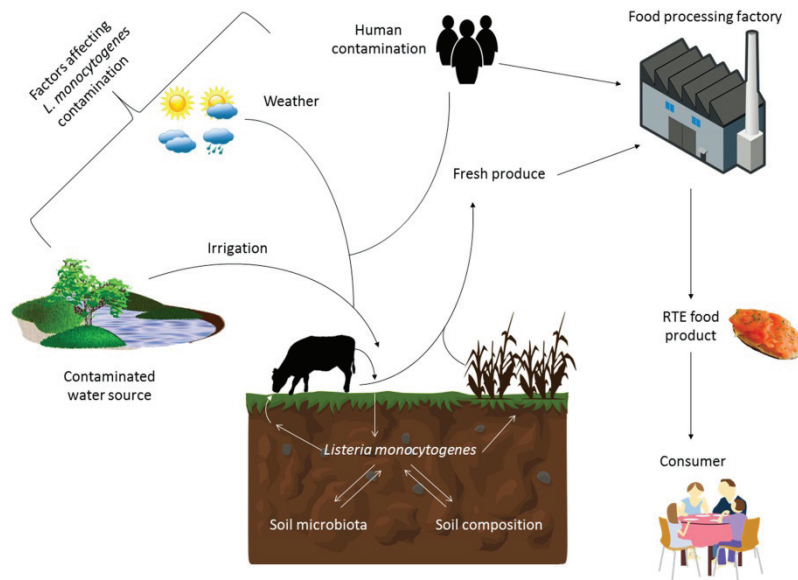
ผลกระทบของปัญหามลพิษจากภาคอุตสาหกรรม

1. ผลกระทบของสารพิษในห่วงโซ่อาหาร

ในการเคลื่อนย้ายสารพิษและเชื้อโรคในห่วงโซ่อาหาร โดยยกตัวอย่าง การดำรงชีวิตของเชื้อโรค *L. monocytogenes* ในดิน ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบของดินและการอยู่รอดของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน ส่งผลต่อการคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมของเชื้อโรคนี้ ผลที่มาจากสภาพอากาศ (แสงแดดและฝน) การชลประทานจากแหล่งที่ปนเปื้อน รวมถึงการปนเปื้อนในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์ ส่งผลเสียต่อผลผลิตทางการเกษตร โดยเชื้อสามารถปนเปื้อนเชื้อโรคนี้ได้

ณ จุดเก็บเกี่ยวนี้ สามารถนำเชื้อโรคเข้าไปในสภาพแวดล้อม การแปรรูปอาหารหรือผลิตผลสามารถปนเปื้อนได้ หากไม่มีการทำความสะอาดที่เพียงพอและการปนเปื้อนในระดับอนุภาคขนาดเล็กในสารละลายดิน ตะกอนดิน และส่งต่อไปยังอาหาร และ เป็นความเสี่ยงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

สำหรับผู้บริโภคอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีภูมิคุ้มกัน บกพร่อง ดังแสดงในภาพ 4 จากปัญหาและผลกระทบ ที่กล่าวมา จำเป็นต้องหาแนวทางการฟื้นฟู ตลอดจนหา แนวคิด และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการ ดินที่ปนเปื้อนสารมลพิษที่เกิดจากกากของเสียอุตสาหกรรม



ภาพ 5 การเคลื่อนที่ของสารพิษและเชื้อโรคในห่วงโซ่อาหาร

ที่มา จาก *Food chain in toxicology*, โดย Frontiers, 2018, สืบค้นจาก <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.01865/full>

แนวคิดในการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

1. แนวคิดในการจัดการทรัพยากรดินต่อ สิ่งแวดล้อมมีวิธีการจัดการ ดังนี้ (1) การจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ ชนิดหนึ่งนั้นจะต้องคำนึงถึงทรัพยากร ทุกอย่างไป พร้อม ๆ กันไม่ควรพิจารณาเฉพาะอย่างใด อย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว (2) ในการวางแผนการจัดการ สิ่งแวดล้อม จะต้องไม่แยกมนุษย์ออกจาก สภาพแวดล้อม ทางสังคมหรือทางวัฒนธรรมและ สภาพแวดล้อมทาง ธรรมชาติ (3) โครงการพัฒนาทุกโครงการ ย่อมมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา เศรษฐกิจต้องใช้ ทรัพยากร ผู้ดำเนินการตามโครงการจึง ต้องมีความรอบรู้และรู้จักวิธีการจัดการอย่างชาญฉลาด เพื่อทำให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด (4) คนเราต้องไม่ลืมว่า การอนุรักษ์นั้นเป็นหนทางแห่งการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ดังนั้น การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และ วัฒนธรรม จะต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์ไว้เป็น รากฐานสำคัญ เพื่อ

การอยู่รอดของสังคมมนุษย์ในอนาคต (5) ทุกคนมีส่วน เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและจัดการ สิ่งแวดล้อม (6) ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นสิ่งสำคัญในด้านการแสดงออกซึ่งความเจริญทาง วัฒนธรรม และ ความมั่นคงสมบูรณ์ของประเทศ บ่งบอกถึง นิสัย ใจคอของคนในชาติ (7) การทำลายทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการและเหตุผลใดก็ตาม ย่อม เป็นการทำลายมรดกของมนุษยชาติไปด้วย (8) มนุษย์ ไม่สามารถสร้างทรัพยากร บางชนิดขึ้นมาได้ในช่วงเวลา สั้น ๆ แม้ว่ามนุษย์จะมีมันสมองอันชาญฉลาดในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและรู้ถึงการเปลี่ยนแปลง ของสิ่งแวดล้อมบางอย่างได้ (9) การจัดการและการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากจะเพื่อความกินดีอยู่ดีของ มนุษย์แล้ว ยังมีความจำเป็นต่อการอนุรักษ์เพื่อความสมบูรณ์ และเป็นผลดีทางจิตใจด้วย (10) เมื่อค้นพบว่าทรัพยากร เกิดขึ้นที่ใดย่อมมีการทำลายเกิดขึ้นที่นั่นด้วย ในการจัดการ

จึงจะต้องคำนึงถึงการดำเนินการที่จะก่อให้เกิดผลประโยชน์มากที่สุด และทำให้เกิดผลเสียน้อยที่สุด (11) ประชากรบนโลกเพิ่มขึ้นทุกขณะ ในขณะที่ทรัพยากรนั้นลดลงเรื่อย ๆ ทุกขณะเช่นกัน หากทุกคนไม่เริ่มต้นที่จะอนุรักษ์และจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นในวันนี้ อนาคตข้างหน้าย่อมเกิดความยากลำบากในการที่จะทำให้เกิดหรือคงอยู่ของทรัพยากรเหล่านั้นได้ สิ่งแวดล้อมที่จะเป็นประเด็นเกี่ยวกับมลพิษต่าง ๆ ได้แก่ มลพิษ ทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และของเสียมลพิษ จากขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลมลพิษจากสารและของเสียอันตราย จากนโยบายสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง 2 มิติ ได้แก่ วิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพราะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่ต้องใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการบริหารจัดการ ขณะที่นโยบายก็เป็นเรื่องการจัดสรรและ ประโยชน์สาธารณะ เพราะสภาพแวดล้อมที่ดี หรือไม่ดีนั้นย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ (Kraft, 2003) สรุปว่าการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยมุ่งหวังเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่กำลังเสื่อมโทรมจากการบุกรุกธรรมชาติของมนุษย์ ด้วยกระบวนการบริหารจัดการตามแผนงานและบังคับใช้กฎหมายและที่สำคัญจะต้องให้คนในท้องถิ่นได้มีส่วนร่วม บริหารจัดการ สร้างเครือข่ายในชุมชนให้ ตระหนักถึงความสำคัญของของสิ่งแวดล้อมทาง ธรรมชาติ โดยยึดหลักการอนุรักษ์ รักษาและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ (Mahatien, 2016)

2. แนวคิดในการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน การทำการเกษตรเป็นสาเหตุหลักของการกร่อนของดินและทำให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ การหาแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรดินที่เหมาะสม เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การหาแนวอื่นเพื่อช่วยลดการกร่อน (erosion) การตรวจสอบและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างสม่ำเสมอ นั้นสามารถช่วยอนุรักษ์ดินได้ ซึ่งแนวทางดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้ (1) การอนุรักษ์โดยลดการไถดิน (conservation tilling) โดยการปรับปรุงเทคนิคในการไถหน้าดิน เช่น การไถหน้าดินเฉพาะแนวที่ปลูกหรือหลุมที่ปลูกเท่านั้น โดยไม่ไถหน้าดินทั้งผืน แนวทางนี้ยังช่วยในการรักษาความชื้นในดิน ประหยัดพลังงานในการไถ ลดการอัดแน่นของดินจากน้ำหนักของรถไถ ลดการทำลายชั้นบรรยากาศ

จากโอเสีย อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของแนวทางนี้คือวัชพืชมีจำนวนมาก ซึ่งอาจใช้สารปราบวัชพืชเพื่อควบคุม หรืออาจปรับปรุงโดยแนวทางอื่น ๆ ตามความเหมาะสมและประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด แนวทางอนุรักษ์โดยลดการไถได้เพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย ในสหรัฐอเมริกาสูงถึงร้อยละ 37 ในการเพาะปลูกทั้งหมด และการไม่ไถเลย ซึ่งอาศัยการเจาะและปลูกในจุดกำหนดนั้นมีประมาณร้อยละ 20 นั้นเป็นตัวอย่างของการตื่นตัวในการอนุรักษ์ดินอย่างยั่งยืนในประเทศที่พัฒนาแล้ว (2) การปลูกพืชเป็นแนว (strip cropping) เป็นการแบ่งแปลงเพาะปลูกเป็นแนวยาวหลาย ๆ แนวสลับกัน จากนั้นจึงทำการไถและปลูกพืชที่ต้องการ (row crop) สลับกับพื้นที่ปลูกพืชตระกูลถั่ว (cover crop) ตามแนวที่แบ่งไว้ โดยพืชตระกูลถั่วที่ปลูกนั้นเพื่อปรับปรุงดิน (3) การปลูกพืชขนานตามพื้นผิว (contour farming) หมายถึง การไถพรวน การลงเมล็ด การเพาะปลูก และการเก็บเกี่ยวที่ทำขนานกับพื้นผิวดิน โดยไม่ปรับหน้าดินให้เสมอกันแม้เป็นพื้นที่เนินลอนลาด (rolling hill) หรือพื้นที่ที่มีความลาดชัน (slope) ซึ่งแนวทางนี้เป็นการอนุรักษ์หน้าดินจากการกร่อนได้ผลดีแนวทางหนึ่ง (4) การเพาะปลูกแบบขั้นบันได (terracing) เป็นแนวทางที่มนุษย์ใช้ในการเพาะปลูกในพื้นที่ลาดชันตั้งแต่โบราณ เช่น เผ่าอินคาในประเทศเปรู และชาวจีนโบราณ เกิดจากพื้นที่ราบไม่เพียงพอแก่การเพาะปลูกของประชากร จึงมีการขยายพื้นที่สู่พื้นที่ลาดชันตามไหล่เขาและพื้นที่สูงกว่า โดยการปรับพื้นที่ให้ราบสลับกับผนังที่ลาดชันแล้วทำการเพาะปลูกในช่องที่ปรับให้ราบนั้น ส่วนผนังที่ลาดชันนั้นปล่อยให้หญ้าหรือวัชพืชขึ้นเพื่อป้องกันการพังทลายของผนัง (5) การปรับปรุงร่องน้ำ (gully reclamation) ร่องน้ำที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำนั้น เป็นสัญญาณสำคัญที่แสดงถึงการกร่อนของผิวดินในพื้นที่ที่มีความรุนแรง หากปล่อยทิ้งไว้ อาจเกิดการกัดเซาะในแนวดิ่งและมีความลึกมากขึ้น และมีอัตราการพัดพาของน้ำจะเร็วและมีความรุนแรงมากขึ้น บางพื้นที่อาจมีความลึกมากกว่า 5 เมตร (6) การสร้างแนวกันลม (windbreak) ลม เป็นตัวกลางที่สำคัญในการกร่อนของดิน และลมยังเป็นสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มอัตราการระเหยของน้ำ การสร้างแนวกันลมจึงเป็นแนวทางในการลดการกร่อนโดยการพัดพาของลมได้

(7) การระงับการใช้พื้นที่ที่มีการกร่อนสูง (retirement of erodible land) เป็นแนวทางอย่างหนึ่งในการแก้ไขและอนุรักษ์ดินจากปัญหาการกร่อนของดิน (8) การคงความอุดมสมบูรณ์ของดิน (maintaining soil fertility) โดยปกตินั้น ดินได้รับธาตุอาหารจากสองแหล่ง โดยแหล่งแรกได้จากน้ำฝนและอากาศ และแหล่งที่สองได้จากดิน การเติมปุ๋ย และการสลายของอินทรีย์วัตถุ ในสหรัฐอเมริกา และประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กันมาก แต่ประเทศกำลังพัฒนาใช้อินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอกในการเพิ่มธาตุอาหารแก่ดิน โดยทั้งโลกนั้นมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากถึงร้อยละ 20 ของเมื่อ 10 ปีที่ผ่านมา มีการตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารในดิน เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซัลเฟอร์ แล้วเติมธาตุอาหารเหล่านั้นลงในดินตามที่พืชต้องการ แม้วิธีเหล่านี้จะช่วยเพิ่มผลผลิตอย่างมาก แต่การไม่ใส่ใจปริมาณธาตุอินทรีย์ในดินนั้นอาจเป็นผลให้ดินเสื่อมคุณภาพได้ เพราะหากดินขาดธาตุอินทรีย์แล้ว การแก้ไขและอนุรักษ์ ได้แก่ การเติมปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์ การปลูกพืชปรับปรุงดิน และปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

แนวทางการฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติต่อมลพิษทางดิน

ปัญหามลพิษทางดินที่ปนเปื้อนจากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดปัญหามากมาย ได้แก่ ดินปนเปื้อนโลหะหนัก ดินเค็ม ดินเปรี้ยว ดินปนเปื้อนจากของเสียขยะอินทรีย์ ซึ่งเทคโนโลยีในการบำบัดดินปนเปื้อน มีดังนี้

1. เทคโนโลยีการฟื้นฟูในพื้นที่โดยวิธีทางชีวภาพ (in situ biological treatment) มีดังนี้

1.1 การย่อยสลายทางชีวภาพ (bioventing) หลักการเบื้องต้น คือ การเติมออกซิเจนเข้าไปในชั้นดินที่ไม่อิ่มตัวที่ถูกปนเปื้อนเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในดิน ซึ่งจะกระตุ้นการย่อยสลาย ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอนพวก บีโตรเลียม ตัวทำละลาย ยาฆ่าแมลง น้ำยา รักษาเนื้อไม้ และสารเคมีอินทรีย์ ข้อจำกัด ได้แก่ ไม่เหมาะกับการปนเปื้อนที่อยู่ในระดับน้ำใต้ดินที่ลึก ชั้นดินที่อิ่มน้ำ หรือดินที่มีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำต่ำ

ดินที่มีความชื้นต่ำมาก การย่อยสลายเกิดขึ้นได้จำกัด ต้องมีการติดตามตรวจวัดก๊าซที่ปล่อยออกมาจากผิวดิน และการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนไม่เหมาะกับการประกอบพวก Chlorinated ทางชีวภาพ

1.2 การส่งเสริมการฟื้นฟูทางชีวภาพ (enhanced bioremediation) หลักการเบื้องต้น คือ การกระตุ้นกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของจุลินทรีย์ด้วยการไหลเวียนน้ำหรือสารละลายผ่านดินที่ปนเปื้อนเพื่อกระตุ้นการย่อยสลายทางชีวภาพในพื้นที่ หรือเพื่อจำกัดการเคลื่อนย้ายของสารปนเปื้อนประเภทสารอินทรีย์ ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอนพวก บีโตรเลียม ตัวทำละลาย ยาฆ่าแมลง น้ำยารักษาเนื้อไม้ และสารเคมีอินทรีย์ ข้อจำกัด ได้แก่ ไม่เหมาะกับการปนเปื้อนด้วยโลหะหนักความเข้มข้นสูง สารอินทรีย์พวก Chlorinated สูง มีสารไฮโดรคาร์บอนพินอะไธล หรือมีเกลืออนินทรีย์ เนื่องจากจะเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ การใช้สารละลายผ่านดิน อาจเพิ่มการแพร่กระจายหรือเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อน การรวมกลุ่มของจุลินทรีย์อาจลดต้นทุนการเติมสารอาหาร และน้ำจากบ่อเติมหรืออัดน้ำ ไม่เหมาะกับดินเหนียว ดินที่มีหลาย ๆ ชั้น หรือมีลักษณะสมบัติที่แตกต่างกันมาก เพราะออกซิเจนถ่ายเทได้จำกัด และอาจต้องบำบัดน้ำใต้ดินที่ได้ก่อนอัดกลับลงไปหรือกำจัดทิ้ง

1.3 การใช้พืชฟื้นฟู (phytoremediation) หลักการเบื้องต้น คือ การใช้พืชในการกำจัด เคลื่อนย้าย และทำลายสารปนเปื้อนประเภทอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่อยู่ในดินหรือตะกอน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ โลหะ ยาฆ่าแมลง ตัวทำละลายวัตถุระเบิด น้ำมันดิบ PAHs และน้ำชะขยะ ข้อจำกัด ได้แก่ ระดับความลึกส่วนใหญ่จำกัดอยู่ในดินชั้นต้น ๆ สารปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นสูง สามารถเป็นพิษต่อพืชได้ ความเหมาะสมในการใช้งาน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่สามารถถ่ายเทสารปนเปื้อนไปสู่ตัวกลางอื่นได้ เช่น จากดินไปสู่อากาศ ไม่สามารถใช้กับสารปนเปื้อนจำพวก Strongly Sorbed (เช่น PCBs) และ Weakly Sorbed ไม่ทราบแน่ชัดถึงความเป็นพิษ และการใช้ประโยชน์ของพืชที่ใช้จากวิธีนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ อาจเคลื่อนย้ายลงสู่ น้ำใต้ดิน หรืออาจสะสมอยู่ในสัตว์ได้ รวมถึงยังไม่ได้รับการยอมรับจากเจ้าหน้าที่ของรัฐ

2. เทคโนโลยีการฟื้นฟูในพื้นที่โดยวิธีทางกายภาพ/เคมี (in situ physical/chemical treatment) มีดังนี้

2.1 การออกซิไดซ์ด้วยสารเคมี (chemical oxidation) หลักการเบื้องต้น คือ การเปลี่ยนแปลงสารปนเปื้อนอันตรายไปเป็นสารประกอบที่ไม่อันตรายหรืออันตรายลดลง ซึ่งทำให้ได้สารที่เสถียรมากยิ่งขึ้น มีการเคลื่อนตัวได้น้อยลง ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ Unsaturated aliphatic (เช่น Trichloroethylene หรือ TCE) และ aromatic compounds (เช่น เบนซีน) ข้อจำกัด ได้แก่ ต้องมีการขนย้าย/จัดเก็บสารออกซิไดซ์ ซึ่งมีอันตรายในปริมาณมาก สารปนเปื้อนบางตัวมีความต้านทานต่อการออกซิเดชัน อาจทำให้เกิดผลกระทบที่อันตรายจากการทำปฏิกิริยา

2.2 การแยกด้วยไฟฟ้า (Electrokinetic Separation--ES) หลักการเบื้องต้น คือ การกำจัดโลหะและสารปนเปื้อนออกจากดินที่มีค่าการซึมผ่านได้ต่ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กระบวนการทางไฟฟ้าเคมีเพื่อไล่หรือกำจัดโลหะและสารอินทรีย์ที่มีขั้วไฟฟ้า เพื่อสูบน้ำไปบำบัดต่อไป ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ โลหะหนัก อนุภาคประจุลบ ข้อจำกัด ได้แก่ ประสิทธิภาพลดลงมาก ถ้าของเสียที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 10% ดินที่มีวัตถุที่เป็นโลหะ หรือเป็นฉนวนอาจทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินแปรปรวน และไม่เหมาะสมกับตะกอนที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงเช่น ตะกอนแร่ขี้ไฟฟ้าโลหะ อาจเกิดการละลายซึ่งจะทำให้เกิดสนิม หรือการกัดกร่อนในดินได้ อาจทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการได้ เช่น ก๊าซคลอรีนจากปฏิกิริยา Oxidation/Reduction

2.3 การล้างดิน (soil flushing/soil washing) หลักการเบื้องต้น คือ การปล่อยหรืออัดน้ำหรือน้ำที่ผสมสารที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายของสารปนเปื้อนลงไปในน้ำใต้ดินเพื่อเพิ่มระดับน้ำใต้ดินในชั้นดินที่ปนเปื้อน ทำให้สารปนเปื้อนถูกชะละลายลงสู่น้ำใต้ดินซึ่งจะถูกสูบไปบำบัดต่อไป ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ สารกัมมันตรังสี ข้อจำกัด ได้แก่ ดินที่มีค่าการซึมผ่านได้ต่ำ หรือมีเนื้อดินมีความแตกต่างกันมาก บำบัดด้วยวิธีนี้ได้ยาก สารลดแรงตึงผิวอาจยึดตรึงอยู่ในดินและลดความพรุนของดิน การเกิดปฏิกิริยา ระหว่างของเหลวที่ใช้ในการล้างดิน อาจทำให้ยากต่อการชะล้างสารปนเปื้อนออกจากดิน อาจเกิด

การชะล้างลงไปใต้ระดับดินที่ปนเปื้อนซึ่งทำให้สารลดแรงตึงผิวมีโอกาสปนเปื้อนลงไปถึงได้ ค่าใช้จ่ายในการแยกและบำบัดสารชะล้างที่นำกลับขึ้นมาอาจทำให้วิธีนี้ไม่คุ้มค่าหรือมีค่าใช้จ่ายสูง

2.4 การสกัดสารระเหยง่ายออกจากดิน (Soil Vapor Extraction--SVE) หลักการเบื้องต้น คือ การใช้ระบบสุญญากาศผ่านบ่อหรือท่อลงไปในดิน เพื่อดึงสารระเหยในรูปของก๊าซออกจากดิน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ สารปนเปื้อนประเภท VOCs และเชื้อเพลิงบางชนิด heavy oils, metals, PCBs หรือ dioxins ข้อจำกัด ได้แก่ ดินที่มีเนื้อละเอียดเป็นองค์ประกอบมาก หรือมีความอิ่มตัวสูงจะต้องใช้แรงดูดอากาศสูง เพื่อให้เกิดสภาพสุญญากาศและ/หรือซัดขวางดินที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง หรือแห้งมาก ๆ จะมีความสามารถในการดูดซับสาร VOCs ได้สูง ทำให้ลดอัตราการกำจัดได้ ก๊าซที่ปล่อยออกมาจากระบบ SVE อาจต้องมีการบำบัดเพื่อกำจัดสารที่อาจเป็นอันตราย การบำบัดก๊าซที่ปลดปล่อยออกมาจากวิธีนี้อาจทำให้เกิดของเหลวตกค้างที่ต้องมีการบำบัด/กำจัด ใช้ไม่ได้ผลกับดินที่มีความอิ่มตัว แต่อาจใช้วิธีลดระดับน้ำใต้ดินลงเพื่อให้สามารถใช้วิธีนี้ได้

2.5 การปรับเสถียรและการทำก้อนแข็ง (Solidification/Stabilization--S/S) หลักการเบื้องต้น คือ การหุ้มหรือเคลือบสารปนเปื้อนด้วยมลสารที่มีความเสถียร (solidification) หรือการทำปฏิกิริยาระหว่างสารปรับเสถียรและสารปนเปื้อนเพื่อลดความสามารถในการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อน (stabilization) ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ VOCs, SVOCs และยาฆ่าแมลง โลหะหนัก และสารกัมมันตรังสี ข้อจำกัด ได้แก่ ระดับความลึกของการปนเปื้อนเป็นข้อจำกัดของบางวิธี การใช้ประโยชน์พื้นที่ในอนาคต อาจรบกวนมวลของแข็งที่ถูกฝังในดิน และอาจทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อนได้ บางกระบวนการอาจเป็นการเพิ่มปริมาตรของเสียได้อย่างมาก (อาจถึง 2 เท่าของปริมาตรเดิม) ควรมีการศึกษาความสามารถในการบำบัดของกระบวนการที่จะใช้ เนื่องจากของเสียบางชนิดไม่สามารถใช้ได้กับวิธีนี้ การขนส่งสาร/วัสดุในการทำ S/S และการกวนผสมที่ดี อาจทำได้ยากกว่าการทำนอกพื้นที่ มวลของแข็งที่ได้จากกระบวนการนี้อาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่

ในอนาคตการปนเปื้อนที่อยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดิน อาจต้องมีการลดระดับน้ำหรือสูบน้ำออกก่อน ที่จะดำเนินการด้วยวิธีนี้

2.6 การดูดซับ (adsorption) หลักการเบื้องต้น คือ การกำจัดสารปนเปื้อนละลายในน้ำ (adsorbate) โดยการสัมผัสกับพื้นผิวของตัวดูดซับ (adsorbent) ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ VOCs, โลหะหนัก ข้อจำกัด ได้แก่ ความสามารถในการดูดซับจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สารปนเปื้อนที่มีความสามารถละลายสูงจะถูกดูดซับได้ยากกว่าสารปนเปื้อนที่มีความสามารถละลายต่ำ สารที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบเส้นตรงจะถูกดูดซับได้ยากกว่าสารที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบกิ่งก้านสาขา

2.7 การตกผลึก (precipitation) หลักการเบื้องต้น คือ การนำของเสียอันตรายอนินทรีย์มาผสมกับสารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอนผลึกอนินทรีย์ภายใต้ pH ที่เหมาะสม ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ โลหะหนัก ส่วนข้อจำกัด ขึ้นอยู่กับประเภทของกากของเสีย

2.8 การกรองด้วยเยื่อเมมเบรน (membrane filtration) หลักการเบื้องต้น คือ การแยกน้ำออกจากสารปนเปื้อนโดยการกรองผ่านเยื่อกรอง ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกั้นของการไหล ซึ่งยอมให้มีการเคลื่อนที่ผ่านเฉพาะน้ำ อีออน หรือโมเลกุลที่มีขนาดเล็กกว่าเยื่อกรองเท่านั้น ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ โลหะหนัก ข้อจำกัด ได้แก่ ปัญหาจากการอุดตันและการสึกกร่อนของเยื่อกรอง

3. เทคโนโลยีการฟื้นฟูในพื้นที่ โดยใช้ความร้อน (in situ thermal treatment)

3.1 การใช้ความร้อนบำบัด (thermal treatment) หลักการเบื้องต้น คือ การอัดไอน้ำ/อากาศร้อน หรือการให้ความร้อนโดยใช้ตัวต้านทานไฟฟ้า/คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า/ไยแก้ว/ความถี่วิทยุ เพื่อเพิ่มอัตราการระเหยของสารกึ่งระเหย หรือทำให้เกิดการแยกตัวของสารปนเปื้อน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ VOCs และ SVOCs ข้อจำกัด ได้แก่ ประสิทธิภาพในการแยกสารปนเปื้อนออกจากดิน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงสุดที่ระบบสามารถให้ได้ ไม่เหมาะสมกับดินที่มีความชื้นสูง เนื้อดินที่มีความสามารถในการซึมผ่านได้แตกต่างกันมาก อาจทำให้อากาศไหลผ่านดินที่ปนเปื้อนได้ไม่สม่ำเสมอ ดินที่มีสารประกอบอินทรีย์สูงจะมี

ความสามารถในการดูดซับสารประเภท VOCs ได้สูงทำให้ลดอัตราการกำจัดสารพวกนี้ลงได้ อาจต้องมีการบำบัดอากาศที่ปลดปล่อยออกมา ซึ่งอาจเพิ่มค่าดำเนินการให้สูงขึ้นได้ ของเหลวที่ได้จากวิธีนี้ รวมทั้งถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้ว อาจต้องมีการบำบัดต่อไป วิธี Thermally enhanced SVE นี้อาจไม่มีประสิทธิภาพสำหรับดินที่อิ่มน้ำ แต่ก็สามารถทำได้ด้วยการลดระดับน้ำในดินลงวิธีการอัดอากาศร้อน อาจมีข้อจำกัดเนื่องจากความสามารถในการดูดความร้อนของอากาศมีค่าต่ำ

3.2 การเผา (verification) หลักการเบื้องต้น คือ การหลอมเหลวที่อุณหภูมิมากกว่า 1600°C แล้วลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จะทำให้ของเสียอันตรายไม่หลุดออกและมีความเสถียรมาก ถ่านกัมมันต์ ข้อจำกัด คือ วิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ที่ปนเปื้อนโดยดินที่ปนเปื้อนจะถูกให้ความร้อนจนหลอมเหลว โดยระหว่างการหลอมจะเติม graphite และเศษแก้ว หลังการหลอมจะเกิดการยุบตัว ทำให้อากาศและช่องน้ำในดินหายไป ซึ่งส่งผลให้ปริมาตรของดินปนเปื้อนลดลง

4. เทคโนโลยีการฟื้นฟูพื้นที่นอกพื้นที่ โดยใช้วิธีทางชีวภาพ/เคมี (ex situ biological/chemical treatment)

4.1 การทำร่องชีวภาพ (biopiles) หลักการเบื้องต้น คือ การขุดดินที่ปนเปื้อนขึ้นมาทำการผสมกับสารปรับปรุงดินแล้วนำไปกองในพื้นที่ปิด ซึ่งจะมีการเติมอากาศเข้าไปช่วยการย่อยสลายภายในกองดินโดยใช้เครื่องเป่าอากาศหรือปั๊มสุญญากาศ ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ Nonhalogenated VOCs และสารไฮโดรคาร์บอนจำพวกเชื้อเพลิง ข้อจำกัด ได้แก่ ต้องมีการขุดดินที่ปนเปื้อนขึ้นมาเพื่อทำการบำบัด ควรมีการทดสอบความสามารถในการบำบัดเพื่อทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของสารปนเปื้อน และเพื่อหาอัตราการเติมสารอาหารและออกซิเจนที่เหมาะสม ประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบประเภท halogenated Compounds ยังไม่แน่ชัด และอาจใช้ไม่ได้กับวัตถุระเบิด (explosives products)

4.2 การหมักทำปุ๋ย (composting) หลักการเบื้องต้น คือ การขุดดินที่ปนเปื้อนขึ้นมาผสมกับสารผสมเพื่อเพิ่มอินทรีย์ เช่น เศษไม้ หญ้า มูลสัตว์ ซึ่งสารผสม

ต้องเป็นชนิดที่สามารถเพิ่มความพรุนได้เพียงพอและให้อัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นกิจกรรมด้าน thermophilic และ microbial ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ TNT, RDX, และ HMX สารแอมโมเนียมพิกเรท PAHs ข้อจำกัด ได้แก่ ต้องการพื้นที่ค่อนข้างมากในการหมักต้องมีการขุดดินที่ปนเปื้อนขึ้นมา และอาจทำให้ไม่สามารถควบคุมการระเหยของสาร VOCs ได้การหมักทำให้ปริมาตรเพิ่ม เนื่องจากมีการใส่วัสดุผสมเพิ่ม แม้ว่าจะระดับโลหะอาจลดลงเนื่องจากการเจือจาง แต่โลหะหนักเหล่านั้นก็ยังไม่ได้มีการบำบัดและปริมาณโลหะหนักที่สูงอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ได้

4.3 การทำฟาร์มดิน (land farming) หลักการเบื้องต้น คือ การขุดดิน ตะกอนหรือสลัดจ์ที่ปนเปื้อนมากองบนพื้นที่ที่มีการปลูกพืชขึ้น แล้วมีการพลิกกลับเป็นช่วง ๆ เพื่อเพิ่มการเติมอากาศให้กับของเสีย ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ ตะกอนจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ข้อจำกัด ได้แก่ ต้องการพื้นที่ในการดำเนินการมาก ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการย่อยสลายสารปนเปื้อนทางชีวภาพ (เช่น อุณหภูมิ ฝน) ได้ ทำให้อาจเพิ่มระยะเวลาในการฟื้นฟู ไม่สามารถย่อยสลายสารปนเปื้อนจำพวกอินทรีย์ได้ จะต้องมีการบำบัดสารปนเปื้อนที่ระเหยได้ง่ายก่อน ควรควบคุมการแผ่กระจายการไถพรวนดิน และการขนย้ายวัสดุอื่น ๆ ต้องมีการสร้างระบบรวบรวมน้ำฝน และต้องมีการติดตามตรวจวัด ต้องมีการสำรวจวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่การกักขยะ สภาพอากาศ ลักษณะและความสามารถในการซึมผ่านได้ของดินในพื้นที่

4.4 การบำบัดของเหลวชั้นทางชีวภาพ (slurry phase biological treatment) หลักการเบื้องต้น คือ การนำดิน ตะกอนดินหรือสลัดจ์มาผสมกับน้ำและสารผสมเพิ่มอื่น ๆ เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่มีลักษณะเป็น Slurry เพื่อให้ของแข็งลอยตัวและให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับดินที่ปนเปื้อน เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ ส่วนผสมดังกล่าวจะถูกรีดน้ำและนำดินที่บำบัดได้ไปทำการกำจัดต่อไป ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ Explosives ไฮโดรคาร์บอนจำพวกปิโตรเลียม สารปิโตรเคมี ตัวทำละลาย ยาฆ่าแมลง น้ำยารักษาเนื้อไม้ และสารเคมีอินทรีย์ ข้อจำกัด ได้แก่ ต้องมีการขุดดินที่ปนเปื้อนขึ้นมาทำการบำบัด ยกเว้นกรณีใช้บ่อหรือสระ

การรีดน้ำออกจากดินที่มีเนื้อละเอียดหลังผ่านการบำบัดอาจมีค่าใช้จ่ายสูง ต้องมีวิธีการในการกำจัดน้ำเสียที่ยอมรับได้

4.5 การสกัดทางเคมี (chemical extraction) หลักการเบื้องต้น คือ การผสมดินที่ปนเปื้อนกับสารสกัดในเครื่องแยกสกัด เพื่อให้สารปนเปื้อนละลายออกจากดิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปทำการแยกสารปนเปื้อนและสารสกัดออกจากกันด้วยเครื่องแยกเพื่อนำสารปนเปื้อนที่ได้ไปทำการบำบัดต่อไป ส่วนสารสกัดที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้อีก ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ PCBs, VOCs, halogenated solvents และ petroleum wastes โลหะหนัก ข้อจำกัด ได้แก่ ดินที่มีส่วนประกอบของดินเหนียวสูงอาจลดประสิทธิภาพในการสกัดกากของเสียที่ได้จากการสกัดแยกจะต้องมีการจัดการที่เหมาะสมและเข้มงวด ผงซักฟอกและสาร emulsifiers อาจมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสกัดแยกสาร ต้องคำนึงถึงพิษของตัวทำละลายที่ตกค้างในดิน มีประสิทธิภาพต่ำในการแยกสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และสารที่ละลายน้ำได้ดี การกำจัดโลหะหนักให้ได้ตามค่ามาตรฐานอาจไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง และอาจมีความเหมาะสม และคุ้มค่ากับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่

4.6 การออกซิไดซ์/รีดิวซ์ทางเคมี (chemical reduction/oxidation) หลักการเบื้องต้น คือ การเปลี่ยนแปลงสารปนเปื้อนอันตรายไปเป็นสารประกอบที่ไม่อันตรายหรืออันตรายลดลงโดยวิธี Reduction/Oxidation ทางเคมี ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ สารอนินทรีย์ (inorganics) ข้อจำกัด ได้แก่ อาจเกิดปฏิกิริยา Oxidation ที่ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดสาร Intermediated Contaminants ได้ ไม่คุ้มค่าสำหรับดินที่มีการปนเปื้อนความเข้มข้นสูง เนื่องจากต้องใช้สารออกซิไดซ์ปริมาณมาก ควรแยกน้ำมันและไขมันออกจากดินให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของกระบวนการ

4.7 การกำจัดฮาโลเจน (dehalogenation) หลักการเบื้องต้น คือ การเติมสารเคมีลงไปในดินที่ปนเปื้อนด้วย halogenated organics เพื่อเข้าไปแทนที่โมเลกุลฮาโลเจน หรือเพื่อเข้าไปแตกหรือแยกองค์ประกอบของสารปนเปื้อนและทำให้เกิดการระเหยได้บางส่วน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ Halogenated SVOCs และยาฆ่าแมลง

ข้อจำกัด ได้แก่ ดินที่มีองค์ประกอบของดินเหนียวและความชื้นสูง จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูงขึ้น เทคโนโลยี APEG/KPEG โดยทั่วไปไม่คุ้มค่ากับของเสียที่มีปริมาณมาก ๆ ในดินที่มีการปนเปื้อนของ Chlorinated organics เกิน 5% จะต้องใช้สาร reagent ในปริมาณมาก

4.8 การแยกออก (separation) หลักการเบื้องต้น คือ การแยกสารปนเปื้อนออกจากตัวกลางที่ถูกปนเปื้อนที่เป็นของแข็ง เช่น ดิน หวาย หรือวัตถุที่หลอมรวมกับสารปนเปื้อน โดยใช้วิธีทางกายภาพหรือทางเคมี ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ SVOCs, fuels และ inorganics (รวมถึงสารกัมมันตรังสี) ข้อจำกัด ได้แก่ ดินที่มีเนื้อดินเหนียวและความชื้นสูงทำให้ค่าบำบัดสูงขึ้น อาจต้องมีการตรวจวัดกลิ่นที่เกิดจากสลดจอินทรีย์จากสภาพการหมักแบบไร้อากาศที่เกิดขึ้นเป็นพิเศษ

4.9 การล้างดิน (soil washing) หลักการเบื้องต้น คือ การแยกสารปนเปื้อนที่แทรกอยู่ในอนุภาคดินขนาดเล็กโดยใช้น้ำซึ่งอาจมีการเติมสารช่วยชะละลายลงไป หรือสารลดแรงตึงผิว หรือสารปรับ pH หรือ Chelating agent เพื่อช่วยในการกำจัดสารอินทรีย์หรือโลหะหนักออกจากดิน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ SVOCs เชื้อเพลิง และโลหะหนัก ข้อจำกัด ได้แก่ ของเสียที่เป็นสารประกอบเชิงซ้อน เช่น โลหะหนักกับสารอินทรีย์ อาจยากในการชะล้างออกจากกัน ดินที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงต้องบำบัดเบื้องต้น ก่อน ของเสียที่เป็นของเหลวจะต้องทำการบำบัดสภาพ ไม่มีการเคลื่อนที่ อาจต้องมีการบำบัดกากของเสียที่เหลือจากการบำบัด ในขั้นต่อไป เนื่องจากการตกค้างของตัวทำละลายในดิน การกำจัดสารอินทรีย์ที่ดูดซึมอยู่ในอนุภาคดินเหนียวอาจทำได้ยาก

5. เทคโนโลยีการฟื้นฟูนอกพื้นที่ โดยวิธีทางความร้อน (ex situ thermal treatment)

5.1 การกำจัดสารปนเปื้อนด้วยก๊าซร้อน (hot gas decontamination) หลักการเบื้องต้น คือ การเพิ่มอุณหภูมิหรือการให้ความร้อนกับอุปกรณ์หรือวัตถุที่ปนเปื้อนภายในระยะเวลาหนึ่งจากนั้นจึงนำก๊าซที่ปล่อยออกมาจากวัตถุดังกล่าวไปทำการบำบัดโดยการเผาไหม้เพื่อทำลายสารปนเปื้อนระเหยทั้งหมด ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ Pyrotechnics, Explosives, propellants

ข้อจำกัด ได้แก่ ค่าใช้จ่ายสูงกว่าการเผาแบบเปิดโล่ง (open burning) ต้องมีการออกแบบห้องเผาที่ทนแรงระเบิดได้ เนื่องจากอาจเกิดการระเบิดจากการปลดปล่อยและกระสุนที่ไม่เหมาะสมได้ อัตราการทำลายสารปนเปื้อนในอุปกรณ์หรือวัตถุที่ปนเปื้อนเกิดได้ช้ากว่าการเผาแบบเปิดโล่ง (open burning)

5.2 การเผา (incineration) หลักการเบื้องต้น คือ การใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 870-1,200°C (1,600-2,200°F) เพื่อเผาสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในของเสียอันตรายโดยใช้ออกซิเจน ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ ของเสียอันตราย วัตถุระเบิด Chlorinated Hydrocarbons บางตัว PCBs และ Dioxins ข้อจำกัด ได้แก่ ระบบป้อนที่มีขนาดจำเพาะและความจำเป็นในการขนย้าย/จัดการของเสียอาจมีผลกระทบในทางปฏิบัติหรือเพิ่มค่าใช้จ่าย แก๊สที่เกิดขึ้นอาจมีโลหะหนักที่ต้องมีการทำให้เสถียร โลหะหนักที่ระเหยเช่น Lead cadmium mercury และ Arsenic ทำให้ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาด ก๊าซ โลหะสามารถทำปฏิกิริยากับสารตัวอื่นในน้ำได้ เช่น คลอรีน หรือซัลเฟอร์ ซึ่งจะระเหยได้ดียิ่งขึ้นและเกิดสารประกอบที่มีพิษกว่าเดิม อาจเกิดการฟอร์มตัวของโซเดียม และโพแทสเซียม ซึ่งสามารถทำลายอิฐทนไฟที่ใช้ในเตา และทำให้เกิดอนุภาคที่ไปอุดตันทางเดินของก๊าซ

5.3 การเผาแบบไร้อากาศ (pyrolysis) หลักการเบื้องต้น คือ การทำลายสารอินทรีย์ด้วยความร้อนในสภาพไร้ออกซิเจนซึ่งสารอินทรีย์จะเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซ ส่วนกากของแข็งที่เหลือ (ถ่าน) จะประกอบไปด้วยคาร์บอนและเถ้า ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ SVOCs และ ยาฆ่าแมลงของเสียจากโรงกลั่น coal tar ดินที่ปนเปื้อนหรือไฮโดรคาร์บอนของเสียผสมระหว่างสารกัมมันตรังสีและสาร ข้อจำกัด ได้แก่ ระบบป้อนที่มีขนาดจำเพาะและความจำเป็นในการขนย้าย/จัดการของเสียอาจมีผลกระทบในทางปฏิบัติหรือเพิ่มค่าใช้จ่าย เป็นเทคโนโลยีที่ต้องมีการทำให้ดินแห้งเพื่อให้มีความชื้นต่ำสุด (-1%) การสึกกร่อนของระบบป้อนในระดับสูงอาจทำให้ระบบเกิดความเสียหาย ปริมาณความชื้นที่สูงจะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงตาม ตัวกลางที่ผ่านการบำบัดซึ่งมีการปนเปื้อนโลหะหนักอาจต้องมีการปรับเสถียรก่อน

5.4 การสกัดด้วยความร้อน (thermal desorption) หลักการเบื้องต้น คือ การใช้ความร้อนเพื่อทำการระเหยน้ำและสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในของเสียออกมาโดยจะต้องมีระบบดูดก๊าซที่เกิดขึ้นไปทำการบำบัดต่อไป ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ No halogenated VOCs และ fuels, SVOCs, PAHs, PCBs และยาฆ่าแมลง ข้อจำกัด ได้แก่ ขนาดอนุภาคและความจำเป็นในการขนย้าย/จัดการของเสีย อาจมีผลกระทบในทางปฏิบัติหรือเพิ่มค่าใช้จ่าย อาจต้องรื้อน้ำออกจากดินเพื่อให้ได้ระดับความชื้นที่รับได้ การสีกกร่อนของระบบป้อนในระดับสูงอาจทำให้ระบบเกิดความเสียหายโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินอาจทำให้เกิดกากของเสียที่ต้องมีการปรับเสถียรก่อน ดินเหนียว ดินทรายและดินที่มี humic content สูงต้องใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน เนื่องจากอาจมีการรวมตัวกันของสารปนเปื้อนกับดินเหล่านี้

6. เทคโนโลยีการสกัดการเคลื่อนที่ (containment technologies)

6.1 การปิดด้วยดิน (landfill cap) หลักการเบื้องต้น คือ การควบคุม ณ แหล่งที่ปนเปื้อน โดยการใช้วัสดุกันซึมหรือวัสดุทึบน้ำทำการปิดคลุมพื้นที่บริเวณที่ปนเปื้อนไว้ ข้อจำกัด ได้แก่ ไม่ได้ช่วยลดความเป็นพิษ และปริมาณของสารอันตราย เพียงแต่ช่วยลดการแพร่กระจายเท่านั้น ต้องมีการระมัดระวัง เพื่อป้องกันการแตกร้าว หรือหลุดร่วของวัสดุปิดคลุมอันเนื่องจากการใช้ประโยชน์พื้นที่

6.2 การสร้างกำแพงกายภาพ (physical barriers) หลักการเบื้องต้น คือ การสร้างกำแพงกั้นขวางการไหลของน้ำ หรือการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อน ซึ่งมีวิธีการทำโดยการขุดร่องลึกลงไปแนวตั้ง จากนั้นจึงเติมสารที่มีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งของเหลวลงไปแทน โดยมักใช้ของผสมระหว่างเบนโทไนท์กับน้ำ ซึ่งจะทำหน้าที่กั้นการหลุดตัวและลดหรือกั้นการไหลของน้ำใต้ดินได้ ข้อจำกัด ได้แก่ ส่วนใหญ่จะต้องใช้โครงสร้างที่หนักในปริมาณมาก เป็นเทคโนโลยีที่กั้นหรือขวางสารปนเปื้อนไว้ภายในพื้นที่จำกัดเท่านั้น กำแพงที่ทำจากดินผสม Bentonite ไม่ทนทานต่อการรุดหรือต่าง สารละลายเกลือ หรือสารเคมีอินทรีย์บางตัวที่มีความเข้มข้นสูง กำแพงอาจมีการย่อยสลายหรือเสื่อมสภาพลงเมื่อเวลาผ่านไป การใช้เทคโนโลยีนี้ไม่อาจรับรองได้ว่าจะไม่ต้องการฟื้นฟูต่อไปในอนาคต

6.3 การอัดลงบ่อลึก (deep well injection) หลักการเบื้องต้น คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดของเสียที่เป็นของเหลว ซึ่งจะใช้วิธีการอัดของเสียที่อาจบำบัดแล้วหรือยังไม่ได้บำบัด ผ่านบ่อหรือท่อลงไปในชั้นใต้ดินที่สามารถกันไม่ให้สารปนเปื้อนหลุดร่วหรือเคลื่อนตัวสู่ชั้นน้ำได้ ตัวอย่างสารพิษ ได้แก่ VOCs, SVOCs, fuels, explosive, ยาฆ่าแมลง ข้อจำกัด ได้แก่ ไม่สามารถใช้กับพื้นที่ที่อยู่ในโซนเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว หรือการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก (seismic activity) ของแข็งแขวนลอยที่มีมากเกินไป (โดยทั่วไป > 2 ppm) อาจทำให้เกิดการอุดตันของท่ออัดฉีด ของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนอาจทำปฏิกิริยากับชั้นส่วนของท่ออัดฉีด หรือกับชั้นดินหรือหินในชั้นอัดฉีด หรือกับหินที่ปิดทับ ของเสียที่มีเหล็กในปริมาณเข้มข้นสูง อาจทำให้เกิดเป็นสนิม หรือตะกอนจากการเปลี่ยนสถานะของวาเลนซ์ หรือการเปลี่ยนจากสารละลายน้ำได้เป็นไม่ละลายน้ำ สารคาร์บอนอินทรีย์อาจกลายเป็นแหล่งพลังงานให้กับเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่เดิมที่ที่อัดฉีดลงไป ซึ่งทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดการอุดตันได้ ควรประเมินพื้นที่และคุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ เพื่อหาความเหมาะสมในการอัดฉีดน้ำเสียลงไป การใช้งานในปัจจุบันจะถูกควบคุมโดยกฎหมายอย่างเคร่งครัด

บทสรุป

แนวทางการฟื้นฟูมลพิษทางดินที่ปนเปื้อนจากของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม โดยทราบหลักการ ปัญหา สาเหตุ ประเภทและปริมาณสารพิษในแหล่งก่อกำเนิดมลพิษของสาร การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การเคลื่อนย้ายของสารพิษทั้งทางดิน น้ำ อากาศ และสิ่งมีชีวิต มีผลต่อการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมทั้งสิ้น โดยอาศัยแนวคิดตามหลักการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน แนวคิดในการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน แนวทางการฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติต่อมลพิษทางดิน โดยเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีการจัดการดินปนเปื้อนจะมีหลักการ ข้อจำกัด ที่แตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสมกับสารพิษที่ปนเปื้อนในดิน โดยส่งผลต่อ

การประเมินค่าใช้จ่ายประเมินความเสี่ยงของประชาชน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมถึงการชดเชย
ต่อการได้รับผลกระทบ และกำหนดแนวทางการฟื้นฟู ค่าเสียหายที่เหมาะสมต่อไป



References

- Bansomdejchaopraya Rajabhat University. (2018). *Thai pollution*. Retrieved from http://thaipollutions.blogspot.com/2013/02/blog-post_7049.html
- Centre of Food Safety. (2018). *Nuclear event and food safety*. Retrieved from http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_30_Q&A_2.html
- Chankaew, K. (1987). *Environmental science*. Bangkok: Siamese Literature. (in thai)
- Department of Industry Works. (2015). *Industrial waste management guide*. Retrieved from www.ei.or.th/media/file/คู่มือการจัดการกากอุตสาหกรรม.pdf (in thai)
- Frontiers. (2018). *Food chain in toxicology*. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.01865/full>
- Institute for Innovative Learning, Mahidol University. (2018). *Ecology*. Retrieved from http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter4/chapter4_soil8.htm
- Kraft, M. E. (2003). *Environmental policy and politics*. Harrisonburg: Pearson Education.
- Mahatien, J. (2016). Natural resources and environment management. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU*, 3(2), 129-141. (in thai)
- Saikrishnagrandhe. (2015). *Soil pollution*. Retrieved from <https://www.slideshare.net/saikrishnagrandhe/soil-pollution-54019476>
- The University of Reading ECIFM. (2018). *Land pollution*. Retrieved from <http://www.ecifm.rdg.ac.uk/landpollution.htm>



โภชนาการสำหรับผู้สูงอายุ Nutrition of the Elderly

ชวิศา แก้วอนันต์

Chawisa Kaewanun

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Faculty of Public Health, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization--WHO) ได้ให้ความหมายว่า ผู้สูงอายุ หมายถึง ผู้ที่อายุ 60 ปี ขึ้นไป เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ สภาพร่างกายเสื่อมลง มีการสลายของเซลล์ในร่างกายมากกว่าการสร้าง ทำให้สมรรถภาพการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายทั้งการเผาผลาญพลังงานลดลง อาจส่งผลกระทบกับภาวะโภชนาการ เกิดปัญหาภาวะขาดสารอาหาร เช่น การขาดแร่ธาตุ แคลเซียม ธาตุเหล็กและขาดวิตามินได้ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอองค์ความรู้เกี่ยวกับโภชนาการสำหรับการดูแลผู้สูงอายุ ในประเด็นความต้องการสารอาหารในผู้สูงอายุโดยทั่วไป โรคที่พบในผู้สูงอายุและแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการ หลักทั่วไปสำหรับการเลือกและเตรียมอาหารสำหรับผู้สูงอายุ และแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับผู้สูงอายุ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้สูงอายุและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการส่งเสริมโภชนาการให้กับผู้สูงอายุ มีสุขภาพที่แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรค อีกทั้งยังสามารถป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ ได้

คำสำคัญ: โภชนาการ, สารอาหาร, ผู้สูงอายุ

Abstract

World Health Organization (WHO) gives the definition of “older people” as a person aged 60 years and older. The older people encounter both physical and psychological changes. With regard to the physical changes, there is a decline in body cells of the older people rather than an increase in body cells. The cell degeneration has great impacts on functions of organs, metabolism, and nutritional status. Poor nutritional status and malnutrition among the older people are common. These group of people are likely not to get adequate minerals, calcium, and vitamins. The objective of this article is to present about nutrition fact for the older person in demand of nutrient, diseases and way of nutrition preparing also in the way of consuming issue for the elder and others to apply this information with these group of people for their health and prevention of any diseases.

Keywords: nutrition, nutrients, elderly



บทนำ

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของประเทศไทยเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งประเทศก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (aging society) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 (Prompak, 2014) และคาดการณ์ว่าแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จนถึงร้อยละ 20 ของประชากรรวม กลายเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ (aged society) ในปี พ.ศ. 2564 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 28 ในปี พ.ศ. 2574 กลายเป็นสังคมผู้สูงอายุระดับสูงสุด (National Statistical Office, 2018) วัยผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม โดยสภาพร่างกายจะเสื่อมถอยลงตามอายุขัย แต่บางคนอาจเปลี่ยนแปลงก่อนวัยอันควร เนื่องจากได้รับสารอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย มักพบปัญหาความเบื่ออาหาร ความอยากรับประทานอาหารลดลง ปัญหาเรื่องฟันและเหงือก ทำให้เคี้ยวอาหารลำบาก ความเสื่อมของระบบประสาทรับรู้รสอาหารไม่ดี ทำให้รับประทานอาหารไม่อร่อย โรคทางเดินอาหาร การกลืนลำบาก การดูดซึมอาหารลดลง เกิดจากความเสื่อมสภาพของผนังทางเดินอาหาร ภาวะท้องผูก ท้องอืด แน่นท้อง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อภาวะโภชนาการของผู้สูงอายุได้

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่ร่างกายกำลังเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว แต่ความต้องการสารอาหารยังคงเหมือนกับคนวัยอื่น แตกต่างกันในเรื่องลักษณะและปริมาณ โดยความต้องการพลังงานจะน้อยลง เนื่องจากผู้สูงอายุมีกิจกรรมลดลง และอัตราการเผาผลาญอาหารลดลง ภาวะโภชนาการจึงมีความสำคัญต่อสุขภาพผู้สูงอายุเป็นอย่างยิ่ง ในการชะลอความเสื่อม และฟื้นฟูสุขภาพให้ดีขึ้น รวมทั้งยังสามารถลดความรุนแรงของการเจ็บป่วยจากภาวะโรคเรื้อรัง ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น หากผู้สูงอายุได้รับพลังงาน และสารอาหารอย่างเพียงพอ จะทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพแข็งแรง การเจ็บป่วยลดลง และสามารถช่วยเหลือตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ แต่หากผู้สูงอายุได้รับสารอาหารไม่เพียงพอจนเกิดภาวะทุพโภชนาการ จะส่งผลให้เกิดภาวะโลหิตจาง เลือดออกตามไรฟัน กระดูกบาง และหากผู้สูงอายุได้รับสารอาหารมากเกินไปจนเกิดความจำเป็นของร่างกาย จะส่งผลให้เกิดโรคเบาหวาน

ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ภาวะน้ำหนักเกิน และโรคอ้วนได้ (Thunthisirin & Yamborisuth, 2018)

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอองค์ความรู้เกี่ยวกับโภชนาการสำหรับผู้สูงอายุในประเด็นความต้องการสารอาหารในผู้สูงอายุโดยทั่วไป โรคที่พบในผู้สูงอายุและแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการ หลักทั่วไปสำหรับการเลือกและเตรียมอาหารสำหรับผู้สูงอายุ และแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับผู้สูงอายุ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

ความต้องการสารอาหารในผู้สูงอายุโดยทั่วไป

ใน 1 วัน ผู้สูงอายุควรรับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ และหลากหลายชนิด ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เพื่อให้ร่างกายอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้ (Leehahul, Buddhadejakhum, & Thaweeboon, 2002)

1. พลังงาน ผู้สูงอายุมีความต้องการพลังงานน้อยกว่าคนวัยหนุ่มสาว เนื่องจากผู้สูงอายุมีเนื้อเยื่อที่ค่อนข้างปราศจากไขมัน และทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ซึ่งความต้องการพลังงานขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำและส่วนประกอบของร่างกาย ความต้องการพลังงานในวัยผู้ใหญ่ประมาณ 1.5 เท่าของความต้องการพลังงานพื้นฐานเมื่ออายุ 51-75 ปี ความต้องการพลังงานจะลดลงร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมด และจะลดลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10-15 เมื่ออายุมากกว่า 75 ปี ข้อกำหนดความต้องการสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันของผู้สูงอายุ ได้กำหนดให้ผู้สูงอายุชายและหญิงได้รับพลังงานจากอาหารไม่เกินวันละ 2,250 และ 1,850 กิโลแคลอรี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำ สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

2. โปรตีน ผู้สูงอายุต้องการสารอาหารโปรตีนไม่ลดลงจากวัยหนุ่มสาว บางครั้งอาจจะต้องเพิ่มขึ้น โดยผู้สูงอายุควรได้รับสารอาหารโปรตีน 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน จึงจะเพียงพอต่อสมดุลของไนโตรเจนได้ดีที่สุด ความต้องการโปรตีนจะเพิ่มมากขึ้นถ้าร่างกายมีความเครียดจากการได้รับบาดเจ็บ การติดเชื้อ การผ่าตัด หรือการเจ็บป่วย โดยอาหารที่ให้โปรตีนคุณค่าสูง ได้แก่

เนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่วเหลือง เป็นต้น ผู้สูงอายุควรดื่มนมอย่างน้อยวันละ 1 แก้ว และรับประทานไข่สัปดาห์ละ 3 ฟอง

3. ไขมัน อาหารไขมัน โดยเฉพาะไขมันจากสัตว์ เป็นสาเหตุทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูงขึ้น และเสี่ยงต่อการเกิดหลอดเลือดหัวใจ ร่างกายจึงต้องการไขมันในปริมาณที่น้อย เนื่องจากการย่อยไขมันในผู้สูงอายุลดลง ความต้องการสารอาหารไขมันของผู้สูงอายุจึงไม่ควรเกินร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมด และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ไม่เกินร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมด คอเลสเตอรอลในอาหารไม่ควรเกิน 300 มิลลิกรัมต่อวัน

4. คาร์โบไฮเดรต ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ที่ควรได้รับในผู้สูงอายุ ควรเป็นร้อยละ 55 ของพลังงานทั้งหมด และควรเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เช่น ข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ธัญพืชไม่ขัดสี ขนมปังโฮลวีท เป็นต้น มากกว่า น้ำตาลเชิงเดี่ยว (simple sugar) เนื่องจากพบว่า น้ำตาลในเลือดสูง โดยเฉพาะซูโครส ก่อให้เกิดปัญหาภาวะน้ำตาลในเลือดสูง และภาวะดื้อต่ออินซูลิน นอกจากนี้ ปัญหา Lactose intolerance อาจเกิดได้ในผู้สูงอายุบางราย อันเนื่องมาจากระดับของเอนไซม์แลคเตส ในลำไส้เล็กที่ลดลง ในผู้สูงอายุที่ไม่ได้มีการดื่มนมเป็นประจำ ทำให้เกิดท้องอืด หรือท้องเดิน ซึ่งเป็นผลจากร่างกายไม่สามารถย่อย คาร์โบไฮเดรต ที่เป็นน้ำตาลแลคโตสได้ (Thunthisirin & Yamborisuth, 2018)

5. วิตามินและเกลือแร่ ผู้สูงอายุมีความต้องการวิตามินบางตัว ในปริมาณไม่มาก แต่วิตามินทุกตัวมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ ในเมตาบอลิซึมต่าง ๆ และแร่ธาตุทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์ เนื้อเยื่อกระดูก หรือทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ในปฏิกิริยาต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งผู้สูงอายุมักได้รับประทานอาหารได้น้อย จึงทำให้เกิดความบกพร่องของวิตามิน และแร่ธาตุในร่างกาย ผู้สูงอายุมักมีปัญหาการขาดวิตามินบีสิบสอง ธาตุเหล็ก และแคลเซียม อันเนื่องมาจากรับประทานอาหารน้อยลง และประสิทธิภาพการดูดซึมอาหารในลำไส้ลดลง รวมทั้งการสูญเสียอาหารต่าง ๆ จากการเป็นโรคเรื้อรัง ดังนั้นการจัดหมู่อาหารให้มีความหลากหลาย และในปริมาณเหมาะสม จะช่วยให้ภาวะโภชนาการ วิตามิน และแร่ธาตุของผู้สูงอายุอยู่ในสถานะที่สมดุล วิตามินที่ผู้สูงอายุต้องการ ได้แก่ (Thunthisirin & Yamborisuth, 2018)

วิตามินเอ ความต้องการวิตามินเอของผู้สูงอายุ เพศชายและเพศหญิง คือวันละ 700 และ 600 ไมโครกรัม เรตินอลอีควิวเลนต์ แหล่งอาหารที่ให้วิตามินเอ ได้แก่ เนื้อสัตว์ เช่น น้ำมันตับปลา อาหารประเภทเนื้อ ไข่ ตับ เครื่องใน ในผัก เช่น ตำลึง แครอท ฟักทอง คื่นช่าย ผักโขม เป็นต้น

วิตามินดี ความต้องการวิตามินดีของผู้สูงอายุ คือวันละ 5 ไมโครกรัม สำหรับผู้สูงอายุที่อยู่ในบ้านหรือสถานพยาบาลควรได้รับวิตามินดีเสริมวันละ 10 ไมโครกรัม ในรูปแบบของยาเม็ด ในอาหารพบวิตามินดีมากในปลาที่มีไขมันสูง เช่น ปลาแซลมอน ปลาทูน่า ปลาทู ปลาซาร์ดีน ไข่และนม เป็นต้น

วิตามินอี ความต้องการวิตามินอีของผู้สูงอายุ เพศชาย และเพศหญิง คือวันละ 10 และ 8 มิลลิกรัม แอลฟาโทโคเฟอรอล อีควิวเลนต์ พบในอาหารประเภทน้ำมันพืช ผักใบเขียว ตับและไข่ เป็นต้น

วิตามินเค ความต้องการวิตามินเคของผู้สูงอายุ เพศชาย และเพศหญิง คือวันละ 80 และ 65 ไมโครกรัม พบในอาหารประเภทผักใบเขียว ผลไม้ ธัญพืช เนื้อ นม และผลิตภัณฑ์ของนม เป็นต้น

ไรอะมิน (thiamin) ความต้องการไรอะมินของผู้สูงอายุเพศชาย และเพศหญิง คือวันละ 1.2 และ 1.0 มิลลิกรัม อาหารที่เป็นแหล่งไรอะมิน ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อวัว นม และธัญพืช อาหารที่มีสารทำลายหรือขัดขวางการดูดซึมของไรอะมิน ได้แก่ ปลาดิบ ใบชา และหมาก เป็นต้น

ไรโบฟลาวิน (riboflavin) ความต้องการไรโบฟลาวินของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง คือวันละ 1.4 และ 1.2 มิลลิกรัม แหล่งอาหารที่ให้ไรโบฟลาวิน ได้แก่ เนื้อ นม ไข่ และผักใบเขียว เป็นต้น

วิตามินซี ความต้องการวิตามินซี ของผู้สูงอายุ คือวันละ 60 มิลลิกรัม ปัจจัยที่ทำให้ความต้องการวิตามินซีเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ ยาบางชนิด เช่น ยาแอสไพริน หรืออยู่ในภาวะเครียด ผักและผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ ส้ม แอปเปิ้ล มะละกอ องุ่นฝรั่ง มะม่วง ลิ้นจี่ มะนาว ผักคะน้า กะหล่ำปลี มะเขือเทศ เป็นต้น

วิตามินบี 6 ความต้องการวิตามินบี 6 ของ ผู้สูงอายุเพศชาย และเพศหญิง คือวันละ 2.2 และ 2 มิลลิกรัม แหล่งอาหารที่ให้วิตามินบี 6 ได้แก่ เนื้อหมู ธัญพืช ปัจจัยที่ทำให้มีการสูญเสียวิตามินบี 6 ได้แก่ การหุงข้าวแบบแช่น้ำ การใช้ยาบางชนิด เช่น INH จึง ควรให้วิตามินบี 6 เสริม

วิตามินบี 12 ความต้องการวิตามินบี 12 ของ ผู้สูงอายุ คือวันละ 2.0 ไมโครกรัม ในผู้สูงอายุที่มีภาวะ atrophic gastritis ควรให้วิตามินบี 12 เพิ่มขึ้น แหล่ง อาหารที่ให้วิตามินบี 12 ส่วนใหญ่พบในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น อาหารทะเล เนื้อสัตว์ ไข่ นม เป็นต้น

โฟเลต (folate) ความต้องการโฟเลตของผู้สูงอายุ เพศชาย และเพศหญิง คือวันละ 175 และ 150 ไมโครกรัม เพื่อป้องกันภาวะซีดและลิ้นอักเสบ แหล่งอาหารที่ให้โฟเลต ได้แก่ ผักใบเขียว ตับ เนื้อสัตว์ ถั่วต่าง ๆ ยีสต์และธัญพืช

ไนอะซิน (niacin or vitamin B3) ความต้องการ ไนอะซินของผู้สูงอายุ ไม่แตกต่างจากวัยผู้ใหญ่ ทั้งในเพศ ชาย และเพศหญิง คือวันละ 16 และ 13 มิลลิกรัม แหล่ง อาหารที่ให้ไนอะซิน ได้แก่ นม ไข่ เนื้อสัตว์ และโปรตีน จากพืช เช่น ถั่วต่าง ๆ ธัญพืช

แคลเซียม (calcium) การสูญเสียเนื้อกระดูก (osteoporosis) พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะเพศ หญิง การดูดซึมแคลเซียมทั้งในเพศชายและเพศหญิงจะ ลดลงตามอายุ ความต้องการแคลเซียมสำหรับผู้หญิงวัย หมดประจำเดือน เป็นวันละ 1000-1500 มิลลิกรัม แหล่ง อาหารที่พบแคลเซียม ได้แก่ กะหล่ำปลี กว๊าย เต้าหู้ นม ถั่วเหลือง ผักคะน้า นมพร่องมันเนย เมล็ดงา กุ้งแห้ง ปลา เล็กปลาน้อย เป็นต้น

โรคที่พบในผู้สูงอายุและแนวปฏิบัติด้านโภชนาการ

วัยผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้าน ร่างกาย จิตใจ และสังคม ประสิทธิภาพการทำงานของ อวัยวะต่าง ๆ เสื่อมถอยลง ทำให้ผู้สูงอายุมีโอกาสประสบ ปัญหาสุขภาพได้ โดยโรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและโรค หลอดเลือด โรคเก๊าท์ และโรคมะเร็ง ปัจจัยสำคัญที่ทำให้

เกิดโรคเหล่านี้ คือพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ผู้สูงอายุ และผู้ดูแลจึงควรมีความสามารถในการเลือกและจัดหา อาหารสำหรับผู้สูงอายุให้เหมาะกับโรคได้ ดังต่อไปนี้ (Charoenkul, 2012)

1. โรคเบาหวาน เกิดจากความผิดปกติของตับอ่อน ที่สร้างฮอร์โมนอินซูลินได้ไม่เพียงพอและออกฤทธิ์ควบคุม ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้ไม่ดี มีผลให้กลูโคสในเลือด สูงจนออกมาในปัสสาวะ ถ้ามีน้ำตาลในเลือดสูงเป็นระยะ เวลานาน จะมีการแทรกซ้อนร่วมด้วย เช่น ตาบอดจาก โรคต่อกระจุก ภาวะไตวาย เป็นต้น

โดยแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการสำหรับโรค เบาหวาน มีดังนี้ (1) รับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ และหลากหลาย รักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (2) รับประทานอาหารมื้อหลักวันละ 3 มื้อ ในปริมาณ ที่ใกล้เคียงกัน ไม่งดมื้อใดมื้อหนึ่ง ไม่รับประทานจุบจิบ (3) รับประทานเนื้อสัตว์ไม่ติดมันและหนัง ควรรับประทาน ปลาหนึ่งหรือต้ม ต้มนมไขมันต่ำ (4) รับประทานผักเพราะมี วิตามินแร่ธาตุและใยอาหารสูง ผู้ป่วยเบาหวานควรกินให้ มากขึ้นในทุกมื้อโดยเฉพาะผักใบสีเขียวสดหรือสุก ถั่วฝัก มาคั้นเป็นน้ำควรกินกากด้วยเพื่อจะได้ใยอาหาร ซึ่งจะช่ว ยลดการดูดซึมน้ำตาลและไขมันในอาหาร ทำให้ระดับไขมัน และน้ำตาลในเลือดลดลง ผู้ป่วยควรกินผักวันละ 6 ทัพพี (2-3 ถ้วยตวง) ทั้งผักสุกและผักสด แต่ไม่ควรบริโภคผักดิบเพราะย่อยยากทำให้ท้องอืดได้ (5) หลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันมาก อาหารทอดใช้น้ำมันพืชปริมาณพอเหมาะใน การประกอบอาหาร (6) หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

2. โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) เป็น โรคเรื้อรัง ที่ผู้ป่วยมีความดันเลือดในหลอดเลือดแดงสูง กว่าปกติ ทำให้หัวใจต้องบีบตัวมากขึ้นเพื่อสูบฉีดเลือดให้ ไหลเวียนไปตามหลอดเลือด ความดันเลือดประกอบด้วย สองค่าได้แก่ ความดันในหลอดเลือดขณะที่หัวใจบีบตัว และความดันในหลอดเลือดขณะที่หัวใจคลายตัวความดัน เลือดปกติขณะพักอยู่ในช่วง 100-140 มิลลิเมตรปรอท ในช่วงหัวใจบีบ และ 60-90 มิลลิเมตรปรอท ในช่วงหัวใจ คลาย ดังนั้นผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจึงหมายถึงผู้ที่มี ความดันเลือดเท่ากับหรือสูงกว่า 140/90 มิลลิเมตรปรอท

โดยแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการสำหรับโรคความดันโลหิตสูง มีดังนี้ (1) รับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่และหลากหลาย รักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (2) งดหรือลดอาหารที่มีไขมันมาก เช่น เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน หลีกเลี่ยง อาหารทอด อาหารที่มีกะทิ ผักที่ใช้น้ำมันมาก เป็นต้น (3) รับประทานผักเพิ่มขึ้น รับประทานผลไม้ทุกวัน (4) หลีกเลี่ยงอาหารที่มีเกลือโซเดียมมาก จำกัดเกลือและเครื่องปรุง เช่น น้ำปลา ซีอิ้ว ซอส เป็นต้น จำกัดอาหารดองเค็ม อาหารแห้ง ผักกาดดอง ผลไม้ดอง อาหารของสำเร็จรูป อาหารกระป๋อง ชุปก้อน ชุปผง ผงชูรส หลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น ไส้กรอก แฮม หมูยอ กุนเชียง ปลาเค็ม ไข่เค็ม เป็นต้น และเลือกกินอาหารที่สดผ่านการปรุงใหม่แทน (5) ปรุงอาหารด้วยเครื่องเทศหรือสมุนไพรเพื่อเพิ่มกลิ่น รสชาติ และความอยากอาหาร เมื่อต้องปรุงอาหารอ่อนเค็ม เช่น ต้มยำแกงเลียง แกงส้ม แกงป่า เป็นต้น (6) งดบุหรี่และเครื่องแอลกอฮอล์

3. โรคหัวใจและหลอดเลือด ส่วนใหญ่เกิดจากหลอดเลือดแข็งและตีบตัน เกิดจากการสะสมของไขมัน โปรตีนหรือหินปูนในผนังหลอดเลือด มีผลทำให้เกิดการตีบตัน ขาดความยืดหยุ่น หรือเปราะบาง ถ้าเกิดที่หลอดเลือดหัวใจ จะทำให้หัวใจขาดเลือดไปเลี้ยง มีผลให้กล้ามเนื้อหัวใจตาย หัวใจวาย เสียชีวิตได้ ถ้าเกิดที่หลอดเลือดไต ทำให้ไตเสื่อม ไตวาย หรือเกิดที่หลอดเลือดสมอง จะมีผลให้เนื้อสมองตาย เป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต

โดยแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการสำหรับโรคหัวใจและหลอดเลือด มีดังนี้ (1) รับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่และหลากหลาย รักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ (2) รับประทานอาหารที่มีไขมันน้อย โดยเลือกรับประทาน ปลา เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน ไม่ติดหนัง หลีกเลี่ยงเนื้อสัตว์แปรรูป เช่น กุนเชียง ไส้กรอก เป็นต้น ใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณพอเหมาะสลับกันในการประกอบอาหาร ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น และควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันสูง คอเลสเตอรอลสูง โดยรับประทานเนื้อสัตว์ไม่ติดมันและหนัง ต้มมันฝรั่งไขมัน ลดอาหารที่มีส่วนประกอบของเนยเทียม เนยแท้ เช่น ขนมเค้ก พาย เป็นต้น (3) รับประทานอาหารที่มีใยอาหารมาก เช่น

ข้าวกล้อง รับประทานผักเพิ่มขึ้นทั้งผักสุก ผักสด และถั่วเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เพราะการรับประทานผลไม้ในปริมาณพอเหมาะทุกวัน จะช่วยลดการดูดซึมไขมันเข้าสู่ร่างกาย ป้องกันท้องผูก และลดการเกิดโรคหัวใจได้ (4) หลีกเลี่ยงอาหารที่เค็มจัด อาหารที่ถนอมด้วยเกลือ เช่น ปลาเค็ม ไข่เค็ม ผักกาดดอง ปรุงรสอาหารด้วยรสเปรี้ยว เผ็ดและหวานน้อย ใช้พืชผักสมุนไพรในการปรุงอาหารให้มิกลิ้นหอมน่ากิน เช่น ขิง ข่า ตะไคร้ ใบกะเพรา เป็นต้น

4. โรคเก๊าท์ เป็นโรคข้ออักเสบที่เกิดจากการที่ร่างกายมีระดับกรดยูริกในเลือดสูงกว่าปกติ ซึ่งจะกลายเป็นผลึกยูเรต สะสมอยู่ที่ข้อกระดูก เยื่ออ่อนของข้อต่อ และเส้นเอ็นทำให้ข้อกระดูกเสื่อม จะมีอาการปวด บวม ตามข้อต่าง ๆ

โดยแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการ สำหรับโรคเก๊าท์ มีดังนี้ (1) รับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ รักษาน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ อย่าให้อ้วน เนื่องจากความอ้วนทำให้อาการข้ออักเสบรุนแรงมากขึ้น (2) หลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลมาก เนื่องจากจะทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง มีผลให้ร่างกายขับถ่ายกรดยูริกได้น้อยลง (3) หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เหล้า เบียร์ เพราะการเผาผลาญแอลกอฮอล์ทำให้เกิดกรดแลคติก ทำให้เกิดการสะสมของแลคเตสในร่างกาย ซึ่งมีผลให้ร่างกายขับถ่ายกรดยูริกได้น้อยลง (4) หลีกเลี่ยงอาหารที่มีสารพิวรีนสูง ได้แก่ เครื่องในสัตว์ ไข่ปลา เป็ด ไก่ ห่าน หอย ปลาดุก ปลาไส้ตัน ปลาซาร์ดีนกระป๋อง น้ำดื่มกระดุก น้ำชุปต่าง ๆ ยีสต์ เห็ด กระถิน ชะอม กะปิ ถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ เป็นต้น (5) ดื่มน้ำให้เพียงพอ อย่างน้อยวันละ 8 แก้ว เพื่อช่วยในการขับถ่ายกรดยูริก และป้องกันการเกิดนิ่วในไต

5. โรคมะเร็ง เป็นโรคร้ายแรงและเรื้อรัง อาหารที่ถูกสุขลักษณะ มีคุณภาพ และปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยชะลอการดำเนินโรคมะเร็ง และช่วยให้การรักษา มะเร็งได้ประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยแนวทางปฏิบัติด้านโภชนาการ สำหรับโรค มะเร็ง มีดังนี้ (1) รับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ แต่ละหมู่ให้หลากหลาย เพื่อให้ได้รับสารอาหารครบถ้วนและลดโอกาสได้รับสารพิษ หรือสารก่อมะเร็งในปริมาณสูงจนเป็น

โทษต่อร่างกาย และรักษาน้ำหนักตัวให้เหมาะสม (2) เลือกรับประทานอาหารที่มีไขมันน้อย คอเลสเตอรอลต่ำโดยรับประทานเนื้อไม่ติดมันและหนัง ใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ในปริมาณพอเหมาะต่อการปรุงอาหาร เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด เป็นต้น (3) รับประทานอาหารที่มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี เช่น เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน ไข่ ตีมันนมพร่องมันเนย เป็นต้น เพื่อให้ร่างกายมีภูมิต้านทานโรค (4) รับประทานผักและผลไม้เพิ่มขึ้น รับประทานข้าวกล้องและถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ เป็นประจำ เพื่อให้มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง (5) รับประทานอาหารสดใหม่ สุก สะอาด และถูกสุขลักษณะ ไม่มีสารพิษ สารเคมี และเชื้อรา (6) ไม่ควรรับประทานอาหารหมักดอง อาหารที่ถนอมด้วยการเติมเกลือและสารเคมี เช่น ปลาร้า ปลาเค็ม เนื้อเค็ม ไส้กรอก แหนม เป็นต้น (7) หลีกเลี่ยงอาหารที่ปรุงถึงสุกกึ่งดิบ เช่น ลาบ ก้อย เพราะพยาธิในอาหาร อาจทำให้เกิดมะเร็งตับได้ (8) ควรปรับเปลี่ยนวิธีประกอบอาหาร และปรุงอาหารอย่างถูกวิธีด้วยวิธี ต้ม นึ่ง ตุ่น อบ และ ผัดโดยใช้ไขมันปริมาณน้อย หลีกเลี่ยงเนื้อสัตว์ที่ย่างรมควัน ทอดจนไหม้เกรียม และใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายครั้ง (9) ดื่มน้ำสะอาด วันละ 8-10 แก้ว (10) งดดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และงดสูบบุหรี่

สำหรับเทคนิคที่ช่วยให้ผู้ป่วยโรคมะเร็งสามารถรับประทานอาหารได้มากขึ้น มีดังนี้ (Prasongsook, 2016) (1) รับประทานครั้งละไม่มากแต่บ่อยครั้ง โดยเลือกทานอาหารที่ให้พลังงานและโปรตีนสูง (2) หากการรับรสของอาหารเปลี่ยนไป ควรหลีกเลี่ยงการ รับประทานอาหารที่ชอบ ในช่วงของการรักษา (3) งดสิ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการรับรสของอาหาร เช่น เหล้า บุหรี่ น้ำยาบ้วนปาก (4) รับประทานอาหารที่เป็นของเหลวเสริมเมื่อมีอาการ เบื่ออาหาร หรือเมื่อรับประทานอาหารที่เป็นของแข็ง ได้น้อยกว่าความต้องการของร่างกาย (5) เลือก รับประทานอาหารที่มีสมุนไพรหรือเครื่องเทศ เพื่อช่วยกระตุ้นต่อมรับรส (6) พยายามให้ผู้ป่วยอยู่ในบรรยากาศที่ดี (7) ตกแต่งจานหรือภาชนะต่าง ๆ ด้วยสีสันทที่สวยงาม น่าดึงดูดใจ (8) ให้กำลังใจแก่ผู้ป่วยอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วย รับประทานอาหารได้มากขึ้น

หลักการทั่วไปสำหรับเลือกและเตรียมอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

หลักการทั่วไปสำหรับเลือกและเตรียมอาหารสำหรับผู้สูงอายุ มีดังนี้ (Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, 2014)

1. เลือกอาหารที่มีในท้องถิ่น ออกตามฤดูกาล เพราะจะทำให้ได้รับสารอาหารสูงสุด ไม่มีสารเคมีที่ใช้ บังคับให้ออกนอกฤดู และควรเป็นอาหารที่ผู้สูงอายุชอบ รับประทาน เพราะจะทำให้ผู้สูงอายุรับประทานได้มากขึ้น
2. เลือกอาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวหรือ กึ่งของเหลว เพื่อให้กลืนง่าย ไม่ติดคอ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก นมถั่วเหลือง เป็นต้น
3. เลือกอาหารที่มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม เพื่อให้เคี้ยว และย่อยง่าย เช่น ข้าวหุงนิ่ม ๆ ปลา ไข่ เต้าหู้ ผักต้ม เป็นต้น
4. ตีมันผลไม้คั้นสดแทนผลไม้สดได้ อาจใช้ การปั่นทั้งลูก เพื่อให้ได้ใยอาหาร
5. ควรนำไขมันหรือเส้นใยที่เหนียวออกก่อน ประกอบอาหารประเภทเนื้อสัตว์
6. ควรใช้การฉีก สับ บด หั่นอาหารเป็นชิ้น เล็ก เพื่อช่วยให้การเคี้ยวและการกลืนง่ายขึ้น โดยเฉพาะ อาหารที่มีเส้นใยสูง เช่น ผัก เนื้อสัตว์ เป็นต้น
7. หลีกเลี่ยงอาหารที่มีลักษณะเหนียว เคี้ยวยาก หรืออาหารที่สามารถติดตามซอกฟันได้
8. หลีกเลี่ยงอาหารที่ร้อน แห้ง รสเค็ม รสเผ็ด รสเปรี้ยวหรือเป็นกรด เพื่อลดความระคายเคืองหรือ ความเจ็บปวดในช่องปาก

แนวทางการบริโภคอาหารสำหรับผู้สูงอายุทั่วไป

แนวทางการบริโภคอาหารสำหรับผู้สูงอายุ มีดังนี้ (Durongritthichai et al., 2010)

1. อาหารประเภทข้าว แป้ง ก๋วยเตี๋ยว ควรบริโภค แต่พอควร และน้อยกว่าวัยหนุ่มสาว เช่น บริโภคให้น้อยลง มีอยู่ 1 ทัพพี ควรลดอาหารประเภทน้ำตาล น้ำหวาน

น้ำอัดลม ขนมหวาน เพื่อป้องกันโรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคไขมันในเลือดสูง

2. อาหารประเภทเนื้อสัตว์ ควรเลือกเนื้อสัตว์ไม่ติดมัน นุ่ม เคี้ยวง่าย อาจสับหรือเคี้ยวให้เปื่อย เนื้อปลาและไข่ เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ เพราะมีลักษณะนุ่ม เคี้ยวง่าย ย่อยและดูดซึมได้ดี ผู้สูงอายุอาจเลือกรับประทานเฉพาะไข่ขาวถ้าพบปัญหาไขมันในเลือดสูง

3. นม ผู้สูงอายุควรดื่มนมอย่างน้อยวันละ 1 แก้ว หากมีปัญหาไขมันในเลือดสูงหรือน้ำหนักมาก ให้ดื่มนมพร่องมันเนย หรือนมถั่วเหลืองแทน หากมีอาการท้องอืด ท้องเสียเนื่องจากร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมวัวได้ ควรเปลี่ยนเป็นนมเปรี้ยว โยเกิร์ตหรือนมถั่วเหลือง

4. อาหารประเภทไขมัน ควรลดอาหารที่มีไขมันสูงหรืออาหารที่มันจัด อาหารทอด แกงกะทิต่าง ๆ ควรใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไลโนเลอิกในการปรุงอาหาร เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย หลีกเลี่ยงการใช้ไขมันจากสัตว์และน้ำมันมะพร้าว

5. อาหารประเภทผักและผลไม้ ผู้สูงอายุควรเลือกกินผักหลาย ๆ ชนิดสลับกัน ควรเป็นผักที่หนึ่งหรือต้มจนสุก ไม่ควรบริโภคผักสด เนื่องจากย่อยยาก เกิดแก๊สท้องอืดท้องเฟ้อได้ ผลไม้ควรกินทุกวันเพื่อให้ได้วิตามินซีและใยอาหาร และควรเป็นผลไม้เนื้อนุ่ม เคี้ยวง่าย เช่น มะละกอกล้วยสุก ถ้าผู้สูงอายุเป็นโรคเบาหวานหรือน้ำหนักตัวมาก ไม่ควรกินผลไม้ที่มีรสหวานจัด เช่น ลำไย ทูเรียน ขนุน เป็นต้น

6. น้ำ ผู้สูงอายุควรดื่มน้ำให้เพียงพอ ในรูปแบบแกงจืด หรือซุปปรนึ่ง ๆ เพื่อกระตุ้นความอยากอาหาร

7. จำนวนมื้ออาหาร ควรแบ่งเป็นวันละ 5-6 มื้อ เพื่อป้องกันการแน่นท้อง โดยมีมื้อกลางวันเป็นอาหารหลัก และเพิ่มมื้อสายหรือบ่าย

8. จัดอาหารให้มีสีสัน กลิ่น รส น่ารับประทาน อาหารควรอุ่นหรือร้อนพอควร และควรบริโภคพร้อมกับสมาชิกในครอบครัว เพื่อให้รับประทานอาหารได้มากขึ้น

บทสรุป

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อภาวะโภชนาการได้ทั้งปัญหาการขาดสารอาหาร และภาวะโภชนาการเกิน ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคเรื้อรังได้ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะชะลอหรือป้องกันได้จากการดูแลเอาใจใส่ให้คำแนะนำเรื่องการบริโภคอาหาร โดย ผู้สูงอายุมีความต้องการอาหารเช่นเดียวกับวัยอื่น ๆ การรับประทานอาหารต้องครบ 5 หมู่ทุกวัน แต่แตกต่างกันในด้านปริมาณอาหารที่ลดลง และลักษณะของอาหาร การเลือกบริโภคอาหารให้เหมาะสมกับวัย ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ร่วมกับการพักผ่อนที่เพียงพอ และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพที่แข็งแรง มีภูมิต้านทานโรค อีกทั้งยังสามารถป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ ได้



References

- Charoenkul, P. (2012). *Elderly care*. Bangkok: Rungsang. (in Thai)
- Department of Thai Traditional and Alternative Medicine. (2014). *Handbook of care persons aged 65 and older*. Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Durongritthichai, W., Komphayak, J., Lekwijitthada, P., Jinayon, A., & Suwankeereekun, K. (2010). *Health promotion: Concepts principles, and application in nursing practice*. Samut Prakan: HCU. (in Thai)
- Leehahul, V., Buddhadejakhum, S., & Thaweeboon, T. (2002). *Nutritional nursing care*. Bangkok: Boonsiri. (in Thai)
- National Statistical Office. (2018). *Situation of the Thai elderly*. Retrieved from <http://www.nso.go.th/sites/2014> (in Thai)
- Prasongsook, N. (2016). *Food with cancer*. Retrieved from <http://www.thethaicancer.com> (in Thai)
- Prompak, C. (2014). *Aging society in Thailand*. Retrieved from http://library.senate.go.th/document/Ext6078/6078440_0002.PDF (in Thai)
- Thunthisirin, K., & Yamborisuth, A. (2018). *Nutrition and health in the elderly*. Retrieved from http://advisor.anamai.moph.go.th/main.php?filename=JHealthVol20No2_03 (in Thai)



การเข้าสู่ยุคของวิทยาศาสตร์ข้อมูล

Entering into the Era of Data Science

ประภาพร กุลลิ้มรัตน์ชัย

Prapaporn Kullimratchai

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Engineering, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

Data Science หรือวิทยาศาสตร์ข้อมูล คือสาขาสหวิทยาการใหม่ ที่สังเคราะห์และสร้างขึ้นบนพื้นฐานของ สถิติ สารสนเทศ คอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และการจัดการ เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงลึกและนำไปใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจ และใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ บทความนี้ได้กล่าวถึงความรู้พื้นฐานของ Big Data คุณลักษณะของ Big Data นิยามของ Data Science ทักษะที่สำคัญต่อการทำงานด้าน Data Science ขั้นตอนการทำ Data Science อาชีพ Data Scientist และการทำงานด้าน Data Science ในกลุ่มธุรกิจประเภทต่าง ๆ

คำสำคัญ: ข้อมูลขนาดใหญ่, วิทยาศาสตร์ข้อมูล, นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล

Abstract

Data Science is a new interdisciplinary field that synthesizes and builds on statistics, informatics, computing, communication and management in order to transform data to insights for beneficial decision making and other application. This article describes its meaning and characteristics of Big Data, definition of Data Science, technical skill needed for Data Science, the main steps in Data Science, definition of Data Scientist and Data Science in various types of business.

Keywords: big data, data science, data scientist



บทนำ

สื่อสังคมออนไลน์ (social media) ได้เข้ามา มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคคือสิ่งที่หลาย ๆ องค์กรต่างต้องการ เพื่อนำไป วิเคราะห์หาข้อมูลเชิงลึกที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จาก

การเพิ่มขึ้นของข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่อยู่ในหลากหลาย รูปแบบและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมาพร้อมกับเทคนิคและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ขนาดใหญ่ หรือ Big Data ส่งผลให้เกิดศาสตร์ที่เรียกว่า Data Science หรือ วิทยาศาสตร์ข้อมูล โดยบุคลากร

ในสายงานนี้จำเป็นต้องมีทักษะและความเชี่ยวชาญในการทำงานกับข้อมูล อาจเรียกว่า นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล (data scientist) และกำลังเป็นอาชีพที่องค์กรต่าง ๆ ต้องการเป็นจำนวนมาก ในบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอให้เห็นถึงทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล เพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญก่อนจะต่อยอดความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านต่อไปในอนาคต

Big Data คืออะไร

Big Data หมายถึง ปริมาณข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ มหาศาล ซึ่งเกินกว่าขีดความสามารถในการประมวลผลของระบบฐานข้อมูลธรรมดาที่จะรองรับได้ ประโยชน์ของ Big Data มีหลายประการ ที่เด่นชัด 2 ประการ คือ (1) การวิเคราะห์ (analytical use) คือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีปริมาณมหาศาลเหล่านั้นเพื่อให้เห็นความรู้ที่ซ่อนอยู่ลึก และ (2) การเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ (enabling new products) โดยการนำข้อมูลที่มีปริมาณมหาศาลนั้นมาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ หรือพัฒนาการบริการ เพื่อให้เหมาะสมตามความต้องการของลูกค้าหรือผู้ใช้ (Kuchaisit, 2013)

Big Data เป็นเทคโนโลยีที่องค์กรหลายแห่งนำเข้ามาใช้ในการประมวลผล วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้าที่มาจากรายการค้า การให้บริการลูกค้า การดำเนินงานด้านต่าง ๆ ส่งผลให้มีการปรับปรุงการบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้า กลยุทธ์การให้บริการ รวมไปถึงสินค้าและผลิตภัณฑ์ (Intojunyong, 2015)

คุณลักษณะของ Big Data

Big Data ไม่ได้หมายถึงข้อมูลขนาดใหญ่เท่านั้น แต่จะต้องประกอบไปด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างน้อย 3 ลักษณะ (3V) อันได้แก่ Volume, Velocity และ Variety ในบางบทความอาจกล่าวว่าคุณลักษณะของ Big Data มี 5 ลักษณะ (5V) ดังแสดงในภาพ 1 ซึ่งสามารถอธิบายคุณลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้ (Pinijkitcharoenkul, 2016; Intojunyong, 2015; Kuchaisit, 2013)

1. Volume (ปริมาณ) หมายถึง ข้อมูลที่มีปริมาณมากในระดับ Terabyte หรือ Petabyte หรือ Exabyte ขึ้นไป
2. Velocity (ความเร็ว) หมายถึง ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็ว หรืออาจหมายถึงความเร็วของการสร้างข้อมูลและประมวลผลข้อมูล
3. Variety (ความหลากหลาย) หมายถึง ลักษณะรูปแบบของข้อมูลที่แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากแหล่งข้อมูลที่ต่างประเภทกัน ลักษณะของข้อมูลอาจเป็นแบบมีโครงสร้าง แบบกึ่งโครงสร้าง หรือแบบไร้โครงสร้าง
4. Veracity (ความถูกต้อง) หมายถึง คุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพราะหากนำข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือมาวิเคราะห์ย่อมได้ผลลัพธ์ที่ไม่น่าเชื่อถือ
5. Value (คุณค่า) หมายถึง ข้อมูลที่มีคุณค่า ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง หรือมีมูลค่าและความสำคัญต่อองค์กร

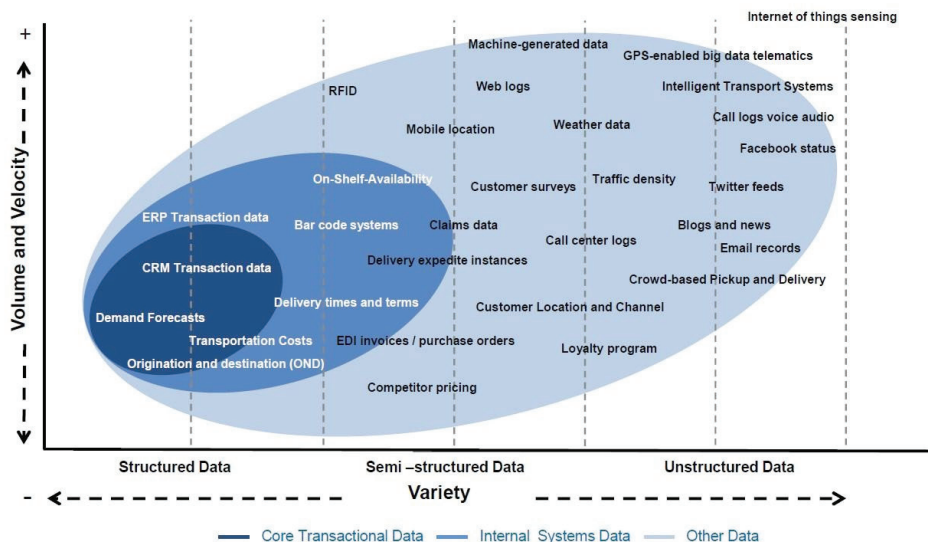
VOLUME	VELOCITY	VARIETY	VERACITY	VALUE
• Terabyte • Records/Arch • Transactions • Tables, Files	• Batch • Real-Time • Processes • Streams	• Structured • Unstructured • Multi-factor • Probabilistic	• Trustworthiness • Authenticity • Availability • Accountability	• Statistical • Events • Correlations • Hypothetical

ภาพ 1 คุณลักษณะของ Big Data

ที่มาของ Data Science

จากการเพิ่มขึ้นของการใช้งานอินเทอร์เน็ต และเทคโนโลยี Internet of Things ทำให้ปริมาณข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ซึ่งมีทั้งข้อมูลแบบมีโครงสร้าง (structured data) แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured data) และแบบไร้โครงสร้าง (unstructured data) ในภาพ 2 เป็น

แบบจำลองแสดงปริมาณ (volume) และความเร็ว (velocity) โดยเฉลี่ย เมื่อเทียบกับแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย (variety) ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบไร้โครงสร้าง ซึ่งเกิดจากการใช้งาน Social Media เช่น Facebook Twitter YouTube E-mail ไฟล์เอกสาร ไฟล์ภาพ เสียง วิดีโอ รวมไปถึงข้อมูลจาก Sensor ต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลมากมายเหล่านี้ สามารถนำไปวิเคราะห์ เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปได้



ภาพ 2 SCM Data Volume and Velocity vs. Variety

ที่มา จาก *Big data analytics in supply chain management: Trends and related research*, โดย Rozados and Tjahjono, 2014, สืบค้นจาก https://www.researchgate.net/publication/270506965_Big_Data_Analytics_in_Supply_Chain_Management_Trends_and_Related_Research

พุทธศักดิ์ ตันติสุทธิเวท (Tantisuttivet, 2016) กล่าวว่า การที่มีข้อมูลมากมายมหาศาลในรูปแบบที่หลากหลายไหลเวียนอยู่ และถ้าสามารถจัดการกับข้อมูลที่ไหลเวียนอยู่เหล่านี้ได้ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกมหาศาล และความพยายามที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ก็คือศาสตร์ Data Science นั่นเอง

อภิพจน์ เพี้ยศักดิ์ (Piasak, 2017) กล่าวว่า ข้อมูล หรือ Data จากการใช้งาน Social Media คือแหล่งน้ำมัน

ดิบที่มีมูลค่ามหาศาล เนื่องจากสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อหา Insight หรือ Recommendation สนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งเป็นที่มาของกระบวนการหรือศาสตร์ (science) ในการกลั่นข้อมูลที่มีอยู่ออกมาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยกระบวนการทั้งหมดจะผสมผสานทั้งในด้าน Statistic, Mathematic, Programming และ Technology เพื่อตั้งสมมติฐาน ทดลอง และหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่มีอยู่ ทั้งหมดนี้คือ Data Science

Data Science คืออะไร

ไต้ ปริญา (Parinya, 2015) กล่าวว่า Data Science คือ การรวมวิชาและเทคโนโลยีทางด้าน Cloud Computing, Big Data, Machine Learning, Data Mining, Statistics และ Internet of Things เข้าไว้ด้วยกัน มีจุดประสงค์เพื่อบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ และสกัดความรู้จากข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูลหลายประเภท จากหลากหลายอุปกรณ์ตามนิยามของ Internet of Things ข้อมูลถูกจัดเก็บไว้บน Cloud Computing ซึ่งบริหารจัดการตามนิยามของ Big Data จากนั้นข้อมูลจะถูกนำมาตัดสินใจด้วย Machine Learning ถูกนำมาค้นหาความรู้ด้วย Data Mining และถูกนำมาชี้วัดสมมติฐานด้วย Statistics

All Data Science (2018) กล่าวว่า Data Science เป็นสาขาสหวิทยาการเกี่ยวกับกระบวนการและระบบเพื่อดึงความรู้ (knowledge) หรือข้อมูลเชิงลึก (insights) จากข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่มีโครงสร้างหรือไม่มีโครงสร้าง

Cao (2017) ได้นิยาม Data Science และ Data Products ไว้ว่า Data Science เป็นวิทยาศาสตร์ของข้อมูล หรือ Data Science คือการศึกษาข้อมูล

Data Science คือ สาขาสหวิทยาการใหม่ที่สังเคราะห์และสร้างขึ้นบนพื้นฐานของสถิติ สารสนเทศ คอมพิวเตอร์ การสื่อสาร การจัดการ และสังคมวิทยา เพื่อการศึกษาข้อมูลและสภาพแวดล้อม เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงลึกและใช้ช่วยในการตัดสินใจ ตามแนวความคิดที่ว่า ข้อมูลสู่ความรู้สู่ภูมิปัญญา

ส่วนผลลัพธ์ของการทำ Data Science คือ Data Products ซึ่งนิยามไว้ว่า Data Products หรือ ผลิตภัณฑ์ข้อมูล เป็นผลที่ส่งมาจากข้อมูลหรือขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และสามารถทำได้ ข้อค้นพบ คำแนะนำ การบริการ การทำนาย การตัดสินใจ กรอบความคิด แบบจำลอง รูปแบบ กระบวนทัศน์ เครื่องมือ หรือระบบ ซึ่ง Data Products ที่มีค่าที่สุด นั่นคือ องค์กรความรู้ สถิติปัญญา ภูมิปัญญา และการตัดสินใจ

Weihs and Ickstadt (2018) กล่าวว่า หนึ่งในคำจำกัดความที่ครอบคลุมที่สุดของ Data Science ซึ่งนำเสนอโดย Cao สามารถเขียนได้ดังสมการ 1 ดังนี้

$$\text{Data Science} = \frac{(\text{statistics} + \text{informatics} + \text{computing} + \text{communication} + \text{sociology} + \text{management})}{(\text{data} + \text{environment} + \text{thinking})} \quad (1)$$

ดังนั้น Data Science ในภาษาไทยอาจใช้คำว่า วิทยาศาสตร์ข้อมูล หรือ วิทยาการข้อมูล ซึ่งหมายถึง การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาจัดการกับข้อมูล

ในบทความของ Cao (2017) ได้นำเสนอคำศัพท์ที่น่าสนใจเกี่ยวข้องกับงานด้าน Data Science ซึ่งผู้เขียนได้เรียบเรียงไว้ ดังตาราง 1

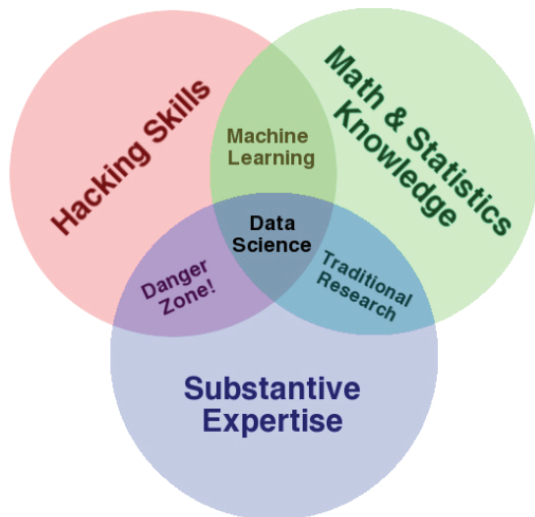
ตาราง 1

คำศัพท์ใน Data Science

คำศัพท์	คำอธิบาย
Advanced analytics	ทฤษฎี เทคโนโลยี เครื่องมือ และกระบวนการ ที่ช่วยให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง และค้นพบข้อมูลเชิงลึกจาก Big data ที่สามารถนำไปใช้งานได้ (actionable insights) ซึ่งไม่สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ด้วยทฤษฎี เทคโนโลยี เครื่องมือ และกระบวนการ รูปแบบเดิม
Big data	ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก และ/หรือ มีความซับซ้อนมาก ที่จะจัดการให้มีประสิทธิภาพ และ/หรือประสิทธิผล ด้วยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล เทคโนโลยี และ เครื่องมือ รูปแบบเดิม
Data analysis	การประมวลผลข้อมูลด้วยรูปแบบดั้งเดิม ทั้งทฤษฎี เทคโนโลยี และเครื่องมือ (เช่น สถิติแบบดั้งเดิม คณิตศาสตร์ หรือตรรกศาสตร์) เพื่อให้ได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และเป้าหมายในการปฏิบัติ
Data analytics	ทฤษฎี เทคโนโลยี เครื่องมือ และกระบวนการ ที่ทำให้เกิดความเข้าใจในเชิงลึก และการค้นพบข้อมูลเชิงลึกที่สามารถนำไปใช้งานได้ (actionable insight) มีรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analytics) การวิเคราะห์เชิงทำนาย (predictive analytics) และ การวิเคราะห์แบบให้คำแนะนำ (prescriptive analytics)
Data science	ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล
Data scientist	บุคคลที่มีบทบาทอย่างมากกับข้อมูล
Descriptive analytics	รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเพื่ออธิบายผลจากข้อมูลที่ได้รับ เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐานที่สุด
Predictive analytics	รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นการทำนาย พยากรณ์ เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้ข้อมูลจากอดีต เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น
Prescriptive analytics	รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น และให้คำแนะนำทางเลือกในการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและยากที่สุด
Explicit analytics	มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analytics) โดยการรายงาน การแจ้งเตือน และการคาดการณ์
Implicit analytics	มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์เชิงลึก (deep analytics) โดยใช้โมเดลเชิงทำนาย (predictive modeling) การเพิ่มประสิทธิภาพ การวิเคราะห์แบบให้คำแนะนำ (prescriptive analytics) และส่งความรู้ที่สามารถนำไปใช้งานได้ (actionable knowledge)
Deep analytics	การวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้ได้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ว่าเพราะเหตุใดเหตุการณ์จึงเกิดขึ้น และเกิดขึ้นได้อย่างไร เหตุการณ์จะเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งไม่สามารถระบุได้โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

ทักษะที่สำคัญต่อการทำงานด้าน Data Science

แผนภาพ Data Science ที่สร้างขึ้นโดย Drew Conway เป็นแผนภาพที่ถูกอ้างอิงถึงมากที่สุด เพื่อใช้อธิบายถึงความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานด้าน Data Science



ภาพ 3 แผนภาพ Data Science

จากภาพ 3 มีประเด็นสำคัญที่อธิบายถึง 3 ทักษะหลัก ดังนี้

1. Hacking Skills หมายถึง ทักษะเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีและเทคนิคเพื่อทำงานในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การเขียนโปรแกรม ด้วยภาษา Python หรือ ภาษา R การจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ MySQL, PostgreSQL, Cassandra, MongoDB หรือ CouchDB การสร้างรายงานและแสดงผลข้อมูล (visualization) โดยใช้เครื่องมือ เช่น D3 Tableau, Qlikview หรือ R Markdown การใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการกับ Big Data เช่น Hadoop, MapReduce หรือ Spark เป็นต้น

2. Math & Statistics Knowledge หมายถึง ทักษะทางคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล สถิติเป็นส่วนสำคัญของการวิเคราะห์ข้อมูล ในขณะที่พีชคณิตเชิงเส้นและแคลคูลัสเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของ Machine Learning

3. Substantive Expertise หรือ Domain Knowledge หมายถึง ความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งจะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลสามารถเริ่มโครงการได้โดยมีเป้าหมายที่ชัดเจน รวมถึงความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ การตั้งคำถามที่ดีต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องนั้นจริง ๆ

จุดตัดของ Hacking skills และ Substantive expertise ในแผนภาพ Data Science ส่วนที่เรียกว่า Danger Zone! หมายถึง การทำงานโดยไม่มีความรู้ด้านคณิตศาสตร์และสถิติ อาจทำให้เลือกใช้อัลกอริทึมที่ไม่เหมาะสมกับงาน ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง (All Data Science, 2018)

Rohrer (2016) กล่าวว่า Machine Learning เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อน Data science ซึ่งมีเพียง 5 คำถามเท่านั้น ที่ต้องสามารถตอบได้ โดยใช้ อัลกอริทึมต่าง ๆ นั่นคือ (1) Is this A or B? (two-class classification) หรือ Is this A or B or C or D? (multi-class classification) (2) Is this weird? (anomaly detection) (3) How much/how many? (regression) (4) How is it organized? (clustering) และ (5) What should I do next? (reinforcement learning)

ขั้นตอนการทำ Data Science

กระบวนการหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining ตามมาตรฐาน CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) Business understanding (2) Data understanding (3) Data preparation (4) Modeling (5) Evaluation และ (6) Deployment

Weih and Ickstadt (2018) ได้นำเสนอแนวทางในการทำ Data Science โดยประยุกต์มาจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลตามมาตรฐาน CRISP-DM ซึ่งมีลำดับขั้นตอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน นำเสนอดังตาราง 2

ตาราง 2

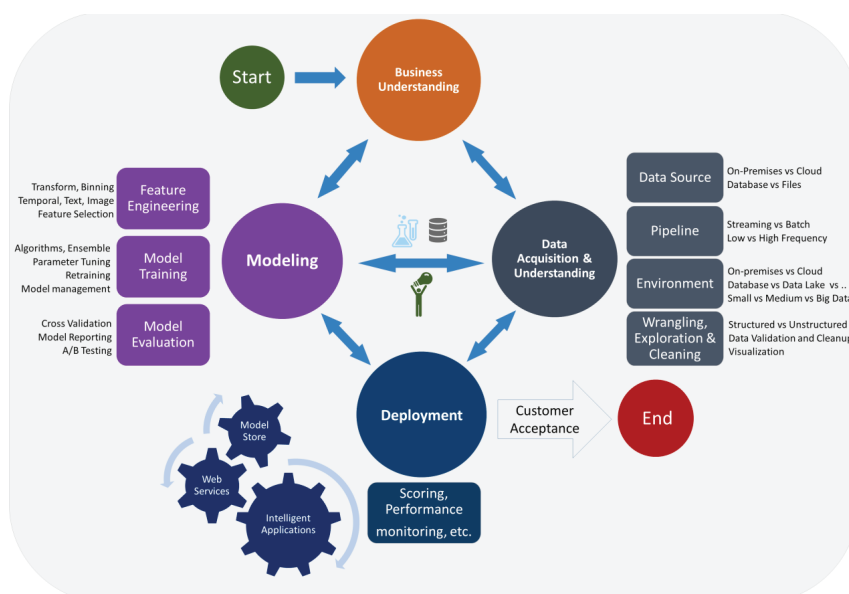
ขั้นตอนการทำ Data Science: เปรียบเทียบระหว่าง CRISP-DM และข้อเสนอของ Weihs and Ickstadt

CRISP-DM	Weihs and Ickstadt's Proposal
Business Understanding	Data Acquisition and Enrichment, Data Storage and Access
Data Understanding, Data Preparation	Data Exploration
Modeling	Data Analysis and Modeling, Optimization of Algorithms
Evaluation	Model Validation and Selection
Deployment	Representation and Reporting of Results, Business Deployment of Results

กลุ่ม TDSP (The Team Data Science Process) ได้นำเสนอวงจรชีวิต ซึ่งสามารถใช้เป็นโครงสร้างเพื่อจัดการโครงการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ข้อมูล แต่ทั้งนี้อาจใช้วงจรชีวิตตามมาตรฐานอื่น เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining (Cross Industry Standard Process for Data Mining--CRISP-DM) หรือ การค้นหาคำรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Databases --KDD) วงจรชีวิตนี้ถูกออกแบบมาสำหรับโครงการวิทยาศาสตร์ข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของแอปพลิเคชันอัจฉริยะ (intelligent applications)

ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านี้นำไปปรับใช้กับการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (machine learning) หรือแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย (predictive analytics) ต่อไป (Thakurta et al., 2017)

วงจรชีวิตที่นำเสนอโดย TDSP ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) Business understanding (2) Data acquisition and understanding (3) Modeling (4) Deployment และ (5) Customer acceptance แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 วงจรชีวิตในการทำ Data Science

Data Scientist คือใคร

Donoho (2015) กล่าวว่า Data Scientist หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อปลดปล่อยและสร้างความหมายจากข้อมูลดิบ

ไท่ ปริญญา (Parinya, 2015) กล่าวว่า บุคลากรที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลเหล่านี้ ต้องรู้จักใช้เครื่องมือ เช่น รู้จักใช้ Amazon Web Services เพื่อบริหารจัดการ Public Cloud Computing หรือ รู้จักการติดตั้งปรับแต่ง Hadoop เพื่อบริหารจัดการ Distributed Computing ให้อยู่ในรูปของ Private Cloud Computing รู้จักนิยาม NoSQL เพื่อจัดหาฐานข้อมูลสำหรับบริหารจัดการ Big Data รู้จักใช้ MaLab หรือ ภาษา R หรือ Weka หรือ RapidMiner เพื่อทำ Machine Learning หรือ Data Mining รู้จักใช้ SPSS เพื่อวิเคราะห์ Statistics เป็นต้น รู้จักการปรับแต่งและสั่งงานหน่วยประมวลผล เช่น Raspberry Pi หรือ หน่วยควบคุม เช่น Arduino เป็นต้น ซึ่งงานของนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล จำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะหลายด้าน จึงทำให้เป็นอาชีพที่เป็นที่นิยมในขณะนี้

เว็บไซต์ MGR Online (2018) ได้นำเสนอผลวิจัยของบริษัทแมคคินซี ดิจิทัล เอเชีย เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2560 ระบุว่า ภาพรวมของทั่วโลกมีข้อมูลที่สามารถปรับให้เป็นระบบอัตโนมัติได้ 50% แต่ที่จะทำได้จริงในปี 2573 หรือ อีกกว่า 10 ปี ข้างหน้า มีเพียง 15% ขณะที่ประเทศไทยมีข้อมูลที่สามารถปรับให้เป็นระบบอัตโนมัติได้ 55% แต่จะทำได้จริง 17% ในปี 2573 เมื่อ AI เข้ามามีบทบาท จึงจำเป็นต้องมีการสร้างทักษะของคนเพื่อทำงานร่วมกันได้ ดังนั้นอาชีพนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล และวิศวกรด้านข้อมูล จึงยังขาดแคลนอยู่ ซึ่งตัวเลขทั่วโลกพบว่าขาดแคลนถึง 30 ล้านคน ดังนั้นภาครัฐจึงควรเริ่มต้นด้วยการส่งเสริมการศึกษา และภาคเอกชนควรสร้างคอร์สอบรมหลักสูตรให้กับพนักงาน เพื่อเพิ่มทักษะให้สอดคล้องกับวิชาชีพที่ขาดแคลน

ดังนั้น Data Scientist จึงหมายถึง นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล หรือ นักวิทยาการข้อมูล ซึ่งเป็นผู้ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่

Data Scientist ทำงานที่ไหน

ข้อมูลจาก Big Data Analytics Thailand (2016) ได้วิเคราะห์ว่าในเมืองไทย บริษัทที่มีฐานข้อมูลขนาดใหญ่ และมีความต้องการในการจ้าง Data Scientist มาทำงาน จะอยู่ใน 5 กลุ่มธุรกิจ ดังนี้

1. ธนาคารพาณิชย์

ลักษณะงาน Data Science ในธนาคารแบ่งเป็นสองประเภทหลัก ๆ คือ ประเภทแรกเรียกว่า Credits ซึ่งจะเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อยู่ในพอร์ตของธนาคาร รวมถึง Predictive analytics ทำนายว่าลูกค้าที่มาขอกู้เงินจะเป็นหนี้เสียหรือไม่ ส่วนงานประเภทที่สองเรียกว่า Customer analytics ซึ่งเป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมลูกค้า ทำการแบ่งกลุ่มลูกค้า หารูปแบบของลูกค้า รวมถึงทำโมเดล Predictive analytics ทำนายพฤติกรรมลูกค้า ในลักษณะต่าง ๆ

2. E-Commerce และ เว็บไซต์

บริษัท E-Commerce ต้องการ Data Scientist เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการที่ลูกค้ามาเข้าชมเว็บไซต์และเลือกซื้อสินค้า ซึ่งการวิเคราะห์ทำได้ตั้งแต่แบบพื้นฐาน เช่น การแบ่งกลุ่มลูกค้า การดูยอดขายรายสินค้า ไปจนถึงการวิเคราะห์แบบขั้นสูง เช่น การทำโมเดล Recommendation engine ซึ่งเป็นการแนะนำสินค้าที่ลูกค้าอาจถูกใจโดยดูจากพฤติกรรมที่ผ่านมาของลูกค้า

3. ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง

บริษัทในธุรกิจค้าปลีกค้าส่งหลายแห่งมีการออก Loyalty programs เพื่อให้ลูกค้าแสดงบัตรสะสมแต้มต่าง ๆ เมื่อซื้อสินค้า ทำให้บริษัทเหล่านี้เริ่มสามารถสร้างฐานข้อมูลลูกค้า และจะมีความต้องการบุคลากรทาง Data Science เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าต่อยอดต่อไปได้

4. ธุรกิจโทรคมนาคม

ลักษณะงาน Data Science ของธุรกิจโทรคมนาคม จะมีส่วนของ Customer analytics เพื่อนำไปใช้ในการออกแคมเปญเชิงการจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (CRM) ข้อมูลโทรคมนาคมมักจะเป็นข้อมูลขนาดใหญ่และจะมีข้อมูลในรูปแบบไม่มีโครงสร้าง ดังนั้นสายงานโทรคมนาคมจึงต้องการ

นักวิเคราะห์ที่มีความสามารถในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ได้ดีและสามารถทำงานกับข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้างได้

5. ธุรกิจการผลิตภาคอุตสาหกรรม

งาน Data Science ในธุรกิจ Manufacturing มีทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การวางแผน รวมถึงการวางแผนกลยุทธ์ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาโอกาสทางธุรกิจใหม่ นอกจากนี้บริษัทที่มีหน่วยงานปลายทางสินค้าให้กับผู้บริโภคโดยตรงและมีการสร้างฐานข้อมูลลูกค้า จะมีงาน Customer analytics เช่นกัน

บทสรุป

จากการเพิ่มขึ้นของข้อมูลหลากหลายรูปแบบอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดข้อมูลขนาดมหาศาลที่สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรได้ จึงนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (big data analytics) โดยใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ทำให้เกิดศาสตร์ด้าน Data Science หรือ วิทยาศาสตร์ข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทำวิทยาศาสตร์ข้อมูลนั้น เรียกว่า Data Product หรือ ผลิตภัณฑ์ข้อมูล ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้อมูลนี้อาจ

อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงการให้บริการ หรือเพื่อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ซึ่งการทำวิทยาศาสตร์ข้อมูลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ที่มีความต้องการวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้า วิเคราะห์ข้อมูลลูกค้า เช่น งานธนาคาร ธุรกิจโทรคมนาคม ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ธุรกิจการผลิตภาคอุตสาหกรรม กลุ่มธุรกิจ E-Commerce อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์

ดังนั้นบุคลากรที่ทำงานด้านนี้ หรือนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล จึงจำเป็นต้องมีทักษะ ความรู้ ความเชี่ยวชาญ และมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสำหรับจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและความหลากหลาย จำเป็นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งผู้ที่ทำงานในสายงานดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในด้านคณิตศาสตร์ สถิติ และการเขียนโปรแกรม ซึ่งการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะทางด้านนี้จึงมีความสำคัญในยุคที่มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศ



References

- All Data Science. (2018). *What is data science?*. Retrieve form <https://alldatascience.com/2018/01/02/what-is-data-science/>
- Big Data Analytics Thailand. (2016). *Where is the Data Scientist work*. Retrieved from <https://www.facebook.com/truebigdata/posts/678151292336509> (in Thai)
- Cao, L. (2017). Data science: A comprehensive overview. *ACM Computing Surveys*, 50(3), 43-48.
- Donoho, D. (2015). *50 years of data science*. Retrieved from <http://courses.csail.mit.edu/18.337/2015/docs/50YearsDataScience.pdf>
- Intojunyong, S. (2015). Whether big data is essential for all organizations or not. *Executive Journal*, 38(146), 1-8. (in Thai)
- Kuchaisit, S. (2013). Transforms a new era of data “big data”. *Executive Journal*, 33(1), 22-28. (in Thai)
- MGR Online. (2018). *‘Data scientist - data engineer’ high demands*. Retrieved from <https://mgronline.com/cyberbiz/detail/9610000024219> (in Thai)
- Parinya, T. (2015). *What is data science and data scientist*. Retrieved from <http://www.parinya.net/node/2251> (in Thai)
- Piasak, A. (2017). *What is data science*. Retrieved from <https://blog.derlivery.com/data-science-คืออะไร-57d7530554bf> (in Thai)
- Pinijkitcharoenkul, S. (2016). *Get to know big data*. Retrieved from http://km.psru.ac.th/wp-content/uploads/2016/11/big-data_v2.pdf (in Thai)
- Rohrer, B. (2016). *What questions can data science answer?*. Retrieved from <https://www.kdnuggets.com/2016/01/questions-data-science-answer.html>
- Rozados, I. V., & Tjahjono, B. (2014). *Big data analytics in supply chain management: Trends and related research*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/270506965_Big_Data_Analytics_in_Supply_Chain_Management_Trends_and_Related_Research
- Tantisuttivet, P. (2016). *What is data science that digital businesses need to know*. Retrieved from <https://brandinside.asia/data-science-sexiest-job/> (in Thai)
- Thakurta, D. G., Ericson, G., Martens., J., Severtson, R. B., & Rohm, W. A. (2017). *The team data science process lifecycle*. Retrieved from <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/team-data-science-process/lifecycle>
- Weihs, C., & Ickstadt, K. (2018). *Data science: The impact of statistics*. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs41060-018-0102-5.pdf>



อันตรายจากฟอร์มาลดีไฮด์ในสำนักงานและที่พักอาศัย

Hazard of Formaldehyde in Office and Residential Buildings

ธนาวุฒิ สุราษฎร์มณี

Thanawut Suradmanee

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Public Health, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ปัจจุบันรูปแบบการใช้ชีวิตของมนุษย์ส่วนใหญ่ ร้อยละ 90 ใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคาร เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย ร้านค้า แม้กระทั่งที่พักอาศัย ดังนั้นอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อสุขภาพ สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นมลพิษทางอากาศสามารถพบได้ในอากาศภายในอาคาร (indoor air) สัมผัสทางการหายใจ ทางผิวหนัง และทางการกิน องค์การสากลของประเทศสหรัฐอเมริกาจัดให้สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (carcinogen) อุตุสาหกรรมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อนำไปผลิตยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์สูงถึง ร้อยละ 70 ของการผลิตทั้งหมด โดยยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์สำนักงาน ในบ้านที่ทาแลคเกอร์เคลือบพื้นไม้ ปูพรมที่พื้น ผนังมีวอลเปเปอร์ อยู่ในเครื่องเรือนที่ใช้ไม้อัดและวัสดุที่เรียกว่า พาร์ติเคิลบอร์ด (particle board) ที่ใช้ทำตู้โต๊ะ และเครื่องเรือนต่าง ๆ และยังมีการพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์ถูกปล่อยออกจากเฟอร์นิเจอร์ต่าง คือ อุณหภูมิที่สูง และการระบายอากาศที่ไม่ดีพอ ดังนั้น ผู้ที่อาจต้องมีการสัมผัสกับฟอร์มาลดีไฮด์ที่แอบแฝงตามเครื่องไม้ เฟอร์นิเจอร์ ควรระมัดระวังการรับสัมผัสทั้งการหายใจ สัมผัสทางผิวหนัง และทางปาก เพื่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้น ควรจัดให้มีระบบระบายอากาศที่เพียงพอในสถานที่ทำงานและระบบดูดอากาศเฉพาะที่ และเฝ้าคุมสิ่งแวดล้อมเป็นประจำ เพื่อตรวจหาความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ

คำสำคัญ: ฟอร์มาลดีไฮด์, อาคารสำนักงาน, อาคารที่พักอาศัย

Abstract

In the present, people spent their life in office and residential buildings with 90% of their life. Thus indoor air quality was very important to health. Formaldehyde was one of air pollutions that were found indoor air of buildings. Formaldehyde was classified as carcinogen by the international organization in USA. Mostly, industrial of Thailand took formaldehyde change to urea-formaldehyde with 70%. Urea-formaldehyde was produced raw materials to be furniture, office supplies and house paint. Factors affected for formaldehyde releasing were high air temperature and low relative humidity and unsuitable ventilation. Therefore, people might be exposure formaldehyde indoor air from furniture. That should be awareness with route of entries, inhalation and contact.

Keywords: formaldehyde, office buildings, residential buildings

บทนำ

ปัจจุบันรูปแบบการใช้ชีวิตของมนุษย์ส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคาร อันได้แก่ โรงเรียน มหาวิทยาลัย ร้านค้า แม้กระทั่งที่พักอาศัยได้รับสัมผัสภายในบ้านในรูปแบบของเหลวและก๊าซ ผ่านทางการรับประทาน การสูดดม และการสัมผัสทางผิวหนัง ดังนั้นอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อสุขภาพ สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นมลพิษทางอากาศสามารถพบได้ในอากาศภายในอาคาร (indoor air) องค์การสากลของประเทศสหรัฐอเมริกาจัดให้สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (carcinogen) ซึ่งถึงแม้ว่าร่างกายจะสามารถขับออกไปเองได้ แต่ก็ยังคงมีการตกค้างและสะสมอยู่ในร่างกาย

ปริมาณการตอบสนองของความเป็นพิษ (TLV) ของฟอร์มาลดีไฮด์ มีค่า 0.08 ppm ต่อ 30 นาที สัมผัสทางการหายใจ (Suresh & Bandosz, 2018) ฟอร์มาลดีไฮด์มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ มีกลิ่นฉุนแสบจมูก (Nielsen, Larsen & Wolof, 2013) ระดับความเข้มข้นอยู่ที่ 0.5 ppm จะมีอาการการระคายเคืองที่ดวงตา อีกทั้งฟอร์มาลดีไฮด์มีผลต่อสุขภาพในระยะยาว ได้แก่ โรคหอบ และโรคถุงลมปอด (Dai et al., 2018) ส่วนมากที่จำหน่ายกันอยู่ทั่วไปอยู่ในรูปของสารละลายน้ำภายใต้ชื่อน้ำยาฟอร์มาลีน สารฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) มักจะพบฟอร์มาลดีไฮด์แอบแฝงในเฟอร์นิเจอร์ไม้ เครื่องถ่ายเอกสาร และสิ่งพิมพ์ ไอระเหยของสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่แฝงอยู่สิ่งเหล่านั้นซึ่งถือว่าเป็นภัยในที่อยู่อาศัยเป็นส่วนใหญ่

การพัฒนาของเศรษฐกิจที่สูงขึ้น ทำให้ผู้คนต้องการความสะดวกสบายในที่พักอาศัยหรือสำนักเพิ่มมากขึ้น ประเทศจีนมีการเก็บสถิติคุณภาพอากาศในอาคาร พบว่าร้อยละ 90 ของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างขึ้นใหม่ และอุปกรณ์สำนักงานขึ้นใหม่ พบว่า ค่าคุณภาพอากาศสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, 2010) สารฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนใหญ่ในที่ที่พักอาศัยถูกปล่อยมาจากอุปกรณ์ตกแต่งบ้าน ได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ สีทาผนังบ้าน เป็นต้น ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการตกแต่งบ้าน, การเลือกเฟอร์นิเจอร์ และพื้นที่ในการจัดวางสิ่งของ มีงานวิจัยที่

สำรวจความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในห้องนอนและห้องนั่งเล่น พบว่า อุณหภูมิสูงและความชื้นสูง มีผลทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์ในเฟอร์นิเจอร์ถูกปล่อยออกมาเพิ่มขึ้นในปีแรกที่มีการตกแต่งบ้านใหม่

ฟอร์มาลดีไฮด์จะมีพิษต่อระบบทางเดินหายใจ หากได้รับรูปของไอระเหยของฟอร์มาลดีไฮด์ แม้จะปริมาณต่ำ ๆ ถ้าถูกตาจะระคายเคืองตามาก ถ้าสูดดมเข้าไปจะทำให้หลอดลมบวม ทำให้แสบจมูก เจ็บคอ ไอ หายใจไม่ออก ปวดอักเสบ น้ำท่วมปอด ทำให้เป็นแผลหรือถึงขั้นตาบอด ถ้าสูดดมเขาไปมาก ๆ จะทำให้น้ำท่วมปอดจนหายใจไม่ออก แน่นหน้าอก และเสียชีวิตในที่สุด อาการเหล่านี้อาจเกิดขึ้นหลายชั่วโมงหลังจากได้รับสารโดยไม่มีอาการเจ็บปวดเลยก็ได้ หากได้รับปริมาณน้อยเป็นเวลานานจะมีอาการไอและหายใจติดขัดเพราะหลอดลมอักเสบเป็นต้น

ฟอร์มาลดีไฮด์จะมีพิษร้ายแรงต่อระบบทางเดินอาหาร เมื่อรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนฟอร์มาลดีไฮด์ในปริมาณมาก จะทำให้ปวดศีรษะอย่างรุนแรง หัวใจเต้นเร็ว แน่นหน้าอก ปากและคอแห้ง คลื่นไส้อาเจียน ถ่ายท้อง ปวดท้องอย่างรุนแรง กระเพาะอาหารอักเสบ เกิดแผลในกระเพาะอาหาร หากได้รับสารนี้โดยการบริโภค จะเกิดอาการพิษโดยเฉียบพลัน ซึ่งอาการมีตั้งแต่ปวดท้องอย่างรุนแรง อาเจียน อุจจาระร่วง ปัสสาวะไม่ออก หหมดสติ ถ้าปล่อยทิ้งไว้อาจเสียชีวิตเพราะระบบหมุนเวียนเลือดล้มเหลว ถ้าหากได้รับในปริมาณ 60-90 cc จะทำให้การทำงานของตับ ไต หัวใจ และสมองเสื่อมลง และก่อให้เกิดการปวดแสบปวดร้อนที่คอและปาก เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง หหมดสติ นอกจากนี้ยังพบว่าฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งด้วย

ฟอร์มาลดีไฮด์มีผลต่อผิวหนัง เมื่อสัมผัสจะเกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้เกิดผื่นคัน เป็นผื่นแดงเหมือนลมพิษ จนถึงผิวหนังไหม้เป็นสีขาวได้หากสัมผัสโดยตรง

บทความนี้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์ถูกปล่อยออกมาเพิ่มขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสวัสดุที่ปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์ และวิธีควบคุมอันตรายจากฟอร์มาลดีไฮด์

ที่มาของฟอร์มาลดีไฮด์ในประเทศไทย

ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารเคมีที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมการผลิตหลากหลายชนิด ในประเทศไทยมีการผลิตฟอร์มาลดีไฮด์มาจาก เมทานอล ซึ่งมีกระบวนการผลิต 2 แบบ ได้แก่ Silver Process และ Oxide Process

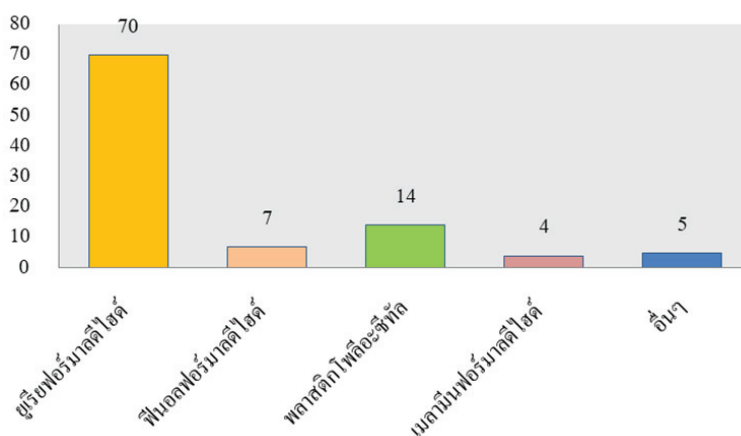
1. Silver Process ฟอร์มาลดีไฮด์เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) เมทานอลจากปฏิกิริยานี้จะสามารถเปลี่ยนเป็นฟอร์มาลดีไฮด์ ได้ประมาณ 77-87%

2. Oxide Process เมทานอลจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอากาศ โดยจะมีตัวเร่งปฏิกิริยา คือ เหล็ก

โมลิบดีนัม-วานาเดียมออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 350-400°C ซึ่งสามารถเปลี่ยนเมทานอลเป็นฟอร์มาลดีไฮด์ได้สูงสุดถึง 91-93%

การใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ในอุตสาหกรรมในประเทศไทย

ฟอร์มาลดีไฮด์ จะถูกนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิต ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 70 ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 7 เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 4 พลาสติกโพลีอะซีทัล ร้อยละ 14 และเคมีภัณฑ์อื่น ๆ ร้อยละ 5



ภาพ 1 สัดส่วนการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์

ที่มา จาก *Manual of formaldehyde*, โดย Department of Industrial Works, 2010, สืบค้นจาก <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2015/01/formaldehyde.pdf>

จากภาพ 1 จะพบว่า อุตสาหกรรมประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อนำไปผลิตยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์สูงถึง ร้อยละ 70 ของการผลิตทั้งหมด โดยยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์ตกแต่งในที่พักอาศัย เป็นต้น อุตสาหกรรมการแพทย์ เอาไว้ทำฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา ทำความสะอาดห้องคนป่วย และนำไปเป็นส่วนผสมในการดองศพแช่ศพ อุตสาหกรรมความงาม นำมาใช้ผสมในสีทาเล็บ ยาเคลือบเล็บ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ พลาสติก สิ่งทอ ทำการวิทยาศาสตร์ ทำสีทาบ้าน น้ำยาเคลือบเงาไม้ เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ

คุณสมบัติของฟอร์มาลดีไฮด์

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่อยู่ในสถานะของก๊าซที่ไม่เสถียร การนำไปใช้ประโยชน์หรือการขนส่งจะทำให้อยู่ในรูปแบบของเหลว เรียกว่า ฟอร์มาลีน โดยทั้งสองสถานะมีความแตกต่างกัน ดังนี้

ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นก๊าซไวไฟ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง มีฤทธิ์กัดกร่อน หนักกว่าอากาศเล็กน้อย ไม่เสถียร เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน (polymerization) ได้ง่าย

ฟอร์มาลีน มีสถานะเป็นสารละลาย ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง คุณสมบัติแตกต่างกันตามความเข้มข้น ฟอร์มาลดีไฮด์ในน้ำ รวมทั้งอัตราส่วนผสมของเมทานอลในสารละลาย

ตาราง 1

สมบัติทางกายภาพของฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มัลลิน

สมบัติของสาร	ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์	ฟอร์มัลลิน
สภาพที่ปรากฏ	ไม่มีสี	ไม่มีสี
กลิ่น	กลิ่นฉุนรุนแรง	กลิ่นฉุนรุนแรง
น้ำหนักโมเลกุล	30.03	30.03
จุดเดือด	-19.5°C	96°C
จุดหลอมเหลว / จุดเยือกแข็ง	ไม่มี	-92°C
อุณหภูมิวิกฤต	137.2-141.2°C	-
ค่าความกรด-ด่าง (PH)	-	2.8-4.0 ที่อุณหภูมิ 20°C
ความหนาแน่นไอสัมพันธ์	1.08 ที่อุณหภูมิ 20°C (อากาศ = 1)	1.04 ที่อุณหภูมิ 20°C (น้ำ = 1)
Log K _{ow}	0.35	0.35
ความดันไอ	3,890 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 25°C	1.52 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 20°C
ความสามารถในการละลาย	ละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซีโตน	ละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซีโตน
อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง	424°C	424°C
ขีดจำกัดการระเบิด	7-73% โดยปริมาตร	7-73% โดยปริมาตร

ตาราง 2

สมบัติทางเคมีของก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มัลลิน

สมบัติทางเคมี	ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์	ฟอร์มัลลิน
การเกิดปฏิกิริยา	โพลีเมอไรเซชัน ออกซิเดชัน แอตติชัน	โพลีเมอไรเซชัน ดีคอมโพสิชัน รีดักชัน ออกซิเดชัน แอคซิชั่น คอนเดนเซชัน
สารที่ต้องหลีกเลี่ยง	Amines, AZO, compounds, Caustics, Dithiocarbamates, Alkali & alkali earth metals, Nitrides, Nitro compounds, Unsaturated aliphatics and sulfides, Organic peroxides, Oxidizing agents, Reducing agents	

ตาราง 2

สมบัติทางเคมีของก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์และฟอร์มาลีน (ต่อ)

สมบัติของสาร	ก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์	ฟอร์มาลีน
อันตรายจากการสลายตัว	สารอันตรายเมื่อเกิดจากการสลายตัว ถูกความร้อนสารจะสลายตัวเป็นกรดฟอร์มิก เมื่อถูกเผาไหม้จะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนเกิดหมอกควันที่เป็นพิษ	

อันตรายฟอร์มาลดีไฮด์

ฟอร์มาลดีไฮด์และฟอร์มาลีนเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ดวงตา เป็นสารไวไฟ และอาจเป็นสารก่อมะเร็ง อย่างไรก็ตามมีข้อโต้แย้งในระดับสากลในประเด็นการจำแนกให้ฟอร์มาลีนอาจเป็นสารก่อมะเร็ง โดย International Agency for Research on Cancer หรือ IARC (2012) ระบุว่า ฟอร์มาลีนอาจเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 จากการเก็บข้อมูลการเกิดมะเร็งในคน ในขณะที่กลุ่มประชาคมยุโรป (EU) จัดให้ฟอร์มาลีนอาจเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม C3 ซึ่งหมายถึงไม่มีข้อมูลที่ระบุชัดเจนว่า ฟอร์มาลีนเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในคน

ฟอร์มาลีนที่มีเมทานอลผสมอยู่มากจะมีจุดวาบไฟต่ำ จัดเป็นของเหลวไวไฟ มีสมบัติกัดกร่อนเป็นความเสี่ยงรอง แต่เมื่อเมทานอลผสมอยู่น้อยจะทำให้จุดวาบไฟสูงขึ้น ถูกจัดเป็นสารกัดกร่อน ไม่จัดเป็นสารไวไฟ และมีความเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและอาจเป็นสารก่อมะเร็งเช่นเดียวกับฟอร์มาลดีไฮด์

ปัจจัยความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์

เฟอร์นิเจอร์ เครื่องไม้ เป็นแหล่งที่ปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์ออกมาสู่บรรยากาศภายในอาคาร จากงานวิจัยพบว่า เมื่ออุณหภูมิห้องสูงเกิน 26 °C ปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์จะเพิ่มสูงขึ้น และในพื้นที่ไม่มีระบบระบายอากาศ ปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน และเมื่อเปิดหน้าต่างระบายอากาศออกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ลดลงอยู่ในระดับมาตรฐานกำหนด

การวิเคราะห์ฟอร์มาลดีไฮด์

วิธีการเก็บตัวอย่างสารฟอร์มาลดีไฮด์ อ้างอิงตาม NIOSH Manual of Analytical Methods (2016) ใช้หลอดเก็บอากาศชนิด CARTRIDGE (DNPH-coated silica gel tube) ติดตั้งกับสายยางเชื่อมกับปั๊มดูดอากาศ (personal pump) ตั้งค่าปั๊มอยู่ที่ 0.1-1.5 ลิตร/นาที เก็บตัวอย่างช่วงเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography--HPLC) เพื่อหาความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์

กฎหมายและค่ามาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์และการควบคุม

สารฟอร์มาลดีไฮด์จัดเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer, 2012) มีอันตรายสูง จึงถูกควบคุมโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมประมงโดยกรมควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม จัดให้มันเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ.2535 เนื่องจากมีคุณสมบัติก่อให้เกิดอันตรายจากการติดไฟการระเบิดและมีฤทธิ์กัดกร่อน การนำสารฟอร์มาลดีไฮด์ไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของผู้เกี่ยวข้องมีการกำหนดค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงานไว้ โดยส่วนใหญ่ในแต่ละประเทศ กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.3 ppm และมีการกำหนดค่ามาตรฐานในสิ่งแวดล้อมให้มีระดับความเสี่ยงน้อยที่สุด

ของฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เกิน 0.003 ppm (0.004 มิลลิกรัม ต่อตารางเมตร) ACGIH TLV (2012): C = 0.3 ppm NIOSH REL: TWA = 0.016 ppm, C = 0.1 ppm [15-minute], Carcinogen notation, IDLH = 20 ppm OSHA PEL: TWA = 0.75 ppm, STEL = 2 ppm ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชี้แจงจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2560: ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ ไม่เกิน 0.75 ppm, ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด

การใช้เทคโนโลยี Air Detoxify Paint เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีของสีทาผนังอาคาร ซึ่งทำให้สีมีคุณสมบัติคล้ายกับ “เครื่องฟอกอากาศ” โดยสีจะทำการยับยั้ง ป้องกัน และย่อยสลายแบคทีเรีย เชื้อรา และสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ลอยอยู่ในอากาศให้ลดลงได้ มากกว่า 90% ภายในระยะเวลา 24-40 ชั่วโมง จากการทดสอบที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การปฐมพยาบาล

1. หายใจเข้าไป รีบเคลื่อนย้ายออกจากบริเวณที่ได้รับสาร ไปที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวกถ้าหายใจลำบาก ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจและนำส่งแพทย์ทันที
2. การกินหรือกลืนเข้าไป ห้ามทำให้อาเจียน ให้ดื่มน้ำมาก ๆ และนำส่งแพทย์ทันที
3. การสัมผัสถูกผิวหนัง ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออก ล้างด้วยสบู่และน้ำไหลผ่านอย่างน้อย 15 นาทีและนำส่งแพทย์ทันที
4. การสัมผัสถูกตา ล้างตาด้วยน้ำที่ไหลผ่านอย่างน้อย 15 นาที โดยเปิดเปลือกตาล้างและบน หากยังระคายเคืองให้รีบส่งแพทย์ทันที

บทสรุป

ในประเทศไทยมีการผลิตฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของเมทานอล ฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนใหญ่ที่ได้จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เพื่อสะดวกต่อการขนส่งฟอร์มาลดีไฮด์จะถูกเปลี่ยนสถานะให้เป็นของเหลว ฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีสถานะเป็นของเหลวจะถูกเรียกว่า ฟอร์มาลีน ซึ่งมีคุณสมบัติจะแตกต่างกันตามส่วนผสมของเมทานอล มีผลต่อจุดวาบไฟ ฟอร์มาลีนที่มีเมทานอลผสมอยู่มาก จะมีจุดวาบไฟต่ำ ทำให้มีคุณสมบัติเป็นสารไวไฟ ส่วนฟอร์มาลีนที่มีเมทานอลผสมอยู่น้อย จะมีจุดวาบไฟสูง ทำให้ถูกจัดเป็นสารกัดกร่อน

องค์กร IARC จัดให้สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 และองค์กรยุโรปจัดให้สารฟอร์มาลีนเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม C3 หมายถึงไม่มีข้อมูลที่ระบุชัดเจนว่าฟอร์มาลีนเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในคน มีรายงานพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์ถูกปล่อยออกจากเฟอร์นิเจอร์มากขึ้น ได้แก่ อุณหภูมิของห้อง ถ้าสูงกว่า 26°C จะทำให้ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์สูงขึ้น และในห้องที่ไม่มีระบบระบายอากาศ ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์จะมีความเข้มข้นสูงเช่นกัน

ถ้าจำเป็นต้องสัมผัสให้ใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ สวมถุงมือ กระบังหน้า ผู้ที่เป็นภูมิแพ้ไม่ควรทำงานกับสารฟอร์มาลดีไฮด์ จัดให้มีระบบระบายอากาศที่เพียงพอในสถานที่ทำงานและระบบดูดอากาศเฉพาะที่ หากสารอื่นที่มีพิษน้อยกว่ามาทดแทน เช่น ใช้สาร glutaraldehyde แทน ฝ้าคลุมสิ่งแวดล้อมเป็นประจำ เพื่อตรวจหาความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ

จากข้อมูลทั้งหมดโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของผู้เกี่ยวข้องมีการกำหนดค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงานไว้ โดยส่วนใหญ่ในแต่ละประเทศ กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.3 ppm และมีการกำหนดค่ามาตรฐานในสิ่งแวดล้อมให้มีระดับความเสี่ยงน้อยที่สุดของฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เกิน 0.003 ppm



References

- Dai, X., Liu, J., Yin, Y., Song, X., & Jia, S. (2018). Modeling and controlling indoor formaldehyde concentrations in apartments: On-site investigation in all climate zones of China. *Building and Environment*, 127(2018), 98-106.
- Department of Industrial Works. (2010). *Manual of formaldehyde*. Retrieved from: <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2015/01/formaldehyde.pdf> (in Thai)
- International Agency for Research on Cancer. (2012). *IARC monographs – 100F*. Retrieved from <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F.pdf>
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. (2010). *Code for indoor environmental pollution control of civil building engineering*. Beijing: China Planning.
- NIOSH Manual of Analytical Methods. (1998). *Formaldehyde*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/2016.pdf>
- Suresh, S., & Bandosz, T. J. (2018). Removal of formaldehyde on carbon -based materials: A review of the recent approaches and findings. *Carbon*, 137(2018), 207-221.



โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมหรือโรคซีวีเอส ปัญหาสุขภาพใกล้ตัวที่ไม่ควรมองข้าม

Computer Vision Syndrome or CVS Health Problems Should Not Be Overlooked

ภัคจิรา ภูสมศรี

Pakjira Pusomsri

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
Faculty of Public Health, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่มีหน้าจอแสดงผล สามารถอำนวยความสะดวก ให้เราอย่างหลากหลาย ทว่าในขณะเดียวกันอุปกรณ์เหล่านั้นยังก่อให้เกิดโทษต่อผู้ใช้งานได้เช่นกัน โดยเฉพาะเป็นสาเหตุหลักของปัญหาทางด้านสายตา และอาการผิดปกติทางตา อันได้แก่ อาการปวดตาเมื่อยล้าบริเวณตา การระคายเคืองตา การมองเห็นภาพมัว และการแพ้แสง โดยกลุ่มอาการผิดปกติทางตาหรือสายตาเหล่านี้ที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เรียกว่า โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมหรือโรคซีวีเอส กล่าวคือ โรคนี้มีสาเหตุหลักมาจากการใช้สายตาจ้องหน้าจอคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เป็นระยะเวลายาวนาน บทความนี้จะนำเสนอลักษณะอาการ สาเหตุของโรค แนวทางการป้องกันและแก้ไขกลุ่มอาการโรคคอมพิวเตอร์ซินโดรม เช่น การปฏิบัติ พฤติกรรมทางด้านสุขภาพ การจัดสิ่งแวดล้อมในการทำงาน จำกัดระยะเวลาการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อดวงตา

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม, ซีวีเอส, ปัญหาสุขภาพทางสายตา

Abstract

Nowadays, computer and screen-based electronic devices undeniably can facilitate us in various ways. In the meantime, however, those devices could be the main reason of ocular symptoms including eyestrain, tired eyes, irritation, blurred vision, and light sensitivity. These eye disorders resulted from using the electronic devices are called Computer Vision Syndrome (CVS). A major reason of the syndrome is staring at the screen of a computer, laptop, tablet, or smartphone for long periods. There are also other factors relevant to the eye disorder. This study revealed symptoms of the syndrome, preventions, and treatments for those suffering Computer Vision Syndrome such as appropriate health behaviors, suitable working environment, computer usage time limit, and food consumption for good eyesight.

Keywords: computer vision syndrome, CVS, eyesight health problems



บทนำ

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้มีส่วนเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน รวมถึงความก้าวหน้าและการขยายตัวทางเศรษฐกิจในประเทศไทยอย่าง โดยมีแนวโน้มของจำนวนสัดส่วนผู้ใช้เพิ่มขึ้น จากการสำรวจ ประชากรส่วนใหญ่ใช้อินเทอร์เน็ตตามสถานที่ต่าง ๆ ผ่านโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์พกพา เช่น โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต ร้อยละ 81.7 ใช้ที่บ้านหรือที่ทำงาน ร้อยละ 67.1 และใช้ในสถานศึกษา ร้อยละ 34.9 กลุ่มผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์มากที่สุดคือ กลุ่มประชากรอายุระหว่าง 11-14 ปีขึ้นไป มีจำนวนถึง ร้อยละ 93.9 ส่วนประชากรกรุงเทพมหานครใช้คอมพิวเตอร์ ร้อยละ 52.3 การใช้อินเทอร์เน็ต ร้อยละ 60.6 และการใช้โทรศัพท์มือถือร้อยละ 90.3 ซึ่งสูงกว่าภาคอื่น ๆ ในขณะที่ความถี่ในการใช้อินเทอร์เน็ตพบว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ต 5-7 วัน ใน 1 สัปดาห์ ร้อยละ 73.1 รองลงมาใช้ 1-4 วัน ใน 1 สัปดาห์ ร้อยละ 25.5 (National Statistical Office, 2015) ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีความสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตของมนุษย์ในทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ทางอินเทอร์เน็ตของนักเรียนนักศึกษา และคนวัยทำงานเป็นเครื่องมือที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทางด้านการเรียนการทำงานการทำธุรกิจ และความสนุกสนานเพลิดเพลิน เพื่อให้มีประสิทธิภาพอำนวยความสะดวกสบายเพิ่มขึ้นในสังคมไทยจึงมีอัตราการใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่น การใช้อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต กระจายไปทุกพื้นที่ในประเทศไทย ทั้งใน ชุมชน หมู่บ้าน โรงเรียน มหาวิทยาลัย และสถานที่ราชการทั้งภาครัฐ และเอกชน รวมไปถึงห้างร้านบริษัท โรงงานต่าง ๆ การพัฒนาด้านเทคโนโลยี จึงเป็นส่วนหนึ่งในการปฏิบัติงานของแต่ละองค์กรคอมพิวเตอร์จึงมีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวันแต่ในอีกด้านหนึ่งคอมพิวเตอร์ก็ส่งผลกระทบต่อต่าง ๆ ทางด้านสุขภาพซึ่งไม่เกิดขึ้นทันทีทันใดแต่จะสะสมรอวันเกิดอาการต่าง ๆ ได้ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานานหลายชั่วโมงต่อวัน ส่งผลต่อการมีปัญหาด้านสายตาและทำให้เกิดความเครียด

บทความนี้จึงได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมในประเด็นที่สำคัญ อันได้แก่ คำจำกัดความ ลักษณะอาการ สาเหตุเพื่อรวบรวมสภาพอาการของโรค และวิธีป้องกันโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม

โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมคืออะไร

โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมเป็นกลุ่มอาการทางสายตา ที่เกิดจากการใช้สายตากับคอมพิวเตอร์ ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ไม่ได้เคลื่อนไหวร่างกาย ทำให้เกิดอาการปวดตา แสบตา ตาแห้ง น้ำตาไหล มองภาพไม่ชัดเจน และมีอาการปวดหัวร่วมด้วย รวดเร็ว ผู้ที่ใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อกันเกิน 2 ชั่วโมง จะมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมได้สูง อาการทางสายตาเหล่านี้เกิดจากการจ้องดูข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ติดต่อกันเวลานานเกินไป การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟนใช้เวลานานจนเกินชั่วโมง ไม่ยอมละสายตา หรือไม่ไปทำกิจกรรมอื่น ๆ ทำให้เกิดปัญหาด้านสายตาเพิ่มมากขึ้น สามารถทำให้เกิดโรคหรืออาการเจ็บป่วยปัญหาที่พบมากที่สุด คือกลุ่มอาการทางสายตาที่เรียกว่าโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม หรือโรคซีวีเอส (Computer Vision Syndrome--CVS) คืออาการใช้สายตาดูจอคอมพิวเตอร์นาน ๆ อาจทำให้เกิดอาการทางสายตา การเมื่อยล้าทางสายตา และการมองเห็นภาพซ้อน เกิดจากกล้ามเนื้อตาที่ควบคุมการรวมกันของภาพที่จุด ๆ ภาพที่เห็นซ้อน ๆ และจะรู้สึกปวดหัวเกิดจากการจ้องมองเขม็ง เป็นเวลานาน ๆ บนจอคอมพิวเตอร์ อาจก่อให้เกิดอาการปวดหัวจากความเครียด และสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อาการเมื่อยเกร็งของกล้ามเนื้อ ตั้งแต่ส่วนไหล่ ลำคอ หลัง ข้อมือ นิ้วมือ ข้อศอก ลำตัว การนั่ง และการจัดลำดับการใช้สัมผัสกับเมาส์ หรือใช้มือสัมผัสกับแป้นพิมพ์ การกดทับของมือ ความเครียดจากการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานหลายชั่วโมง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการนั่งทำงาน เช่น ความสว่างให้มองเห็นชัดเจนไม่สว่างเกินไป หรือมืดจนเกินไป และควรมีอากาศถ่ายเทได้ดีไม่มีอากาศร้อน หรือเย็นเกินไป

ลักษณะอาการของโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม

ลักษณะอาการของโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมที่ปรากฏชัดเจนที่สุดคือ อาการเมื่อยล้าบริเวณตา ซึ่งเป็นกลุ่มอาการทางดวงตาที่เกิดจากการใช้สายตาในการทำงานเป็นระยะเวลานาน เช่น การจ้องเอกสารหรือจอคอมพิวเตอร์ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องโดยไม่หยุดพัก ผู้ที่เจ็บป่วยมักรู้สึก แสบตา เมื่อยตา มองภาพไม่ชัดเจน ซึ่งมักแสดงอาการ ดังนี้

1. อาการปวดตา (eye strain) คือ การหดเกร็งของกล้ามเนื้อในลูกตาจากการเพ่งมาก ๆ และค่าสายตาผิดปกติที่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม เช่น แสงสว่างมากหรือน้อยเกินไป หรือแสงจ้าสะท้อนมาจากที่อื่นเข้าสู่ดวงตา (Ravin, 2015)

2. อาการตาแห้ง หรือเคืองตา (dry and irritated eyes) สาเหตุมาจากการทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ทำงานจะกระพริบตาน้อยลง เพราะมีสมาธิกับการทำงานมาก การกระพริบตาน้อยลงจึงทำให้การกระพริบตาน้อยลง ทำให้ผู้เจ็บป่วยรู้สึกคันตา แสบตา ระคายเคืองตา และตามัวในบางขณะ (Kajittanon, 2018)

3. อาการตามัว (blurred vision) คืออาการที่ดวงตาไม่สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ชัดเจน และอาจเกิดขึ้นพร้อมกันทั้งสองข้าง อาจเกิดจากตำแหน่งคอมพิวเตอร์ที่ไม่เหมาะสม หน้าจอคอมพิวเตอร์สกรกหรือชำรุด แสงสะท้อน และสภาพแวดล้อมเข้าสู่ตาอย่างไม่เหมาะสม (Kajittanon, 2018)

4. อาการเห็นภาพซ้อน (diplopia) คืออาการที่กล้ามเนื้อตาที่ควบคุมการกระพริบตาเมื่อยล้ามาก เมื่อทำงานหน้าคอมพิวเตอร์นาน ๆ ทำให้กล้ามเนื้อหด และคลายไม่สัมพันธ์กันระหว่างตาทั้งสองข้าง จึงทำให้เกิดภาพซ้อนได้ (Kajittanon, 2018)

5. อาการแพ้แสง (light sensitivity) คืออาการที่แสงแดดกระจาย และสะท้อนมาจากที่อื่นเข้าสู่ตาเรา อย่างไม่เหมาะสม ซึ่งแหล่งของแสงดังกล่าวอาจมาจาก หน้าจอคอมพิวเตอร์ที่สว่างหรือมืดเกินไป แสงคอมไฟ แสงจากดวงไฟ หรือไฟเพดานส่องเข้าตา (Kajittanon, 2018)

อาการปวดหัว (headaches) สาเหตุทางตามักปวดหัวส่วนหน้า หรือส่วนบริเวณหัวข้างใดข้างหนึ่งร่วมกับการปวดระหว่างคิ้ว (Kajittanon, 2018)

อาการปวดคอหรือปวดหลัง (neck or backaches) ซึ่งเกิดจากการนั่งทึศทาง และระยะห่างระหว่างคอมพิวเตอร์ที่ไม่เหมาะสม (Kajittanon, 2018)

สาเหตุของโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม

เนื่องจากการใช้สายตาจ้องมองคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลายาวนาน และไม่คอยกระพริบตา ประกอบกับแสงจ้าและแสงสะท้อนจากคอมพิวเตอร์ ทำให้ดวงตาเกิดอาการแสบตา ตาแห้ง เมื่อยล้า และมีโรคตาาร่วมด้วย เช่น ต้อหินเรื้อรัง ม่านตาอักเสบ เยื่อบุตาอักเสบเรื้อรัง ตลอดจนโรคทางด้านกายภาพ เช่น ไชนัสอักเสบ โรคหวัด โรคภูมิแพ้เรื้อรัง หรือร่างกายอ่อนเพลีย โดยสาเหตุหลักการเกิดโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม มีดังนี้ (Lertwisuttipai boon, 2012)

1. ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ไม่คอยกระพริบตา ซึ่งปกติแล้วคนเราทุกคนต้องกระพริบตาอยู่เสมอในอัตรา 20 ครั้งต่อนาที เมื่อจ้องคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ๆ อัตราการกระพริบตาจะลดลง ทำให้ผิวตาแห้ง แสบตา ตาแห้ง รู้สึกคันตา ในตา

2. แสงจ้าและแสงสะท้อนจากการจ้องคอมพิวเตอร์ ทำให้ตาเมื่อยล้าเกิดจากแสงสว่างไม่เหมาะสม มีไฟส่องเข้าหน้าหรือหลังจอภาพโดยตรง หรือแสงสว่างจากหน้าต่างปะทะหน้าจอโดยตรง ก่อให้เกิดแสงจ้า และแสงสะท้อนเข้าตาผู้ใช้เมื่อยตาได้ง่าย

3. ระยะของตาที่ห่างจากจอภาพไม่เหมาะสม ควรจัดจอภาพให้อยู่ในระยะที่พอเหมาะที่ตามองสบาย ไม่ต้องเพ่ง โดยเฉพาะระยะจากตาถึงจอภาพควรเป็น 0.40-0.50 เมตร ตาอยู่สูงกว่าจอภาพ โดยเฉพาะที่มองระยะใกล้และไกลจะต้องตั้งจอภาพให้ต่ำกว่าระดับสายตา เพื่อจะได้มองตรงกับเลนส์แว่นตาที่ใช้มองใกล้

วิธีการป้องกันโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม

โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมมีสาเหตุหลายปัจจัย ได้แก่ คอมพิวเตอร์ สิ่งแวดล้อมจากการทำงาน พฤติกรรมการทำงาน ความผิดปกติทางสายตาและปัญหาสุขภาพของแต่ละคน การป้องกันโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรมจะป้องกันปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่ได้ แต่ต้องควบคุมปัจจัยทั้งหมดนี้เข้าด้วยกัน ซึ่งมีแนวทางดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม ดังนั้นการจัดวางหรือการปรับหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสม สามารถช่วยลดปัญหาการเกิดโรคนี้ได้ โดยมีวิธีการดังนี้

1.1 การจัดวางตำแหน่งพื้นที่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ ควรจัดให้มีระยะห่างจากจอภาพประมาณ 40-70 เซนติเมตร และควรให้จุดกึ่งกลางของหน้าจออยู่ต่ำกว่าระดับสายตาในแนวราบประมาณ 4-5 นิ้ว รวมถึงควรมีการวางจอภาพ คีย์บอร์ด และเมาส์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (Lertwisuttipai boon, 2012)

1.2 การปรับระดับตัวอักษรให้ใหญ่ขึ้น การพิมพ์งานที่มีตัวอักษรเต็มหน้ากระดาษนั้นส่งผลให้กล้ามเนื้อลูกตาทำงานหนัก เพราะสายตาใช้กำลังในการโฟกัสมากกว่าปกติ ดังนั้นจึงควรปรับขนาดตัวอักษรให้ใหญ่ขึ้น เพื่อทำให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยลดการเมื่อยล้าสายตาได้ (Lertwisuttipai boon, 2012)

1.3 การปรับแสงหน้าจอให้พอดี แสงจ้าจากคอมพิวเตอร์จะทำให้สายตาพร่ามัว ทำให้ประสิทธิภาพการมองเห็นลดลง จึงควรปรับความสว่างของจอให้ใกล้เคียงกับความสว่างบริเวณที่ทำงาน เพื่อให้ชัดเจนและสบายตาที่สุด (Thongmeekhaun, 2017)

2. สิ่งแวดล้อมในการทำงาน

2.1 แสงสว่าง ความสว่างในห้องทำงานควรให้ความสว่างประมาณ 300-700 ลักซ์ เพื่อการมองเห็นที่ชัดเจนในการทำงานการจัดแสงสว่างที่ถูกต้องจะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และสะดวกสบาย การจัดแสงสว่างจากจอคอมพิวเตอร์ ให้มีแสงสะท้อนน้อยที่สุด (Thongmeekhaun, 2017) และสามารถจัดโคโมไฟให้แสงสว่างให้มีความสม่ำเสมอและเพียงพอที่แสงส่องกระจาย

ลงบนโต๊ะคอมพิวเตอร์อย่างทั่วถึง รวมไปถึงหลอดไฟฟ้าต้องสะอาดไม่ขุ่นมัวมีการเช็ดทำความสะอาดและถ้าเป็นทำงานในบริษัทห้างร้าน โรงงาน ควรตรวจวัดแสงสว่างจากที่ทำงานอย่างน้อยปีละครั้ง (Phonharm, 2014)

2.2 ความร้อนและการถ่ายเทอากาศ ภายในที่ทำงานที่มีอากาศร้อนหรือเย็นเกินไปมีผลต่อความรู้สึกเหนื่อยล้า และความตื่นตัว ดังนั้นการทำงานที่จะมีประสิทธิภาพนั้นบริเวณที่ทำงานจะต้องอากาศถ่ายเทได้ดี ไม่มีฝุ่นละออง และมีการบำรุงเครื่องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม (Preechom, 2013)

2.3 การสร้างบรรยากาศในที่ทำงาน การตกแต่งด้วยไม้ประดับเล็ก ๆ สีเขียวบริเวณที่ทำงานจะช่วยให้สดชื่นและช่วยพักสายตาจากการทำงานอยู่หน้าคอมพิวเตอร์ได้

3. ผู้ใช้คอมพิวเตอร์

3.1 การใช้แผ่นกรองแสงวางหน้าจอ หรือการใส่แว่นตาที่เหมาะสม เพื่อกรองแสงจากจอคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเลนส์แว่นเคลือบด้วยวัสดุที่สามารถป้องกันรังสีจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถนำมาตัดแว่นสายตาสำหรับคนที่มียาตาสั้นและสายตายาวได้ หากต้องใช้เวลารู้อยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ๆ ควรเลือกใช้เลนส์ประเภทนี้การใช้เลนส์สีเขียวอ่อนจะช่วยให้รู้สึกสบายตาภายใต้แสงจากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์เพื่อลดแสงสะท้อนจากจอภาพ หากมีสายตาผิดปกติหรือโรคบางอย่างอยู่ควรแก้ไข และรักษาโรคตาควบคู่ไปด้วย (Karachot, 2016)

3.2 ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์นานหลายชั่วโมง ควรพักสายตาเป็นระยะ ๆ โดยใช้สูตรการพัก สายตา 20-20-20 คือการละสายตาจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุก 20 นาที แล้วให้มองไปที่วัตถุที่อยู่ไกลอย่างน้อย 20 ฟุต นานประมาณ 20 วินาที โดยกระพริบตาบ่อย ๆ ช่วยให้น้ำมาหล่อเลี้ยงในตามากขึ้น หลับตาสักพัก นั่งทำสมาธิหรือมองไปด้านนอกที่มีต้นไม้สีเขียวใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที หลังจากนั้นกลับมาทำงานใหม่ โดยฝึกให้เป็นนิสัย เพื่อถนอมดวงตาจากการเมื่อยล้าได้สำหรับผู้ที่มีตาแห้งมาก แสบตา และปวดตาอาจใช้น้ำตาเทียม ช่วยบรรเทาอาการตาแห้งร่วมด้วยจะทำให้รู้สึกสบายตาขึ้น หรือปรึกษาจักษุแพทย์ (Karachot, 2016)

3.3 การนำหลักการการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยป้องกัน และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรค โดยการนำอุปกรณ์ด้านการยศาสตร์เข้ามาใช้ให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งาน เช่น แก้วที่สามารถปรับระดับได้ทั้ง ความสูง ความลึก ที่พักขาได้โต๊ะปรับระดับได้ และสามารถ ยื่นเพื่อเปลี่ยนอิริยาบถช่วยลดอาการเกิดสภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท ซึ่งผู้ใช้คอมพิวเตอร์นำไปปรับใช้ในการทำงานได้ทุกที่ทุกองค์กร (Sethpitak, 2015)

4. การรับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ และ ดื่มน้ำให้เพียงพอต่อวัน สารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสายตา ได้แก่

4.1 วิตามินเอ พบมากในตับ ไข่แดง นม น้ำมัน ตับปลา และพบมากในผักและผลไม้ต่าง ๆ เช่น แครอท ผักโขม ผักบุ้ง ใบตำลึง ผักคะน้า ฟักทอง และมะละกอ

4.2 วิตามินบี พบมากในข้าวซ้อมมือ นม ตับ ไข่ ถั่ว และผักใบเขียว

4.3 สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่ง จะช่วยป้องกันโรคศูนย์จอประสาทตาเสื่อมได้ อาหารที่มี สารนี้ในปริมาณสูง เช่น ผัก ผลไม้ ข้าว และถั่วต่าง ๆ บร็อกโคลี่ แครอท ฟักทอง เป็นต้น (Lertwisuttipaiboon, 2012)

โรคจากการใช้คอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจ

1. อาการบาดเจ็บตึงเครียดจากการทำงานซ้ำ ๆ หรือโรคอาร์เอสไอ (Repetitive Strain Injury-RSI) ร่างกายของมนุษย์จะมีความยืดหยุ่นอ่อนตัว และการเคลื่อนไหวไปมาอยู่ตลอดเวลา แต่เมื่อทำงานอยู่หน้าจอ คอมพิวเตอร์เป็นเวลานานจนแทบจะไม่มีเคลื่อนไหว หรือเปลี่ยนอิริยาบถทำให้เกิดความเครียดของเนื้อเยื่ออ่อน ในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อประสาทอักเสบ เอ็น และข้อต่อ ร่วมถึงเกิดจากการนั่งทำงานผิดท่าเป็นเวลานาน ๆ หรือ การเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น แขน ข้อมืออย่างไม่ถูกต้อง ซ้ำ ๆ จนส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของเส้นเอ็น และกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งบริเวณแขนข้อมือข้อนิ้วหลังต้นคอ และหัวไหล่ นอกจากนี้ อาจทำให้เกิดความเมื่อยล้าและ

รู้สึกอ่อนเพลียได้ การหลีกเลี่ยงอาการ โรคอาร์เอสไอ จากการทำงานมีดังนี้ (Sethpitak, 2015)

1.1 นั่งในท่าที่ถูกต้อคือนั่งหลังตรงขาห้อย ลงตั้งฉากกับพื้นห้องซึ่งการนั่งที่ถูกต้อ จะช่วยไม่ให้ปวดหลังและเอวได้

1.2 วางหน้าจอให้อยู่กึ่งกลางของหน้าจอ คอมพิวเตอร์อยู่ต่ำกว่าระดับสายตาเล็กน้อย การเงยหน้า มองจอคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้กระดูก ต้นคอเสียรูปได้

1.3 ควรวางเมาส์และคีย์บอร์ดไว้ในระดับ เดียวกันแป้นพิมพ์ตัวอักษรควรอยู่กึ่งกลางหน้า จอพอดี เพื่อที่จะได้ไม่ต้องเอียงและบิดข้อมือมาก ทำให้เสี่ยงต่อ การปวดและบาดเจ็บบริเวณ ข้อนิ้ว ข้อมือ ข้อศอก และ ไหล่ จนการนำไปสู่ของเส้นเอ็น

1.4 การวางมือบนคีย์บอร์ดที่ถูกต้อคือแขน ขนานไปกับพื้นนิ้ววางตัวอยู่ในระนาบเดียว กับแขน จนเป็นเส้นตรงจากข้อศอกไปถึงปลายนิ้ว

2. อาการทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ หรือ โรคซีทีเอส (Carpal Tunnel Syndrome--CTS) เป็น อาการโรคที่พบบ่อยในคนวัยทำงาน ซึ่งใช้มือทำงาน หนักมาก ๆ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ การขับรถนาน ๆ รวมไปถึงการใช้โทรศัพท์มือถือ เนื่องจากข้อมือมีเส้น เอ็นยึดข้อกระดูกและกล้ามเนื้อรวมทั้งเส้นประสาทที่อยู่ ระหว่างท่อนแขนจากข้อศอกไปยังข้อมือได้รับแรงกดซ้ำ ๆ อาจทำให้เกิดอาการเสียวและชาไปทั้งมือได้ การป้องกัน โรคซีทีเอส มีดังนี้ (Sit, 2012)

2.1 การหลีกเลี่ยงการยกของหนักด้วยมือซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานาน ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยเฉพาะ การออกกำลังกายบริเวณข้อมือ รวมทั้งปรับเปลี่ยน อุปกรณ์ออฟฟิศให้ถูกต้อเหมาะสม หากจำเป็นต้อง ใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ควรหาแผ่นรองข้อมือ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บกระดูกข้อ

2.2 พักมือเป็นระยะโดยยืดดัด และหมุนมือกับ ข้อมือโดยเฉพาะหากต้องการทำงานกับ เครื่องจักร หรือ เครื่องยนต์ที่สั่นและต้องใช้แรงมาก

2.3 รักษาความอ่อนของมือเพื่อลดอาการปวดและตึง เช่น สวมถุงมือหากทำงานในสภาพอากาศที่หนาวเย็น

บทสรุป

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ได้เข้ามามีบทบาทในประเทศไทยสูงขึ้น และพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากสังคมเมืองเข้าสู่สังคมชนบท และได้รับความนิยมในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น นักเรียน นักศึกษา และคนวัยทำงาน ทั้งในองค์กรรัฐและเอกชน ซึ่งส่วนใหญ่จ้องแต่จอคอมพิวเตอร์ และเล่นคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายและผลเสียต่อสุขภาพได้ เช่น อาการปวดหัว ปวดหลัง ปวดไหล่ ปวดคอ เจ็บแขน นิ้วล็อก รวมทั้งอาการผิดปกติทางสายตา ซึ่งจะเรียกว่า โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม หรือ โรคซีวีเอส (Computer Vision Syndrome--CVS) โรคนี้จะมีอาการเมื่อล้าบริเวณตา ปวดตา ตาแห้ง ภาพมัว เกิดภาพซ้อน แพ้แสง ปวดคอ และปวดหลัง โดยอาการจะรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลาการใช้สายตาอยู่หน้าจอ โรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม มีสาเหตุมาจากหลายด้าน ดังนี้ โดยปกติคนเราทุกคนต้องกระพริบตา อยู่ตลอดเวลาเพื่อเกลี่ยน้ำตาให้คลุมผิวตาให้ทั่ว แต่หากตาต้องจ้องหน้าจอคอมพิวเตอร์ อัตราการกระพริบตาจึงลดลง ทำให้แสงตาแห้ง การมองแสงจ้า และแสงสว่างจากจอคอมพิวเตอร์ ทำให้ตาเมื่อยล้า เกิดจากแสงสว่างที่ไม่เหมาะสม รวมถึงระยะของสายตาท่างจากจอคอมพิวเตอร์ ควรให้ตามอง

สบายไม่ใกล้หรือไกลเกินไป สำหรับวิธีการป้องกันโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม ได้แก่ หมั่นกระพริบตาให้บ่อยขึ้น ขณะทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นให้ผิวดวงตา และหากแสบตามาก อาจใช้น้ำตาเทียมช่วย โดยปรึกษาแพทย์ หรือเภสัชกรก่อนใช้ยาเสมอ รวมทั้งควรปรับสภาพห้อง และที่ทำงานงาน ให้อากาศถ่ายเท และระวังให้แสงสะท้อนจากหน้าต่าง จากหลอดไฟบริเวณเพดานห้อง อย่าให้สะท้อนแสงเข้าตา การใช้แผ่นกรองแสงหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือแว่นตาป้องกันการสะท้อนแสงเข้าตาได้ การจัดวางคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสม ในระยะที่พอเหมาะให้ตามองได้สบาย ส่วนผู้ที่มีอาการทางสายตาผิดปกติ หรือโรคบางอย่างอยู่ควรแก้ไข และรักษาโรคตาควบคู่กันไปด้วย หากต้องทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ๆ ควรมีการพักสายตาโดยใช้สูตร การพักสายตา 20-20-20 คือการละสายตาจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุก 20 นาที แล้วให้มองไปที่วัตถุที่อยู่ไกล อย่างน้อย 20 ฟุต นานประมาณ 20 วินาที และควรรับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ ซึ่งมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสายตา เช่น วิตามินเอ วิตามินบี สารต้านอนุมูลอิสระ และดื่มน้ำให้เพียงพอต่อวัน จากที่กล่าวมาโรคคอมพิวเตอร์วิชันซินโดรม สามารถป้องกัน และบรรเทาได้ด้วยตนเอง เพราะสาเหตุหลักของโรคนี้เกิดจากพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะพฤติกรรมการใช้สายตา ดังนั้นการหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่ดีและ การถนอมสายตาในขณะที่ทำงาน จะช่วยให้เราใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีความสุข และรักษาดวงตาให้อยู่กับเราได้ยาวนานต่อไป



References

- Kajittanon, J. (2018). *Eyes symptoms from using a computer*. Retrieved from <http://www.somdej.or.th/index.php/2016-11-03-08-58-48> (in Thai)
- Karachot, B. (2016). *Computer vision syndrome*. Retrieved from <https://www.gpo.or.th/Portals/6/Newsletter/RDINewsYr23No1-6.pdf> (in Thai)
- Lertwisuttipaiboon, S. (2012). Computer vision syndrome health problems in the IT era. *Journal of Safety and Health*, 17(2015), 88-94. (in Thai)
- National Statistical Office. (2015). *Explore the use of information technology and household communication*. Retrieved from <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/icthh58.pdf> (in Thai)
- Phonharm, N. (2014). The physical symptoms that occur from using computer of supporting staffs of Nakhon Phanom university. *Nakhon Phanom University Journal*, 14(2014), 26-38. (in Thai)
- Preechom, S. (2013) *The relationship between outdoor spaces of the office building and the office syndrome*. Master of Landscape Architecture (Landscape Architecture) Thesis, Silpakorn University. (in Thai)
- Ravin, W. (2015). Computer vision syndrome: A case study in 1 childhood. *Thammasat Medical Journal*, 1(2015) 136-141. (in Thai)
- Sethpitak, T. (2015). *The study of work conditions that contribute to the severity of computer Syndrome*. Master of Business Administration Thesis, Thammasat University. (in Thai)
- Sit. T. (2012). *Carpal tunnel syndrome*. Retrieved from <http://www.pt.mahidol.ac.th/knowledge/?p=196> (in Thai)
- Thongmeekhaun, T. (2017). Computer syndrome: Imminent hazard that can be perceived and preventable. *Nursing Journal of the Ministry of Public Health*, 27(special), 19-31. (in Thai)



อุบัติการณ์และความชุกของการใช้ยาและสารเสพติดในการประกอบอาชญากรรม:

กรณีศึกษาโรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร

Incidence and Prevalence of Drugs and Narcotics Use in Crimes:

A Case Study of Police General Hospital, Bangkok

ภัทรมณ ยงพานิช และธนศักดิ์ เทียกทอง

Patramon Yongpanich and Thanasak Teaktong

หลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเภสัชกรรมชุมชน มหาวิทยาลัยนเรศวร

Master of Pharmacy Program in Community Pharmacy, Naresuan University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอุบัติการณ์และความชุกของยาและสารเสพติดแต่ละชนิดที่ใช้ในการประกอบอาชญากรรม โดยทำการเก็บข้อมูลจากผลตรวจทางพิษวิทยาของผู้เสียหายที่สงสัยว่าถูกมอมยาประกอบอาชญากรรมทุกรายที่เข้ารับการตรวจ ณ ห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจในระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงธันวาคม 2558 รวมระยะเวลา 6 ปี ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง 875 ราย โดยรวมมีผลการตรวจพบยาหรือสารเสพติดอย่างน้อยหนึ่งชนิด จำนวน 427 ราย (ร้อยละ 48.8) จากจำนวนยาและสารเสพติดที่ตรวจพบกว่า 30 ชนิด พบยาในกลุ่ม Benzodiazepines มากที่สุดรวม 328 ราย (ร้อยละ 37.5) ยาที่มีความชุกสูงสุด คือ Alprazolam จำนวน 214 ราย คิดเป็นร้อยละ 24.5 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาคือ Diazepam จำนวน 26 ราย (ร้อยละ 3.0) และ Midazolam จำนวน 24 ราย (ร้อยละ 2.7) ทั้งนี้ผู้เสียหายจำนวน 39 รายที่ผลการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาพบ Temazepam และ Oxazepam ซึ่งไม่สามารถระบุชนิดของตัวยาเดิมที่แท้จริงได้และสารเสพติดที่มีความชุกสูงสุด คือ Methamphetamine จำนวน 43 ราย (ร้อยละ 4.9) นอกจากนี้ยังตรวจพบยาและสารเสพติดร่วมกันมากกว่าหนึ่งชนิดในผู้เสียหาย 57 ราย (ร้อยละ 6.5)

คำสำคัญ: การมอมยาประกอบอาชญากรรม, การมอมยาล่วงละเมิดทางเพศ, ยาเสพติด, พิษวิทยา

Abstract

This cross-sectional descriptive study was aim to estimate the incidence and prevalence of drugs and narcotics found in cases of alleged drug-facilitated crimes. Data were collected from toxicological findings of patients presenting to Police General Hospital ED with suspected surreptitious drug administration between January 2010 and December 2015. Data were collected from 875 patients in 6-year period. Overall, 427 cases were positive for one or more substances. The most common drug found was benzodiazepines with 328 cases (37.5%). Alprazolam had the highest prevalence of 214 cases, representing 24.5%, followed by diazepam (3.0%) and midazolam (2.7%). However, 39 cases were positive for temazepam and oxazepam which are also active metabolites of other

benzodiazepines, therefore the parent drug was unlikely to be identify. The most prevalent narcotics found was Methamphetamine in 43 cases (4.9%) In addition, there were 56 cases (6.4%) positive for more than one drug. .

Keywords: drug-facilitated crime, drug-facilitated sexual assault, date rape drugs, toxicology



บทนำ

การมอมยาประกอบอาชญากรรม หมายถึง การกระทำผิดทางอาญาในคดีความผิดทางเพศ ความผิดฐานลักทรัพย์ หรือความผิดฐานทำร้ายร่างกาย ขณะที่ผู้ถูกระทำมีสถานะการรับรู้ผิดแปลกไป การตัดสินใจด้วยลงกว่าปกติ หรือครองสติไม่ได้ เนื่องจากได้รับสารที่มีฤทธิ์ต่อจิตประสาท (Djezzar, Richard & Deveaux, 2014) โดยแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ แบบวางแผนล่วงหน้า (proactive crime) ที่ผู้ก่อเหตุทำนายหรือสารเสพติดให้เหยื่อและแบบฉวยโอกาส (opportunistic crime) ซึ่งเหยื่อเป็นฝ่ายใช้ยาหรือสารเสพติดนั้นด้วยตนเอง หรือใช้ร่วมกันกับผู้ก่อเหตุอย่างยินยอมพร้อมใจแม้ว่าสำนักงานตำรวจแห่งชาติจะมีการรวบรวมสถิติคดีอาญาที่ได้รับแจ้งแยกตามฐานความผิดในแต่ละปี แต่ยังไม่เคยมีการแยกประเภทคดีที่เกี่ยวข้องกับการมอมยา โดยเฉพาะคดีความผิดเกี่ยวกับเพศมีการสำรวจพบว่า ผู้เสียหายที่ถูกล่วงละเมิดทางเพศกว่าร้อยละ 80 จะไม่แจ้งความ โดยเฉพาะกรณีทั้งหมดสติหรือสูญเสียความทรงจำขณะเกิดเหตุเนื่องจากถูกมอมยาสาเหตุหลักคือ สับสนหรือจำรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้ถึงร้อยละ 87 (Richer et al., 2015) และหากผู้เสียหายถูกระทำโดยคนรู้จัก จะมีแนวโน้มไม่แจ้งความสูงกว่าถูกระทำโดยคนแปลกหน้า (Jones et al., 2004)

คุณสมบัติของสารที่เอื้อต่อการใช้ประกอบอาชญากรรม คือ ไม่มีกลิ่นไม่มีรส ละลายได้ดีในเครื่องดื่มทั้งมีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ ออกฤทธิ์รวดเร็ว ใช้ขนาดต่ำ มีค่าครึ่งชีวิตสั้น ออกฤทธิ์กดประสาทส่วนกลางและทำให้เกิดการสูญเสียความทรงจำ อาจเป็นสารเสพติดหรือยารักษาโรคที่มีฤทธิ์ดังกล่าว เช่น ยานอนหลับกลุ่ม Benzodiazepines หรือใช้ยาหลายชนิดร่วมกัน (Djezzar,

Richard & Deveaux, 2014) สำนักงานป้องกันยาเสพติดและปราบปรามอาชญากรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Office on Drugs and Crime--UNODC) รายงานว่ามียาและสารเสพติดกว่า 50 ชนิดที่ใช้มอมยาประกอบอาชญากรรมและมีสารชนิดใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องจึงควรตระหนักถึงความหลากหลายของสารที่อาจใช้ก่อคดี และพัฒนาวิธีการตรวจให้ครอบคลุมสารทุกชนิดที่เป็นไปได้ หากทำการตรวจวิเคราะห์ที่เฉพาะเจาะจงกับสารกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง อาจทำให้ตรวจไม่พบสารที่แท้จริง ก่อให้เกิดผลเสียต่อรูปคดี (United Nations Office on Drugs and Crime, 2011) จากรายงานการวิจัยต่างประเทศ พบว่ามียาและสารเสพติดหลายชนิดที่นำมาใช้ประกอบอาชญากรรม โดยสารที่ตรวจพบมากในแต่ละพื้นที่แต่ละช่วงเวลานั้นแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับข้อบังคับทางกฎหมายทำให้ความสามารถในการเข้าถึงยาและสารเสพติดแต่ละชนิดได้ต่างกันซึ่งงานวิจัยที่พบจนถึงปัจจุบันนั้นล้วนทำการศึกษาในทวีปอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลีย ยังไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องในแถบเอเชีย (Anderson, Flynn & Pilgrim, 2017)

เนื่องด้วยผู้วิจัยเป็นเภสัชกรประจำห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ยาและสารเสพติดจากชีววัตถุ ได้แก่ เลือดและปัสสาวะของผู้เสียหายซึ่งสงสัยว่าถูกมอมยาซึ่งมีมากกว่า 100 รายในแต่ละปีและจากประสบการณ์การทำงานพบว่าตรวจพบยานอนหลับกลุ่ม Benzodiazepines เป็นหลักแต่ที่ผ่านมายังไม่มีการรวบรวมสถิติผลการตรวจวิเคราะห์โดยละเอียด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจรวบรวมสถิติว่ามีการใช้ยาและสารเสพติดประกอบอาชญากรรมต่อผู้เสียหายที่ถูกนำส่งห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจระหว่าง พ.ศ.2553-2558 มากน้อย

เพียงใด เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่เหมาะสมและทันต่อสถานการณ์ พร้อมทั้งเป็นแนวทางเสนอแนะสำหรับการวางแผนการควบคุมการเข้าถึงยาและวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทให้รัดกุมยิ่งขึ้นต่อไป

คำถามการวิจัย

อุบัติการณ์และความชุกของยาและสารเสพติดแต่ละชนิดที่นำมาใช้ประกอบอาชญากรรมในผู้เสียหายที่เข้ารับการตรวจรักษาที่ห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจ ระหว่างปี พ.ศ.2553-2558 เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาหาอุบัติการณ์และความชุกของยาและสารเสพติดแต่ละชนิดที่นำมาใช้ประกอบอาชญากรรมในผู้เสียหายที่เข้ารับการตรวจรักษาที่ห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจ ระหว่างปี พ.ศ.2553-2558

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการมอมยาประกอบอาชญากรรมสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 3 ทาง คือ จากเวชระเบียนสำนวนคดี และผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการนิติพิษวิทยา (Hagemann et al., 2013) ปัจจุบันยังไม่พบว่ามีการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมอมยาประกอบอาชญากรรมในประเทศไทย แต่มีรายงานถึงกรณีศึกษาในต่างประเทศมากกว่า 20 ปี โดยเฉพาะประเทศฝรั่งเศสที่มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง (Pépin, 2014) ผลการสำรวจทั่วประเทศระหว่าง พ.ศ.2546-2554 พบว่าในระยะเวลา 9 ปี ที่ทำการศึกษานั้นการมอมยาประกอบอาชญากรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี อาจสัมพันธ์กับการตื่นตัวของประชาชนจากการนำเสนอผ่านสื่อ (Djezzar et al., 2009) โดยผู้เสียหายส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 62 อายุเฉลี่ย 30 ปี และกว่าครึ่งเป็นคดีล่องละเมิดทางเพศ มีการตรวจพบ Benzodiazepines และ Z-drugs ร้อยละ 63 โดยสารที่ตรวจพบมากที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ Clonazepam ร้อยละ 26 Zolpidem ร้อยละ 16 และ Bromazepam ร้อยละ 15

ElSohly and Salamone (1999) ทำการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1999 รวบรวมผลการตรวจตัวอย่างปัสสาวะของผู้เสียหายที่ถูกล่องละเมิดทางเพศจำนวน 1179 ราย จาก 49 รัฐทั่วประเทศ รวมทั้งเกาะเปอร์โตริโกและเขตปกครองพิเศษโคลัมเบีย ร้อยละ 96 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดถูกเก็บภายใน 72 ชั่วโมง หลังเกิดเหตุ และร้อยละ 65 เก็บภายใน 24 ชั่วโมง ผลการตรวจพบว่าตัวอย่าง 460 ราย หรือร้อยละ 39 ตรวจพบยาหรือสารเสพติดอย่างน้อยหนึ่งชนิด โดยตรวจพบกัญชามากที่สุด 218 ราย คิดเป็นร้อยละ 18 และยากลุ่ม Benzodiazepines 97 ราย ร้อยละ 8 โดย 72 ราย ตรวจพบเป็น Diazepam และ metabolites ผลการตรวจของตัวอย่างที่ส่งมาจากแต่ละรัฐมีอุบัติการณ์ของสารแต่ละกลุ่มแตกต่างกันในรอบ 26 เดือนที่ทำการศึกษา รัฐ California มีจำนวนตัวอย่างส่งตรวจมากที่สุดคือ 183 ราย และอุบัติการณ์ของกลุ่ม Amphetamines สูงที่สุดคือ ร้อยละ 12.5 ผลการศึกษานี้ทำให้ทราบว่ามีสารหลากหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการมอมยาเพื่อล่องละเมิดทางเพศ ต่อมาในปี ค.ศ.2001 ได้รวมผลการศึกษานี้กับงานวิจัยของ Hindmarch and Brinkmann (1999) และเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพิ่ม รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 3300 ราย พบว่ามีจำนวน 1131 ราย ที่ตรวจพบยาหรือสารเสพติดอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม ในฐานข้อมูลใหม่นี้จะรายงานผลเป็นกลุ่มของสารไม่ได้ระบุชนิด โดยสารกลุ่มที่มีอุบัติการณ์สูงสุดยังคงเป็นกลุ่มกัญชา 613 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 และยากลุ่ม Benzodiazepines 313 รายคิดเป็นร้อยละ 9.5 ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่ายากที่จะใช้สารกลุ่มกัญชาโดยไม่ให้เหยื่อรู้ตัวได้ เพราะต้องเสพเข้าร่างกายโดยสูบรวมกับ บุหรี่หรือใช้อุปกรณ์เสพเท่านั้น หากรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกัญชา ต้องใช้ขนาดสูงมากจึงจะมีฤทธิ์ทำให้มึนงงและไม่ได้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด เป็นข้อจำกัดและผลการวิเคราะห์รูปแบบของการใช้สารตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปร่วมกันไม่พบรูปแบบตายตัว

การศึกษาในประเทศอังกฤษระหว่าง พ.ศ.2543-2545 เป็นระยะเวลา 3 ปี จำนวน 1014 ราย พบว่ากว่าหนึ่งในสามของตัวอย่างชีววัตถุทั้งหมดตรวจพบสารเสพติด โดยตรวจพบกัญชามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 26

ตามด้วยโคเคนร้อยละ 11 ส่วนยาในกลุ่ม Benzodiazepines นั้นตรวจพบร้อยละ 9 (Scott-Ham & Burton, 2005)

ในประเทศออสเตรเลีย สถาบันนิติเวชศาสตร์ วิกตอเรียน (Victorian Institute of Forensic Medicine–VIFM) ได้รวบรวมข้อมูลจนถึงเมษายน พ.ศ.2546 เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าร้อยละ 62 ระบุความสัมพันธ์กับผู้ถูกกล่าวหาว่า “เพิ่งรู้จักกัน” (Hurley, Parker & Wells, 2006)

การศึกษาผลการตรวจทางพิษวิทยาในชีวิัตถุของผู้เสียชีวิตล่งละเมิดทางเพศที่ถูกนำส่งโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศนอร์เวย์ระหว่าง พ.ศ.2546-2553 จำนวน 264 รายพบว่าตรวจพบเอทานอลร้อยละ 59 ตรวจพบยาในกลุ่ม Benzodiazepines ร้อยละ 12 โดยตรวจพบในรูป Oxazepam มากที่สุด (Hagemann et al., 2013) สารชนิดอื่นที่มีการตรวจพบได้แก่ สารกระตุ้นกลุ่ม Amphetamines ร้อยละ 5.7 กัญชาร้อยละ 5.4 และอนุพันธ์ฝิ่น ได้แก่ Codeine, Methadone, Morphine และ Oxycodone ร้อยละ 3.6 ส่วนยาที่มีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง ได้แก่ ยาด้านการซึมเศร้า, ยาด้านโรคจิต, Antihistamines คณะผู้ทำการวิจัยไม่รายงานผลเนื่องจากเป็นยาที่ใช้ในการรักษาและมีความเกี่ยวข้องกับคดีต่ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการใช้ยาและสารเสพติดประกอบอาชญากรรมครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบตัดขวาง (cross-sectional descriptivestudy) โดยใช้แบบบันทึกข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลจากผลการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาของผู้เสียชีวิตที่ได้รับการรักษาที่ห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจ ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2558 รวมระยะเวลา 6 ปี โดยเมื่อผู้เสียชีวิตล่งละเมิดทางเพศทำร้ายร่างกาย หรือชิงทรัพย์ ถูกนำตัวส่งห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจ แพทย์จะทำการซักประวัติ ตรวจร่างกายของผู้เสียหาย เจาะเลือดและเก็บปัสสาวะ จากนั้นส่งประวัติผู้เสียหายพร้อมตัวอย่างชีวิัตถุไปที่ศูนย์พึ่งได้ โรงพยาบาลตำรวจ ทำหน้าที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เสียหาย และให้หมายเลขรหัสเพื่อปกปิดชื่อของผู้เสียหายก่อนส่งตัวอย่างชีวิัตถุให้กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นนี้ คือผู้เสียหายทุกรายที่ได้รับการตรวจรักษาที่ห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลตำรวจ ระหว่างเดือน มกราคม 2553 ถึงธันวาคม 2558

เกณฑ์การคัดเข้าผู้เสียหายที่มีการเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะส่งมาตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาที่กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

เกณฑ์การคัดออก ผู้เสียหายที่ใบนำส่งระบุว่าส่งตรวจเพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกเหนือจากการมอมยา ประกอบอาชญากรรม หรือข้อมูลในใบนำส่งไม่ครบถ้วน ไม่ชัดเจน

จากช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีผู้เสียหายผ่านเกณฑ์การคัดเข้าทั้งสิ้น 1,035 คน ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดออก 160 คน เนื่องจากในใบนำส่งระบุว่าตรวจแอลกอฮอล์และสารเสพติดเพื่อประกอบคดีอุบัติเหตุจราจร คงเหลือกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 875 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ตารางบันทึกผลเก็บข้อมูลผล บันทึกข้อมูล ดังนี้ วันที่ผู้เสียหายได้รับการตรวจ, รหัสประจำตัวอย่างเป็นเลขหกหลักแบบสุ่ม ออกรหัสโดยศูนย์พึ่งได้ โรงพยาบาลตำรวจ เพื่อปกปิดชื่อของผู้เสียหาย ไม่ให้ระบุตัวตนได้, ชนิดของยาหรือสารเสพติดทั้งหมดที่ตรวจพบ และข้อมูลที่ระบุเพิ่มเติมในใบนำส่ง ได้แก่ วัตถุประสงค์การตรวจ อาการเบื้องต้นของผู้ป่วย กลุ่มสารที่แพทย์สงสัยเป็นพิเศษ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยา โดยตัวอย่างชีวิัตถุที่ส่งตรวจนั้นถูกเก็บขณะผู้เสียหายตรวจร่างกายและส่งตรวจวิเคราะห์ที่กลุ่มงานพิษวิทยาเพื่อหาสารพิษหรือสารเสพติดตามดุลยพินิจของแพทย์เห็นสมควรอยู่แล้ว ไม่มีการเก็บตัวอย่างหรือสิ่งส่งตรวจอื่นใดจากร่างกายผู้เสียหายเพิ่มเติม และคัดแยกตามเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผลการตรวจที่มีข้อมูลไม่ชัดเจน หรือในใบนำส่งระบุว่าส่งตรวจเพื่อ

วัตถุประสงคอื่น เช่น สงสัยว่าได้รับยาหรือสารเสพติดเกินขนาด ประสบอุบัติเหตุ โดยไม่เกี่ยวข้องกับการถูกมอมยาประกอบอาชญากรรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเสนอในรูปความถี่ และร้อยละ คำนวณความชุกรวมในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาโดย

ความชุก = จำนวนผู้เสียหายที่ตรวจพบยาและสารเสพติด/จำนวนผู้เสียหายทั้งหมด

ผลการวิจัย

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 875 ราย พบว่ามีการตรวจพบยาหรือสารเสพติดอย่างน้อยหนึ่งชนิดจำนวน 427 ราย (ร้อยละ 48.8) ชนิดของยาและสารเสพติดที่ตรวจพบมีจำนวนทั้งสิ้น 32 ชนิด โดยตรวจพบยาในกลุ่ม Benzodiazepines มากที่สุดรวม 328 ราย (ร้อยละ 37.5) จากจำนวนยาในกลุ่มที่พบ 9 ชนิด ยาที่มีอุบัติการณ์สูงสุด คือ Alprazolam จำนวน 214 ราย คิดเป็นร้อยละ

24.5 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาคือ Diazepam จำนวน 26 ราย (ร้อยละ 3.0) และ Midazolam จำนวน 24 ราย (ร้อยละ 2.7) ทั้งนี้ผู้เสียหายจำนวน 39 ราย ที่ผลการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยาในตัวอย่างชีววัตถุพบ Temazepam และ Oxazepam ซึ่งไม่สามารถระบุชนิดของตัวยาเดิมที่แท้จริงได้ ยากลุ่มอื่นที่มีการตรวจพบได้แก่ ยากลุ่ม Antihistamine และยาทางจิตเวช (Psychotropic drugs) ยาที่ตรวจพบแต่ผู้วิจัยไม่นำมาคำนวณอุบัติการณ์ ได้แก่ Ambroxol, Cimetidine, Diclofenac, Famotidine, Fluconazole, Minoxidil, Paracetamol, Phenylpropanolamine, Phentermine, Piroxicam และ Pseudoephedrine เนื่องจากเป็นยารักษาโรคที่เข้าถึงได้ทั่วไปและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาไม่เกี่ยวข้องกับการนำมาใช้มอมยาประกอบอาชญากรรม

สำหรับสารเสพติดที่มีอุบัติการณ์สูงสุด คือ Methamphetamine จำนวน 43 ราย (ร้อยละ 4.9) MDMA (3,4-Methylenedioxymethamphetamine) หรือยาอี จำนวน 8 ราย ส่วนกัญชาและ cocaine ที่พบมากในงานวิจัยต่างประเทศนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบเพียง 5 และ 2 ราย ตามลำดับ นอกจากนี้ยังตรวจพบยาและสารเสพติดร่วมกันมากกว่าหนึ่งชนิดในผู้เสียหาย 57 ราย (ร้อยละ 6.5)

ตาราง 1

จำนวนผู้เสียหายระหว่างปี พ.ศ.2553-2558 ที่ผลการตรวจพบยาและสารเสพติดหลายชนิดร่วมกัน

ผลการตรวจทางพิษวิทยา	จำนวน (ร้อยละ)
ตรวจไม่พบสารชนิดใดเลย	449 (51.3)
ตรวจพบสาร 1 ชนิด	369 (42.2)
ตรวจพบสาร 2 ชนิด	41 (4.7)
ตรวจพบสาร 3 ชนิด	15 (1.7)
ตรวจพบสาร 4 ชนิด	1 (0.1)
รวม	875 (100)

ตาราง 2

อุบัติการณ์ของยาและสารเสพติดที่นำมาใช้ประกอบอาชญากรรมในแต่ละปี

ชนิดของยา	จำนวน (ร้อยละ)						รวม N = 875
	ปี 2553 N = 139	ปี 2554 N = 139	ปี 2555 N = 212	ปี 2556 N = 149	ปี 2557 N = 149	ปี 2558 N = 87	
ยากลุ่ม Benzodiazepines							344 (39.3)
Alprazolam	15 (10.8)	28 (20.1)	67 (31.6)	55 (36.9)	30 (20.1)	19 (21.8)	214 (24.5)
Chlordiazepoxide	-	-	-	-	-	1 (1.1)	1 (0.1)
Clonazepam	-	-	3 (1.4)	2 (1.3)	1 (0.7)	-	6 (0.7)
Diazepam	2 (1.4)	3 (2.2)	4 (1.9)	7 (4.7)	6 (4.0)	4 (4.6)	26 (3.0)
Lorazepam	2 (1.4)	-	3 (1.4)	3 (2.0)	7 (4.7)	1 (1.1)	16 (1.8)
Midazolam	6 (4.3)	1 (0.7)	4 (1.9)	2 (1.3)	4 (2.7)	7 (8.0)	24 (2.7)
Nimetazepam	-	-	-	-	1 (0.7)	-	1 (0.1)
Nitrazepam	-	1 (0.7)	1 (0.5)	1 (0.7)	-	-	3 (0.3)
Triazolam	1 (0.7)	-	3 (1.4)	10 (6.7)	1 (0.7)	-	15 (1.7)
Metabolites	4 (2.9)	7 (5.0)	11 (5.2)	12 (8.1)	3 (2.0)	1 (1.1)	38 (4.3)
ยากลุ่ม Antihistamines							
Cetirizine	-	1 (0.7)	4 (1.9)	1 (0.7)	7 (4.7)	-	13(1.5)
Hydroxyzine	-	2 (1.4)	-	1 (0.7)	-	-	3 (0.3)
Chlorpheniramine	-	-	-	1 (0.7)	-	-	1(0.1)
Diphenhydramine	-	1 (0.7)	1 (0.5)	-	1 (0.7)	4 (4.6)	7(0.8)
Tripolidine	-	-	1 (0.5)	-	-	-	1(0.1)
ยาทางจิตเวช							
Amitriptyline	-	-	2 (0.9)	4 (2.6)	4 (2.6)	1 (1.1)	11 (1.3)
Citalopram	-	2 (1.4)	-	-	-	-	2 (0.2)
Clozapine	-	-	-	1 (0.7)	-	-	1 (0.1)
Fluoxetine	-	-	2 (0.9)	2 (1.3)	1 (0.7)	4 (4.6)	9 (1.0)
Gabapentin	-	-	-	1 (0.7)	-	-	1 (0.1)
Haloperidol	-	1 (0.7)	-	-	-	-	1 (0.1)
Trazodone	-	-	-	1 (0.7)	-	1 (1.1)	2 (0.2)

ตาราง 2

อุบัติการณ์ของยาและสารเสพติดที่นำมาใช้ประกอบอาชญากรรมในแต่ละปี (ต่อ)

ชนิดของยา	จำนวน (ร้อยละ)						รวม N = 875
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	
	N = 139	N = 139	N = 212	N = 149	N = 149	N = 87	
ยาบรรเทาปวด							
Codeine	-	1 (0.7)	-	-	-	-	1 (0.1)
Methadone	-	-	1 (0.5)	1 (0.7)	-	-	2 (0.2)
Tramadol	-	-	1 (0.5)	3 (2.0)	2 (1.3)	-	6 (0.7)
ยาชนิดอื่น ๆ							
Lidocaine	-	1 (0.7)	1 (0.5)	-	-	-	2 (0.2)
Orphenadrine	-	-	1 (0.5)	1 (0.7)	1 (0.7)	-	3 (0.3)
Sildenafil	-	-	-	4 (2.7)	2 (1.3)	-	6 (0.7)
Xylazine	-	-	-	1 (0.7)	-	1 (1.1)	2 (0.2)
สารเสพติด							
Cocaine	-	1 (0.7)	-	-	1 (0.7)	-	2 (0.2)
Methamphetamine	11 (7.9)	11 (7.9)	6 (2.8)	5 (3.4)	6 (4.0)	4 (4.6)	43 (4.9)
MDMA	-	1 (0.7)	-	-	4 (2.7)	3 (3.4)	8 (0.9)
Mitragynine	-	-	-	-	1 (0.7)	-	1 (0.1)
THC	-	1 (0.7)	-	1 (0.7)	1 (0.7)	2 (2.3)	5 (0.6)

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มียาและสารเสพติดหลากหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการมอมยาประกอบอาชญากรรม และมีผู้เสียหายจำนวน 449 รายที่ตรวจไม่พบยาหรือสารเสพติดชนิดใดในเลือดและปัสสาวะเลย อาจเนื่องมาจากระยะเวลาหลังจากได้รับสารจนถึงเข้ารับการตรวจร่างกายและเก็บตัวอย่างชีววัตถุเพื่อส่งตรวจนานเกินไป จึงควรทำการเก็บตัวอย่างชีววัตถุหลังเกิดเหตุการณ์ให้เร็วที่สุด โดยตัวอย่างเลือดจะเหมาะสมในระยะเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมงหลังเกิดเหตุการณ์ ส่วนปัสสาวะอาจเหมาะสมเมื่อเวลาผ่านไปไม่เกิน 72 ชั่วโมง หากนานเกินไปจะทำให้โอกาสตรวจได้ผลน้อยลง

การตรวจพบสารชนิดใหม่ในช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล ได้แก่ Nimetazepam เป็นยาในกลุ่ม Benzodiazepines ซึ่งไม่มีการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย แต่พบการนำมาใช้ในทางที่ผิดในต่างประเทศ (Narcotics Control Division Food and Drug Administration, 2012) และ Xylazine ซึ่งเป็นยาสงบประสาทสำหรับสัตว์ ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในมนุษย์ ภายหลังจากพบว่ามีมิจฉาชีพนำไปใช้ในการก่ออาชญากรรม จึงมีการยกสถานะจากยาอันตรายเป็นยาควบคุมพิเศษ ต้องขายตามใบสั่งผู้ประกอบการบำบัดโรคสัตว์ชั้นหนึ่งเท่านั้น และใช้ภายใต้การกำกับดูแลโดยผู้ประกอบการบำบัดโรค

สัตว์ชั้นหนึ่งเท่านั้น (Public and Consumer Affairs, Food and Drug Administration, 2013)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

งานวิจัยนี้เก็บรวบรวมเฉพาะผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งไม่อาจระบุได้ว่ายาและสารเสพติดที่ตรวจพบนั้นใช้โดยผู้เสียหายเองเพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์หรือไม่ จึงควรเก็บข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วย

เพิ่มเติมด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลประวัติการรักษา ประวัติการใช้ยาของผู้เสียหายรวมถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ช่วงเวลาที่เกิดเหตุและระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างชีววัตถุ และงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกรณีผู้เสียหายตรวจร่างกายที่โรงพยาบาลตำรวจ กรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ในพื้นที่อื่นอาจมีการใช้ยาและสารเสพติดประกอบอาชญากรรมที่ต่างกันไป จึงเห็นควรให้หน่วยงานในแต่ละภูมิภาคเก็บข้อมูลดังกล่าวต่อไป



References

- Anderson, L. J., Flynn, A., & Pilgrim, J. L. (2017). A global epidemiological perspective on the toxicology of drug-facilitated sexual assault: A systematic review. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 47(2017), 46-54.
- Djezzar, S., Questel, F., Burin, E., & Dally, S. (2009). Chemical submission: Results of 4-year French inquiry. *International Journal of Legal Medicine*, 123(3), 213-219.
- Djezzar, S., Richard, N., & Deveaux, M. (2014). Chapter 2 – epidemiology of drug-facilitated crimes and drug-facilitated sexual assaults. In P. Kintz (Ed.), *Toxicological aspects of drug-facilitated crimes*. Oxford: Academic.
- ElSohly, M. A., & Salamone, S. J. (1999). Prevalence of drugs used in cases of alleged sexual assault. *Journal of Analytical Toxicology*, 23(3), 141-146.
- Hagemann, C. T., Helland, A., Spigset, O., Espnes, K. A., Ormstad, K., & Schei, B. (2013). Ethanol and drug findings in women consulting a sexual assault center--associations with clinical characteristics and suspicions of drug-facilitated sexual assault. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(6), 777-784.
- Hindmarch, I., & Brinkmann, R. (1999). Trends in the use of alcohol and other drugs in cases of sexual assault. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 14(4), 225-231.
- Hurley, M., Parker, H., & Wells, D. L. (2006). The epidemiology of drug facilitated sexual assault. *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 13(4), 181-185.
- Jones, J. S., Wynn, B. N., Kroeze, B., Dunnuck, C., & Rossman, L. (2004). Comparison of sexual assaults by strangers versus known assailants in a community-based population. *American Journal of Emergency Medicine*, 22(6), 454-459.
- Narcotics Control Division Food and Drug Administration. (2012). *Nimetazepam (Erimin®)*. Retrieved from <http://narcotic.fda.moph.go.th/welcome/?p=2791> (in Thai)

- Pépin, G. (2014). Chapter 1 – the history of drug-facilitated crimes in France. In P. Kintz (Ed.), *Toxicological aspects of drug-facilitated crimes*. Oxford: Academic.
- Public and Consumer Affairs, Food and Drug Administration. (2013). *FDA committees agree to change status plan for “Xylazine” to specially controlled drug to prevent further abuse*. Retrieved from <http://203.157.72.106/fulltext2/word/%E0%B8%82%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%A7/2557/10.pdf> (in Thai)
- Richer, L. A., Fields, L., Bell, S., Heppner, J., Dodge, J., Boccellari, A., & Shumway, M. (2015). Characterizing drug-facilitated sexual assault subtypes and treatment engagement of victims at a hospital-based rape treatment center. *Journal of Interpersonal Violence*, 32(10), 1524-1542.
- Scott-Ham, M., & Burton, F. C. (2005). Toxicological findings in cases of alleged drug-facilitated sexual assault in the United Kingdom over a 3-year period. *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 12(4), 175-186.
- United Nations Office on Drugs and Crime. (2011). *Guidelines for the Forensic analysis of drugs facilitating sexual assault and other criminal acts*. Vienna: United Nations.



การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมด
สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
Development of the Next Item Selection Procedure Using Ant Colony
Optimization for Computerized Adaptive Testing

รัชกฤช ธนพัฒน์ดล¹, เสรี ชัดแจ้ง² และปิยะทิพย์ ประดุงพรหม²

Ratchakrit Tanapattanadol¹, Seree Chadcham² and Piyathip Pradujprom²

¹หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

¹Doctor of Philosophy Program in Research and Statistics in Cognitive Science, Burapha University

²วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

²College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งกระบวนการพัฒนาที่ผู้วิจัยนำเสนอประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (1) การแบ่งกลุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบและการออกแบบกฎที่เกี่ยวข้องก่อนนำเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมมด (2) การออกแบบกระบวนการของวิธีอาณานิคมมดให้สามารถเลือกข้อสอบข้อถัดไปได้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ (3) รูปแบบการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอดังกล่าว ได้ทำการวัด 2 ด้าน คือ ด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และด้านจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบ ซึ่งดำเนินการภายใต้สถานการณ์จำลองมัลติคาโร โดยจำลองคลังข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ซึ่งเลือกใช้โมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ (3PL) จำลองผลการตอบข้อสอบ และจำลองค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ จากนั้นทำการคำนวณค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (average bias) ของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเทียบกับค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ และค่ามัธยฐาน (median) ของจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์สารสนเทศสูงสุด และวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอริวซ์และมีการควบคุมการใช้ข้อสอบ ผลการทดลองพบว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมดมีค่าเฉลี่ย RMSE = 0.074 ค่าเฉลี่ย Average Bias = 0.001 และค่า Median = 15 ดังนั้นวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่พัฒนาขึ้นดังกล่าวจึงมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงกว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์สารสนเทศสูงสุด และวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอริวซ์และมีการควบคุมการใช้ข้อสอบ

คำสำคัญ: วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป, การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์, วิธีอาณานิคมมด

Abstract

The research was invented in order to develop the next item selection procedure using Ant Colony Optimization for computerized adaptive testing which the process is proposed by three main steps as follows the first step is dividing group of items from item bank and involved rules design before Ant Colony Optimization process, the second step is process design of Ant Colony Optimization to select the next item properly with ability level of the examinees and the third step is the format operation of computerized adaptive testing. The efficiency testing of aforementioned steps measure up the examinee ability estimate and the number of used items which operate under Monte Carlo Simulation via item bank simulation in accordance with Item Response Theory (IRT) which use Three-Parameter Logistic Model (3PL) to simulate the results from item and True ability of the examinees afterwards calculate Root Mean Square Error (RMSE) and Average Bias of examinee ability estimate compare with true ability of the examinees and Median of the number of used items in order to compare with the next item selection procedure using Maximum Information Criterion (MIC) and Hurwicz Criterion with Item Exposure Control (HC-Ex). The results showed that the next item selection procedure using Ant Colony Optimization have the mean of RMSE = 0.074, Average Bias = 0.001 and Median = 15. Hence the developed item selection procedure is more overall efficient than the next item selection procedure using MIC and HC-Ex.

Keywords: next item selection, computerized adaptive testing, ant colony optimization



บทนำ

การเลือกข้อสอบเป็นหัวใจสำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Phankokkrud & Woratpanya, 2012) โดยมีจุดมุ่งหมายของการเลือกข้อสอบเพื่อให้ความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมากที่สุด รวมถึงรักษาความปลอดภัยของข้อสอบหากใช้วิธีในการเลือกข้อสอบที่ไม่มีประสิทธิภาพก็จะส่งผลให้ได้ข้อสอบที่ใช้ทดสอบไม่เหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบอย่างแท้จริง เกิดความคลาดเคลื่อนของความสามารถของผู้สอบสูงทำให้ใช้จำนวนข้อสอบและเวลาในการทดสอบมากขึ้น (Reckase, 2009) นอกจากนี้ยังส่งผลในเรื่องของการเลือกข้อสอบมาใช้ทดสอบซ้ำมากเกินไปและข้อสอบในคลังข้อสอบไม่ถูกเลือกมาใช้ทดสอบเหตุการณ์ดังกล่าวย่อมเป็นอุปสรรคต่อการประมาณค่าระดับความสามารถของผู้สอบให้ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบจึงส่งผลในลักษณะแปรผันโดยตรงกับประสิทธิภาพของ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการทดสอบดังกล่าวจะดำเนินการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการคัดเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน โดยอาศัยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory--IRT) มาใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ของข้อสอบ โดยอาศัยหลักการที่ว่าถ้าหากผู้สอบทำข้อสอบข้อที่ผ่านมาก็คงต้องคอมพิวเตอร์จะต้องเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่ยากขึ้น แต่ถ้าหากผู้สอบทำข้อสอบข้อที่ผ่านมาก็คงคอมพิวเตอร์จะต้องเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่ง่ายลง

จากที่กล่าวไปในข้างต้นถึงความสำคัญของวิธีการเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นในระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จึงมีวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่นิยมใช้กันเป็นมาตรฐานในการเลือกข้อสอบข้อถัดไป คือวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์สารสนเทศ

สูงสุด (Maximum Information Criterion--MI) ซึ่งเป็นการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่น่าปัจจัยของการเดาข้อสอบมาพิจารณาร่วมกับค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ขณะนั้น ซึ่งจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้สอบมาเป็นข้อสอบข้อถัดไป เสนอโดย Birnbaum (Linden & Glas, 2002)

ที่ผ่านมา มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกข้อสอบสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ อยู่จำนวนหนึ่งซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มของงานวิจัยตามลักษณะของกระบวนการออกแบบการคัดเลือกข้อสอบได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 การสร้างสมการเพื่อใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ (deterministic) หรือสร้างสมการในรูปแบบของความน่าจะเป็นในการเลือกข้อสอบ (stochastic) งานวิจัยในกลุ่มนี้จะทำการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลข้อสอบอยู่ในรูปแบบของสมการจากนั้นจะนำสมการที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ของสมการที่ได้ เช่น การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้สารสนเทศคูลเบค-ไลเบลเลอร์ (Kullback-Leibler Information--KL) (Chang & Ying, 2008) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ประสิทธิภาพของสารสนเทศ (Efficiency Balanced Information--EBI) (Han, 2012) และ การเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้การเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธี Variable-length Item Selection (Koedsri, Lawthong & Ngudgratoke, 2014) และการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอริวิกซ์และการควบคุมการใช้ข้อสอบ (Hurwicz Criterion and the Item Exposure Control--HC-Ex) เป็นต้น (Premthongsuk, Chadcham & Pradujprom, 2017)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกข้อสอบในกลุ่มที่ 2 ได้แก่ การเลือกข้อสอบข้อถัดไปในรูปแบบของการจัดหมวดหมู่ข้อสอบโดยใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence item classification) วิธีการในกลุ่มนี้จะเป็นการใช้เทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์ในการจัดหมวดหมู่ข้อสอบให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมที่สุด เช่น ต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป วิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเลือกข้อสอบข้อถัดไป

ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Bayesian Networks (Hsieh & Kuo, 2010), Genetic Algorithms (Phankokkrud & Woraratpanya, 2012) และ Genetic Fuzzy Expert System (Verdú et al., 2012) ซึ่งข้อดีของวิธีทางปัญญาประดิษฐ์ (AI) คือกระบวนการยืดหยุ่นกับปัญหามากกว่า เนื่องจากกระบวนการปล่อยโอกาสให้ระบบสามารถคิดวิเคราะห์ ค้นหาคำตอบได้หลายรูปแบบแล้วจึงตัดสินใจเลือกคำตอบรูปแบบที่ดีที่สุด

จากการพิจารณาวิธีการคัดเลือกข้อสอบทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าว พบว่าวิธีทางปัญญาประดิษฐ์เป็นวิธีที่มีกระบวนการออกแบบให้ระบบสามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้เองอย่างอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและขอบเขตของคำตอบที่เป็นไปได้ได้อย่างครอบคลุม ซึ่งวิธีทางปัญญาประดิษฐ์ที่มีความสามารถในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมดังกล่าวโดยส่วนมากจะอยู่ในกลุ่มของการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ประเภทเมตาฮีริสติก (meta-heuristic) ซึ่งมีระเบียบวิธีในการค้นหาคำตอบที่ดีภายในพื้นที่ของคำตอบที่เป็นไปได้ (feasible region) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดภายในระยะเวลาอันสั้น (Blum & Roli, 2003)

ปัญหาการเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ คือปัญหาที่อยู่ในลักษณะของการค้นหากลุ่มข้อสอบที่ตรงกับความสามารถหรือมีความเหมาะสมกับผู้สอบเพื่อให้ผู้สอบใช้ในการทดสอบ ดังนั้นวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization--ACO) ซึ่งถูกนำเสนอโดย Dorigo and Gambardella (1997) และเป็นหนึ่งในวิธีปัญญาประดิษฐ์ในกลุ่มดังกล่าว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ได้

จากความสำเร็จของปัญหาการเลือกข้อสอบข้อถัดไป และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในแนวทางใหม่โดยใช้วิธีที่ยังไม่เคยมีผู้พัฒนามาก่อน ประกอบกับวิธีอาณานิคมมดเป็นวิธีที่มีคุณสมบัติในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการทบทวน

วรรณกรรมยังไม่พบว่ามีการวิจัยใดได้นำวิธีดังกล่าวมาใช้ในการเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีอาณานิคมมดประเภทระบบอาณานิคมมด (Ant Colony System --ACS) ที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบ

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป 3 วิธี คือ (1) วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมด (2) วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์สารสนเทศสูงสุด และ (3) วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอร์วิคซ์ และการควบคุมการใช้ข้อสอบ ในด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยองค์ความรู้ 2 ด้าน คือ ทฤษฎีการวัดผลการศึกษาและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิธีดำเนินการจัดการการทดสอบจะคัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาของผู้สอบส่งผลให้ผู้สอบแต่ละคนได้ข้อสอบที่แตกต่างกันและจำนวนข้อสอบที่ไม่เท่ากัน การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากประหยัดเวลา ลดจำนวนข้อสอบลงได้โดยไม่ทำให้คุณภาพของการทดสอบลดลง แต่กลับมีแนวโน้มที่จะเพิ่มคุณภาพของ

การวัดให้สูงขึ้น ทั้งในด้านความเที่ยง (reliability) และความตรง (validity)

วิธีการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ (1) การสร้างคลังข้อสอบ(create item bank) เป็นการสร้างคลังข้อสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะหรือความสามารถของผู้สอบที่ต้องการได้ ครอบคลุมระดับความสามารถที่ต่าง ๆ กัน (2) การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น (first item selection) การทดสอบควรเริ่มต้นจากการเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากที่เท่ากับหรือต่ำกว่าระดับความสามารถของผู้สอบ เพื่อให้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้ถูกต้องมากขึ้น (3) การเลือกข้อสอบข้อถัดไป (next item selection) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาคัดเลือกข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยอาศัยผลการตอบข้อสอบข้อก่อนหน้ามาร่วมพิจารณาด้วย (4) การประมาณค่าความสามารถของข้อสอบ (calculate possible ability levels) เป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบหลังจากตอบข้อสอบแล้ว ซึ่งวิธีการประมาณค่าดังกล่าวที่นิยมใช้กันคือ Maximum Likelihood Estimation, Bayesian Estimation และ Bayesian Updating Estimation และ (5) เกณฑ์การยุติการทดสอบ (termination criterion) การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จะสิ้นสุดลงเมื่อผลการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาเป็นไปตามเกณฑ์ยุติการทดสอบ (Reckase, 2009)

วิธีอาณานิคมมด

วิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization --ACO) ได้แนวคิดมาจากพื้นฐานของการค้นหาแหล่งอาหารของฝูงมดในธรรมชาติ โดยมดทุกตัวในฝูงจะร่วมมือกันค้นหาแหล่งอาหารและพยายามค้นหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหารให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

การค้นหาเส้นทางนั้นมดใช้สารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (pheromone) เป็นข้อมูลในการหาเส้นทางทั้งขาไปและขากลับรัง โดยมดจะพ่นฟีโรโมนลงบนเส้นทางที่ผ่านเพื่อเป็นข้อมูลให้มดตัวอื่น ๆ เดินตามและมดที่เดินตามก็จะวางฟีโรโมนทับลงไปอีก ฟีโรโมนในเส้นทางใดมีค่ามากก็จะมีจำนวนมดผ่านมากและเส้นทางจะมีความสั้นกว่าเส้นทางที่มีปริมาณฟีโรโมนน้อย จนกระทั่ง

สุดท้ายเส้นทางที่มีมดเลือกเดินมากที่สุดคือเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดทำให้ฟีโรโมนเป็นข้อมูลสำคัญต่อการใช้ค้นหาแหล่งอาหารของมดและการเดินทางกลับรัง ดังนั้นขั้นตอนวิธีระบบอาณานิคมมดจึงถูกนำมาใช้แก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization)

วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการทำงานของวิธีอาณานิคมมดมีทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ วิธีระบบมด (ant system), วิธี Elitist Ant System, วิธีระบบมดแบบเรียงลำดับ (rank-based ant system), วิธีระบบมดแบบกำหนดขอบเขตสูงสุด-ต่ำสุด (max-min ant system) และระบบอาณานิคมมด (ant colony system) โดยอธิบายกระบวนการทำงานสำหรับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาเส้นทางเดินของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem--TSP) (Dorigo & Stützle, 2004)

สมมติฐานการวิจัย

ประสิทธิภาพการคัดเลือกข้อสอบของวิธีที่นำเสนอ มีมากกว่าวิธีที่นำมาเปรียบเทียบ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีอาณานิคมมด ให้สามารถเลือกข้อสอบได้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการพัฒนาเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลและการออกแบบ

กระบวนการที่เกี่ยวข้องก่อนนำเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมมด ประกอบไปด้วยวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 การแบ่งกลุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบ

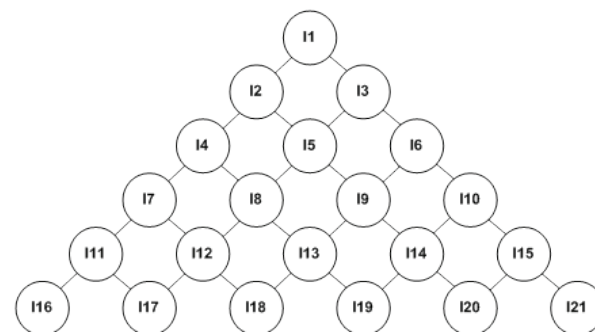
การแบ่งกลุ่มข้อสอบในคลังข้อสอบจะแบ่งตามค่าความยากของข้อสอบเป็นหลักโดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังกล่าวในกรอบแนวคิดการวิจัยข้างต้น โดยข้อสอบถูก

จำลองขึ้นจากการสุ่มตัวเลขด้วยโปรแกรม WinGen3 เพื่อจำลองค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำนวน 500 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) อยู่ในช่วง 0.50 ถึง 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ในช่วง -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30

1.2 รูปแบบการจัดวางตำแหน่งข้อสอบ

การเลือกข้อสอบข้อถัดไปจะถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของการจัดข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบที่ได้จากกระบวนการ K-Means Clustering ให้อยู่ตามตำแหน่งที่เหมาะสมบนต้นไม้ตัดสินใจแบบสามเหลี่ยม (TDT) ซึ่งจะแตกต่างกับผังต้นไม้ตัดสินใจแบบปกติ (classical decision tree) ตรงที่ Branch จาก Root Node ฝั่งซ้ายและฝั่งขวาสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ ในขณะที่ผังต้นไม้ตัดสินใจแบบปกตินั้นจะแยกออกจากกันไม่สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้

การจัดวางตำแหน่งข้อสอบแต่ละข้อที่เหมาะสมของแต่ละชุดข้อสอบจะใช้กระบวนการของวิธีอาณานิคมมดในการจัดวางแบบอัตโนมัติ ดังกล่าวในกรอบแนวคิด



ภาพ 1 การจัดชุดข้อสอบบน TDT

การวิจัยข้างต้น แสดงได้ดังภาพ 1

จากภาพ 1 จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่จัดวางบนผังต้นไม้ตัดสินใจรูปสามเหลี่ยมใด ๆ สามารถคำนวณได้ดังสมการ 1

$$N = 1+2+3+ \dots + n \quad (1)$$

เมื่อ N คือ จำนวนโหนดหรือข้อสอบทั้งหมดของแต่ละชุดข้อสอบที่จัดวางบน TDT

n คือ จำนวนระดับของ TDT

จากสมการดังกล่าวเมื่อพิจารณาค่าตัวแปร n นอกจากจะหมายถึงจำนวนระดับของ TDT แล้วยังหมายถึงจำนวนข้อสอบสูงสุดที่ผู้สอบสามารถทำได้ใน 1 กลุ่มของข้อสอบที่ถูกจัดวางในรูปแบบของ TDT ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนข้อสอบสูงสุดที่ใช้ทดสอบและจำนวนข้อสอบทั้งหมดของแต่ละชุดข้อสอบที่ใช้ในการจัดวางข้อสอบในรูปแบบของ TDT แต่ละต้นเป็นไปตามสมการ 2

$$N = \left(\frac{n}{2}\right) (n+1) \quad (2)$$

เมื่อ N คือ จำนวนโหนดหรือข้อสอบทั้งหมดของแต่ละชุดข้อสอบที่จัดวางบน TDT

n คือ จำนวนข้อสอบสูงสุดที่ใช้ทดสอบในแต่ละชุดข้อสอบ

1.3 กฎการเลือกข้อสอบของมดแต่ละตัว

ลักษณะของการเลือกข้อสอบข้อถัดไปให้ผู้สอบจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงถึงกันระหว่างข้อสอบแต่ละข้อบน TDT มีลักษณะดังนี้ คือ เมื่อผู้สอบกำลังทำข้อสอบ ณ ข้อหรือโหนดใด ๆ บนตำแหน่งของ TDT หากทำข้อสอบข้อดังกล่าวผิด ข้อสอบข้อถัดไปที่ระบบจะเลือกให้ผู้สอบทำคือข้อสอบที่เชื่อมโยงกับโหนดนั้นทางฝั่งด้านซ้ายในระดับถัดลงมา 1 ระดับ (ข้อสอบที่ระดับความยากลดลง) ในทางตรงกันข้ามหากผู้สอบทำข้อสอบข้อดังกล่าวถูกระบบก็จะทำการเลือกข้อสอบที่เชื่อมโยงกับโหนดนั้นทางด้านขวาในระดับถัดลงมา 1 ระดับ (ข้อสอบที่ระดับความยากเพิ่มขึ้น) เป็นข้อสอบข้อถัดไป ดังนั้นความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงดังสมการ 3 ในขณะที่ข้อสอบที่อยู่ในระดับเดียวกันจะมีความสัมพันธ์คือ ข้อสอบที่อยู่ทางด้านขวาจะมีค่าความยากมากกว่าข้อสอบที่อยู่ด้านซ้ายซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงดังสมการ 4

$$\{b_{x+1,y}\} < \{b_{x,y}\} < \{b_{x+1,y+1}\} \quad (3)$$

$$\{b_{x,1}\} < \{b_{x,2}\} < \dots < \{b_{x,y}\} \quad (4)$$

เมื่อ b คือ ค่าความยากของข้อสอบ

x คือ ระดับของ TDT

y คือ ลำดับของข้อสอบที่จัดวางในระดับต่าง ๆ บน TDT จากซ้ายไปขวา

1.4 รูปแบบการจัดชุดข้อสอบบนผังต้นไม้ตัดสินใจแบบสามเหลี่ยมให้ครบตามจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ทดสอบ

การจัดวางข้อสอบแต่ละข้อบนผังต้นไม้ตัดสินใจแบบสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์ ดังกล่าวจะไม่ดำเนินการจัดวางข้อสอบทั้งหมดภายใน TDT ต้นเดียวเนื่องจากจะทำให้ใช้เวลาในการคำนวณของวิธีอาณานิคมมดมากเกินไป โดยเฉพาะถ้าจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ทดสอบมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ได้ผังต้นไม้ที่ใหญ่ขึ้นส่งผลให้ใช้จำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการจัดวางข้อสอบเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ยังส่งผลให้ข้อสอบข้อที่อยู่ในตำแหน่งผังต้นไม้ในระดับล่าง ๆ มีโอกาสไม่ถูกใช้ทดสอบมีสูง

ดังนั้นจึงออกแบบรูปแบบการจัดวางข้อสอบโดยแบ่งเป็นกลุ่มผังต้นไม้ย่อย ๆ หลาย ๆ ผัง โดยแต่ละผังต้นไม้จะประกอบไปด้วยจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบสามารถทำได้สูงสุดไม่เกิน 6 ข้อ นั้นหมายความว่าต้องใช้ข้อสอบในการจัดวางทั้งหมด 21 ข้อต่อผังต้นไม้ 1 ผัง เพื่อให้ได้จำนวนการทำข้อสอบ 6 ข้อต่อชุด

การคำนวณจำนวนข้อสอบสูงสุดในแต่ละชุดที่กำหนดให้ผู้สอบทำเป็นไปตามสมการ 5

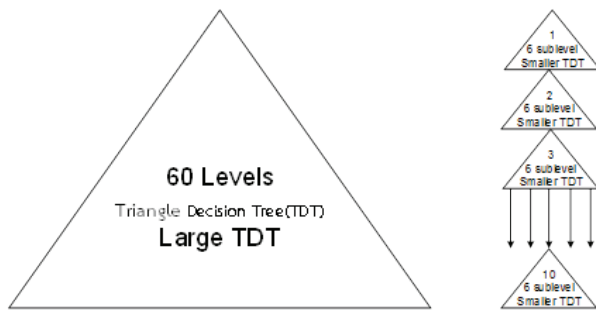
$$n = \frac{l}{st} \quad (5)$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อสอบสูงสุดของแต่ละชุดข้อสอบที่กำหนดให้ผู้สอบทำ

l คือ จำนวนข้อสอบสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด

st คือ จำนวนชุดข้อสอบย่อยสูงสุด

ตัวอย่างการดำเนินการดังกล่าวแสดงดังภาพ 2 หากต้องการให้ผู้สอบทำข้อสอบทั้งหมดไม่เกิน 60 ข้อ ต้องดำเนินการจัดเรียงข้อสอบบนผังต้นไม้ย่อยจำนวน 10 ผัง (10ชุดข้อสอบ) ซึ่งแต่ละผังใช้ข้อสอบในการจัดวาง 21 ข้อ เพื่อให้สามารถทำข้อสอบชุดละไม่เกิน 6 ข้อ เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการในรูปแบบดังกล่าวจะส่งผลให้ใช้จำนวนข้อสอบและเวลาในการจัดวางข้อสอบที่น้อยกว่า



ภาพ 2 การแทน TDT ขนาดใหญ่ด้วย TDT ย่อย

จากภาพ 2 กลุ่มข้อสอบที่นำมาใช้ในการจัดเรียงบน TDT ย่อย ๆ แต่ละผังจะต้องมีค่าความยากอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2. การออกแบบกระบวนการของ ACS ให้สามารถเลือกข้อสอบข้อถัดไปได้ เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการวิธีดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สอดคล้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการออกแบบกระบวนการค้นหาคำตอบของวิธีอาณานิคมมดประเภทระบบอาณานิคมมด (Ant Colony System--ACS) เพื่อให้ได้ข้อสอบข้อถัดไปที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดการออกแบบของแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

2.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับ ACS

- จัดเรียงข้อสอบบน TDT ตามกฎที่กำหนดไว้โดยวิธีการสุ่ม จำนวน 1 TDT

- ค่าฟีโรโมนเริ่มต้น (τ_0) กำหนดได้ดังนี้ $\tau_0 = 1/MSE_{first}$ ซึ่ง MSE_{first} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของค่าความสามารถที่แท้จริง และค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณ ซึ่งเกิดจากการจำลองผลการตอบข้อสอบจำนวน 6 ข้อบน TDT ที่สุ่มสร้างขึ้นตามกฎดังกล่าวข้างต้น โดยใช้ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำจำนวนอย่างละ 5 ค่าตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 15 ค่า ในการจำลองผลการตอบข้อสอบดังกล่าว

2.2 การออกแบบเส้นทางให้มดแต่ละตัวใช้เป็นเส้นทางเดินไปเลือกข้อสอบ

การออกแบบเส้นทางการเดินของมดแต่ละตัวผู้วิจัยจะดำเนินการออกแบบให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างข้อมูลชนิดอาร์เรย์ (array) 2 มิติ ขนาด $n \times n$ เมื่อ n คือจำนวนข้อสอบทุกข้อที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งกลุ่มข้อสอบดังกล่าวได้ทำการแบ่งกลุ่มตามระดับความยากด้วยวิธี K-Means Clustering โดยข้อสอบตามแนวแกน X หมายถึงข้อสอบข้อถัดไป และข้อสอบตามแนวแกน Y หมายถึงข้อสอบข้อก่อนหน้า

2.3 การเลือกข้อสอบข้อถัดไปของมด

การเลือกข้อสอบข้อถัดไป (ข้อที่ j) จากข้อสอบข้อก่อนหน้า (ข้อที่ i) เพื่อวางตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนดบน TDT จะดำเนินการตามสมการ 6

$$j = \begin{cases} \underset{J}{\operatorname{argmax}}_{c_{ij} \in N(s^p)} \{\tau_{ij}\} & \text{if } q \leq q_0, \\ \text{otherwise} & \end{cases} \quad (6)$$

เมื่อ $N(s^p)$ คือ เซตของข้อสอบข้อที่ i ไปยังข้อสอบข้อถัดไป j ซึ่งมดตัวยังไม่ได้เลือก

c_{ij} คือ ข้อสอบที่มดตัวสามารถเลือกได้

l คือ ข้อสอบที่มดตัวยังไม่ได้เลือก

τ_{ij} คือ ค่าฟีโรโมนของข้อสอบที่มดตัวสามารถเลือกได้

q_0 คือ ค่าคงที่ ($0 \leq q_0 \leq 1$) ส่วน q คือค่าสุ่มที่อยู่ในช่วง $[0, 1]$ (แต่ละเส้นทางจะสุ่มค่า q ใหม่ทุกครั้ง)

ถ้า $q \leq q_0$ มดตัวที่ k จะเลือกข้อสอบลำดับที่ j ที่มีค่าฟีโรโมนมากที่สุด

แต่ถ้า $q > q_0$ จะเลือกข้อสอบลำดับที่ j ซึ่ง j คือลำดับข้อสอบที่ได้จากการสุ่มโดยอาศัยค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือกของข้อสอบแต่ละข้อแทนด้วย p_{ij} ซึ่งค่า p_{ij} ของข้อสอบแต่ละข้อ คำนวณได้จากสมการ 7

$$p_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{\sum_{c_{ij} \in N(s^p)} \tau_{il}} \quad (7)$$

เมื่อได้ความน่าจะเป็นที่ข้อสอบแต่ละข้อมีโอกาสถูกเลือกเป็นข้อสอบข้อถัดไปแล้ว ลำดับต่อไปจะใช้หลักการของวงกลมรูเล็ต (roulette wheel) ในการสุ่มหาข้อสอบข้อถัดไป หากข้อสอบข้อใดมีความน่าจะเป็นสูงสุดย่อมมีโอกาสถูกเลือกมากที่สุด

2.4 การวัดความเหมาะสมของการจัดข้อสอบบน TDT แต่ละผังของมดแต่ละตัว

เมื่อมดแต่ละตัวทำการค้นหาข้อสอบแต่ละข้อมาจัดเรียงบน TDT ตามกฎและรูปแบบที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการวัดค่าความเหมาะสมของ TDT ทุกผังเพื่อคำนวณหาความเหมาะสมนำไปปรับค่าฟีโรโมนในแต่ละรอบการค้นหาข้อสอบของมดทุกตัว เมื่อครบจำนวนรอบการค้นหาที่กำหนดแล้วจึงเลือก TDT ที่มีค่าความเหมาะสมที่สุดไปให้ผู้สอบทำการทดสอบ

กระบวนการวัดค่าความเหมาะสมของ TDT ดังกล่าวในระหว่างกระบวนการของ ACS จะทำโดยจำลองผลการตอบข้อสอบจำนวน 6 ข้อต่อ TDT หนึ่งผัง การจำลองผลการตอบข้อสอบดังกล่าวจะใช้ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบที่มีความสามารถสูงปานกลาง และต่ำจำนวนอย่างละ 5 ค่ารวมทั้งสิ้น 15 ค่าในการจำลองผลการตอบข้อสอบ จากนั้นคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ของค่าความสามารถที่แท้จริง และค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณดังสมการ 8 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินความเหมาะสมของแต่ละ TDT

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n (\hat{\theta}_m - \theta_m)^2 \quad (8)$$

เมื่อ n คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด
 $\hat{\theta}_m$ คือ ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบคนที่ m
 θ_m คือ ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบคนที่ m

ดังนั้นสมการ 8 จึงเป็นสมการที่ใช้วัดความเหมาะสม (fitness function) ถ้า TDT ผังใดที่มีข้อสอบจัดเรียงได้อย่างเหมาะสมจะมีค่า MSE ดังกล่าวน้อยที่สุดและจะนำค่า MSE ดังกล่าวไปปรับค่าฟีโรโมนของมดในลำดับต่อไป

2.5 การปรับปรุงค่าฟีโรโมนแบบเฉพาะบริเวณ (local pheromone update)

จะปรับปรุงในทุกเส้นทางที่มดแต่ละตัวได้เลือกข้อสอบข้อถัดไป j ในขณะที่ปัจจุบันมดอยู่ที่ตำแหน่งข้อสอบข้อก่อนหน้า i ซึ่งปริมาณฟีโรโมนบนด้านที่เชื่อมต่อกันระหว่างข้อสอบข้อที่ i ไปยังข้อสอบข้อที่ j (τ_{ij}) จะถูกปรับปรุงด้วยสมการ 9

$$\tau_{ij} = (1 - \phi) \cdot \tau_{ij} + \phi \cdot \tau_0 \quad (9)$$

ซึ่ง τ_0 คือ ค่าเริ่มต้นของฟีโรโมน
 ϕ คือ สัมประสิทธิ์ของการเสื่อมสลายของฟีโรโมนในระดับเฉพาะบริเวณซึ่ง $\phi \in (0, 1]$

2.6 การปรับปรุงค่าฟีโรโมนในระดับครอบคลุมทั้งระบบ (global pheromone update)

เมื่อครบรอบของการทำงานในแต่ละรอบแล้ว จะพิจารณาปรับปรุงค่าฟีโรโมนเฉพาะเส้นทางของมดตัวที่มีค่า MSE ที่น้อยที่สุด (MSE_{best}) มาเป็นค่าในการปรับปรุงค่าฟีโรโมนในระดับครอบคลุมทั้งระบบดังสมการ 10

$$\tau_{ij} \leftarrow \begin{cases} (1 - p) \cdot \tau_{ij} + p \cdot \Delta \tau_{ij} & \text{if } (i, j) \text{ belongs to best tour,} \\ \tau_{ij} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

โดย $p \in (0, 1]$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเสื่อมสลายของฟีโรโมนแบบครอบคลุมทั้งระบบ และ $\Delta \tau_{ij} = 1/MSE_{best}$

3. รูปแบบการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการเลือกข้อสอบข้อถัดไปด้วยวิธีอาณานิคมมดที่ผู้วิจัยนำเสนอมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1 เตรียมกลุ่มข้อสอบที่ผ่านกระบวนการของวิธี K-Means Clustering ทั้ง 5 กลุ่ม ซึ่งข้อสอบทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

3.2 นำกลุ่มข้อสอบที่มีความยากระดับปานกลางเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมมด เพื่อเลือกข้อสอบมาจัดเรียงตามตำแหน่งบน TDT ที่ออกแบบไว้

3.3 ให้ผู้สอบทำข้อสอบข้อถัดไปตามรูปแบบที่วิธีอาณานิคมมดเลือกให้

3.4 ทำการจำลองผลการตอบข้อสอบ

เนื่องจากในสถานการณ์จำลองไม่มีผู้สอบที่แท้จริง ดังนั้น ในการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์การทดสอบ จึงต้องจำลองผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบ ซึ่งดำเนินการโดยให้โปรแกรมสุ่มเลขที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม $U(0, 1)$ มา 1 ค่า แล้วนำเลขสุ่มนี้มาเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นที่ผู้สอบ ที่มีความสามารถ θ ตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง ($P_i(\theta)$) ตามโมเดลโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 11

ผลการตอบข้อสอบจะกำหนดได้จากเงื่อนไขดังนี้ (Thompson & Weiss, 2011) กรณีที่ ค่า $P_i(\theta) \geq$ เลขสุ่ม ให้กำหนดผลการตอบข้อสอบเป็น 1 (ตอบถูก) กรณีที่ ค่า $P_i(\theta) <$ เลขสุ่ม ให้กำหนดผลการตอบข้อสอบเป็น 0 (ตอบผิด)

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-Da_i(\theta - b_i)}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (11)$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ ถูกต้อง θ

θ คือ ระดับความสามารถของผู้สอบ

b_i คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i

a_i คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i

c_i คือ ค่าการเดาของข้อสอบข้อที่ i

D คือ ค่าคงที่ เท่ากับ 1.7

4. พิจารณาผลลัพธ์ของการทำข้อสอบแต่ละข้อ พร้อมทั้งทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบโดยใช้วิธีเบย์ส์ปรับใหม่ (Bayesian updating)

5. ตรวจสอบเกณฑ์การยุติการทดสอบจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 2 กรณีพร้อมกัน ดังนี้

5.1 กรณีที่ทำข้อสอบครบอย่างน้อย 15 ข้อ จากเหตุการณ์ดังนี้ (1) เมื่อทำข้อสอบแต่ละชุดแล้วผลลัพธ์ที่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนกลุ่มความยากของข้อสอบมากขึ้นหรือง่ายลงเรื่อย ๆ ไปจนหมดกลุ่มข้อสอบทั้ง 5 กลุ่ม (2) ทำข้อสอบแล้วยังวนทำอยู่กลุ่มความยากเดิม ก็ให้ยุติการทดสอบ

5.2 กรณีที่ทำข้อสอบแต่ละชุดแล้วผลลัพธ์ที่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนกลุ่มคงที่หรือขึ้น ๆ ลง ๆ สลับไปมาก็จะใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของค่าความสามารถที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในการยุติการทดสอบดังสมการ 12

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}} \quad (12)$$

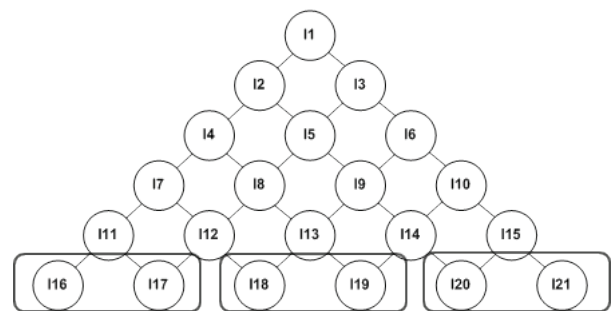
เมื่อ $SE(\theta)$ คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า θ

$I(\theta)$ คือ สารสนเทศของแบบสอบที่ให้สำหรับผู้มีความสามารถ θ

6. ทำการตรวจสอบว่าข้อสอบที่ผู้ทดสอบทำเป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับสุดท้ายของ TDT แล้วหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้กลับไปดำเนินการตั้งแต่ข้อที่ 3 ใหม่ และถ้าใช่ให้ดำเนินการตามข้อที่ 7

7. พิจารณาเลือกข้อสอบกลุ่มต่อไปเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคม

โดยหลักการพิจารณาการเปลี่ยนกลุ่มข้อสอบเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ นั้น สามารถอธิบายโดยใช้ภาพ 3 เป็นตัวอย่างประกอบได้ดังนี้



ภาพ 3 รูปแบบของกลุ่มข้อสอบที่ถูกเลือกด้วย ACS

จากภาพ 3 สามารถอธิบายเงื่อนไขการเลือกกลุ่มข้อสอบแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

ถ้าผู้ทดสอบทำข้อสอบในระดับสุดท้ายบน TDT คือข้อสอบข้อที่ I16 หรือ I17 ดังนั้นข้อสอบกลุ่มต่อไปที่จะถูกเลือกเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมคือกลุ่มข้อสอบที่มีระดับความยากลดลงหนึ่งระดับเนื่องจากผู้ทดสอบทำข้อสอบผิดเป็นส่วนใหญ่

ถ้าผู้ทดสอบทำข้อสอบในระดับสุดท้ายบน TDT คือข้อสอบข้อที่ I18 หรือ I19 ดังนั้นข้อสอบกลุ่มต่อไปที่จะถูกเลือกเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมคือกลุ่มข้อสอบกลุ่มเดิม เนื่องจากผู้ทดสอบทำข้อสอบถูกและผิดพอ ๆ กัน

ถ้าผู้ทดสอบทำข้อสอบในระดับสุดท้ายบน TDT คือข้อสอบข้อที่ I20 หรือ I21 ดังนั้นข้อสอบกลุ่มต่อไปที่จะถูกเลือกเข้าสู่กระบวนการของวิธีอาณานิคมคือกลุ่มข้อสอบที่มีระดับความยากเพิ่มขึ้นหนึ่งระดับเนื่องจากผู้ทดสอบทำข้อสอบถูกเป็นส่วนใหญ่

เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวเรียบร้อยแล้วให้กลับไปดำเนินการตั้งแต่ข้อที่ 3 ใหม่อีกครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1. โปรแกรมวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น
2. โปรแกรม WinGen3 ในการจำลองคลังข้อสอบและค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ
3. โปรแกรม RapidMiner Studio 8 ในการจัดกลุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบที่จำลองขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยนำวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ไปทดสอบประสิทธิภาพ 2 ด้านคือ ด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและด้านจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบดำเนินการภายใต้สถานการณ์จำลองมัลติคาไรด์ที่กล่าวไปแล้วก่อนหน้านี้ซึ่งใช้ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบที่จำลองขึ้นแตกต่างกันจำนวน 10 ชุด แต่ละชุดมีค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบจำนวน 1,000 ค่า รวมข้อมูลที่ใช้ในการทดลองทั้งสิ้นจำนวน 10,000 ค่า โดยการทดลองจะถูก

ทำซ้ำจำนวน 10 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 10) ในแต่ละครั้งจะใช้ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบทีละชุด (1,000 ค่า) และทุกครั้งของการทดลองจะใช้คลังข้อสอบจำลองชุดเดียวกันขนาด 500 ข้อ ที่ผ่านการจัดกลุ่มตามระดับค่าความยากไว้แล้ว ซึ่งผลการศึกษาในแต่ละครั้ง จะได้ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบและจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบจำนวน 1,000 ค่า

จากนั้นคำนวณค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (average bias) ของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเทียบกับค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ และค่ากลาง (Median) ของจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ได้แก่ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error--RMSE) , ค่าความลำเอียงเฉลี่ย (average bias) ซึ่งสถิติดังกล่าวจะใช้คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเทียบกับค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบเมื่อสิ้นสุดกระบวนการทดสอบ นอกจากนี้ยังใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเทียบกับค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบในระหว่างกระบวนการของ ACS และใช้การค่ามัธยฐาน (median) ในการหาค่ากลางของจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบ

ผลการวิจัย

การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมตามขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้ ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการจำลองค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

1.1 คลังข้อสอบจำลอง ถูกจำลองขึ้นจากการสุ่มตัวเลขที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มด้วยโปรแกรม WinGen3 สามารถแสดงผลการจำลองดังตาราง 1

ตาราง 1

ค่าสถิติพื้นฐานของค่าพารามิเตอร์ข้อสอบในคลังข้อสอบจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ	n	Min	Max	Mean	SD
a	500	0.502	2.497	1.479	0.575
b	500	-2.477	2.499	-0.101	1.455
c	500	0.001	0.300	0.149	0.086

จากตาราง 1 ผลจำลองค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำนวน 500 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ 3 ค่า (3PLM) ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a), (2) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และ (3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) ซึ่งขอบเขตของค่าสถิติต่าง ๆ เป็นไปตามเกณฑ์คุณสมบัติของข้อสอบมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.2 ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ ถูกจำลองขึ้นโดยกำหนดให้โปรแกรมสุ่มข้อมูลจากเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ $N(0,1)$ จำนวน 10,000 ค่า ผลการจำลองแสดงได้ดังตาราง 2

ตาราง 2

ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

θ	n	Min	Max	Mean	SD
ชุดที่ 1	1,000	-3.224	4.255	.007	1.004
ชุดที่ 2	1,000	-3.200	3.308	.035	1.044
ชุดที่ 3	1,000	-3.301	3.463	.031	1.023
ชุดที่ 4	1,000	-3.386	3.065	.010	1.003
ชุดที่ 5	1,000	-2.784	3.080	.004	0.938
ชุดที่ 6	1,000	-2.841	3.247	.034	1.000
ชุดที่ 7	1,000	-3.598	3.418	-.002	1.004
ชุดที่ 8	1,000	-3.249	3.098	.013	1.016
ชุดที่ 9	1,000	-3.222	3.509	.004	1.019
ชุดที่ 10	1,000	-3.530	3.617	.037	1.035

จากตาราง 2 ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบแบ่งเป็นชุด ๆ ละ 1,000 ค่า รวมทั้งหมด 10 ชุด

ซึ่งค่าความสามารถที่แท้จริงที่จำลองขึ้นดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการทดสอบเพื่อจำลองผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อ และการหาค่าความคลาดเคลื่อน

ของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในกระบวนการของ ACS ต่อไป

2. ผลการจัดกลุ่มข้อสอบตามค่าความยากของข้อสอบ

ตาราง 3

ค่าสถิติพื้นฐานของการจัดกลุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบจำลอง

ระดับความยาก	จำนวนข้อสอบ	Min	Max	Mean	SD
ง่ายมาก	100	-2.477	-1.560	-2.064	0.280
ง่าย	123	-1.537	-0.522	-1.024	0.320
ปานกลาง	90	-0.493	0.453	0.009	0.284
ยาก	87	0.516	1.470	0.991	0.261
ยากมาก	100	1.477	2.499	1.950	0.287

จากตาราง 3 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและจำนวนข้อสอบของการจัดกลุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบจำลองด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio 8 พบว่าข้อสอบที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีค่าความยากอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ข้อสอบที่ถูกจัดอยู่ต่างกลุ่มกันจะมีค่าความยากแตกต่างกันในลักษณะเป็นลำดับ และจำนวนข้อสอบในแต่ละกลุ่มความยากดังกล่าวจะมีจำนวนที่แตกต่างกันไป ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-Means Clustering

3. ผลการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมตามกระบวนการที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยใช้ภาษา Java และรันทดลองโปรแกรมตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดบนโปรแกรม NetBeans IDE

การทดลองดังกล่าวได้ทำการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีอาณานิคม เช่น จำนวนประชากรมด, จำนวนรอบการค้นหาคำตอบ เพื่อหาโมเดลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาการเลือกข้อสอบข้อถัดไป แล้วนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่กำหนด

ผลการทดลองสามารถสรุปผลเฉลี่ยของค่า RMSE, Average Bias และ Median (จากข้อสอบทั้งหมด 10,000 ค่า) เมื่อรันโปรแกรมครบจำนวน 10 ครั้ง ของทุก ๆ ACS โมเดล ได้ดังตาราง 4

ตาราง 4

ผลสรุปค่าเฉลี่ยเมื่อรันโปรแกรมครบ 10 ครั้ง ของค่า RMSE, Average Bias และ Median จากการทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

จำนวนประชากรมด	จำนวนรอบ การค้นหาคำตอบ	ค่าเฉลี่ย RMSE	ค่าเฉลี่ย Average Bias	ค่า Median จำนวนข้อสอบ
10	50	0.271	0.036	21
	100	0.189	-0.046	21
	200	0.154	-0.081	23
20	50	0.164	-0.036	23
	100	0.098	-0.050	25
	200	0.076	-0.074	25
30	50	0.134	-0.015	19
	100	0.078	-0.070	18
	200	0.074	0.001	15

จากตาราง 4 ผลการทดลองพบว่าโมเดล ACS ที่ใช้ จำนวนประชากรมดจำนวน 30 ตัว และจำนวนรอบการค้นหาข้อสอบจำนวน 200 รอบ เป็นโมเดลที่แสดงค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 0.074, ค่า Average Bias เข้าใกล้ศูนย์ที่สุด คือ 0.001 ซึ่งมีค่าประมาณความสามารถของผู้สอบสูงกว่าค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบเล็กน้อย และมีค่า Median ของจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบน้อยที่สุดคือ 15 ข้อ จึงสรุปได้ว่าโมเดล ACS ที่ใช้ จำนวนประชากรมดจำนวน 30 ตัว และจำนวนรอบการค้นหาข้อสอบจำนวน 200 รอบ เป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุด

4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น กับวิธี MIC และ HC-Ex ซึ่งได้กล่าวไปรายละเอียดไปแล้วในกรอบแนวคิดการวิจัย ข้างต้น สามารถสรุปผลเฉลี่ยของค่า RMSE, Average Bias และ Median (จากข้อสอบทั้งหมด 10,000 ค่า) เมื่อรันโปรแกรมครบจำนวน 10 ครั้ง ของทุก ๆ วิธีการคัดเลือกข้อสอบ ผลการเปรียบเทียบแสดงได้ดังตาราง 5

ตาราง 5

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป

วิธีคัดเลือกข้อสอบ	ค่าเฉลี่ย RMSE	ค่าเฉลี่ย Average Bias	ค่า Median
MIC	0.564	0.058	11
HC-Ex	0.341	-0.001	9
ACS	0.097	0.001	15

จากตาราง 5 พบว่าวิธี ACS ที่นำเสนอมีประสิทธิภาพของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบสูงกว่าวิธี MIC และวิธี HC-Ex ตามลำดับ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย RMSE ที่มีค่าน้อยที่สุด แต่เมื่อเทียบกับจำนวนข้อสอบที่ใช้งานแล้ว วิธีที่นำเสนอใช้ข้อสอบในการทดสอบมากที่สุดโดยพิจารณาจากค่า Median ที่มีค่าสูงสุด ซึ่งเป็นผลจากการออกแบบการเลือกข้อสอบข้อถัดไปในกระบวนการ ACS ที่ต้องการให้ระบบสามารถเลือกข้อสอบได้กระจายไปยังระดับความยากต่าง ๆ

ได้ทั่วถึงมากยิ่งขึ้น จึงกำหนดให้ทำข้อสอบอย่างน้อย 15 ข้อ ถึงจะสามารถหยุดทดสอบได้

อย่างไรก็ตามเมื่อผู้วิจัยทำการทดลองให้กระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปทุกวิธี หยุดทดสอบ เมื่อใช้ข้อสอบในการทดสอบเท่ากับ 9 ข้อ (เท่ากับวิธีการคัดเลือกข้อสอบ HC-Ex ที่ให้ผลการใช้ข้อสอบในการทดสอบน้อยที่สุด) ผลการทดลองแสดงดังตาราง 6

ตาราง 6

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปเมื่อกำหนดให้ใช้จำนวนข้อสอบเท่ากัน

วิธีคัดเลือกข้อสอบ	ค่าเฉลี่ย RMSE	ค่าเฉลี่ย Average Bias
MIC	0.683	0.089
HC-Ex	0.341	-0.001
ACS	0.281	-0.017

จากตารางที่ 6 เมื่อกำหนดให้ทุกวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปหยุดทดสอบเมื่อใช้ข้อสอบเท่ากัน พบว่าวิธี ACS มีประสิทธิภาพของการประมาณค่าความสามารถของข้อสอบสูงกว่าวิธี MIC และ HC-EX

จากผลการทดลองดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าถึงแม้จะกำหนดให้กระบวนการ ACS ที่นำเสนอหยุดทดสอบเมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 9 ข้อ (ซึ่งน้อยกว่าที่ออกแบบไว้คือให้ทำข้อสอบอย่างน้อย 15 ข้อ) ค่าเฉลี่ย RMSE ของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ก็ยังคงมีค่าน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปอีก 2 วิธีดังกล่าว

การอภิปรายผล

การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมดที่นำเสนอ เป็นวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในกลุ่มที่ใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีกระบวนการออกแบบให้ระบบสามารถคิดวิเคราะห์และ

ตัดสินใจเพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้เองอย่างอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและขอบเขตของคำตอบที่เป็นไปได้ได้อย่างครอบคลุม ดังนั้นหากนำวิธีอาณานิคมมดมาออกแบบประยุกต์กับการเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์อาจส่งผลให้การเลือกข้อสอบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยที่แสดงทั้งหมดข้างต้นสรุปได้ว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่นำเสนอมีประสิทธิภาพโดยรวมของการคัดเลือกข้อสอบสูงกว่าวิธีที่นำมาเปรียบเทียบบีก 2 วิธี โดยให้น้ำหนักความผิดพลาดของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเป็นหลัก ในขณะเดียวกันผู้วิจัยได้ทดลองให้กระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ใช้วิธีคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปทั้งสามวิธี หยุดทดสอบพร้อมกันเมื่อใช้จำนวนข้อสอบเท่ากับวิธีการคัดเลือกข้อสอบ HC-Ex ที่ให้ผลการใช้ข้อสอบในการทดสอบน้อยที่สุดคือ 9 ข้อ ผลการทดสอบพบว่าวิธีที่นำเสนอก็ยังมีค่าเฉลี่ย RMSE ต่ำสุด

จากผลการวิจัยทั้งหมดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการออกแบบกระบวนการของวิธีอาณานิคมมดให้สามารถเลือกข้อสอบข้อถัดไปได้กระจายครอบคลุมไปตามกลุ่มความยากต่าง ๆ ของข้อสอบให้ได้มากที่สุด โดยอิงตามระดับความสามารถของผู้สอบก่อนที่จะหยุดการทดสอบ รวมถึงข้อสอบทุกข้อได้ถูกเลือกเพื่อจัดวางในตำแหน่ง TDT ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้การเลือกข้อสอบยังไม่กระจุกตัวอยู่เพียงกลุ่มความยากใดกลุ่มความยากหนึ่ง หรือมีทิศทางการเลือกข้อสอบที่ตายตัวจึงทำให้ข้อสอบที่ผู้ทดสอบได้รับมีความเหมาะสมต่อระดับความสามารถของผู้ทดสอบ ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะของคอมพิวเตอร์สามารถประมาณค่าความสามารถของผู้ทดสอบได้ใกล้เคียงกับ

ความสามารถของผู้สอบ โดยใช้จำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบจำนวนน้อยได้โดยไม่ลดประสิทธิภาพของการทดสอบลง

อย่างไรก็ตามการทดสอบวิธีการเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่นำเสนอและวิธีที่นำมาเปรียบเทียบนั้ดำเนินการโดยการจำลองคลังข้อสอบ จำลองผู้สอบ และผลการตอบข้อสอบ เนื่องจากต้องการข้อมูลที่ครอบคลุมในการทดสอบ ดังนั้นเพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัย ควรทดสอบกับข้อมูลข้อสอบจริง พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอาณานิคมมดกับคะแนนรวมของผู้สอบที่ได้จากการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing--CT) ในลำดับต่อไป



References

- Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(3), 268-308.
- Chang, H. H., & Ying, Z. (2008). A-stratified multistage computerized adaptive testing. *Applied Psychological Measurement*, 23(3), 211-222.
- De Ayala, R. J. (2009). *The theory and practice of item response theory*. London: Guilford.
- Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 53-66.
- Dorigo, M., & Stützle, T. (2004). *Ant colony optimization*. London: The MIT.
- Han, K. T. (2012). An efficiency balanced information criterion for item selection in computerized adaptive testing. *Journal of Educational Measurement*, 49(3), 225-246.
- Hsieh, T. Y., & Kuo, B. C. (2010). Information-based item selection with blocking strategy based on a Bayesian network. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 9(7) 1160-1169.
- Karahoca, A., Karahoca, D., & Ince, F. (2009). ANFIS supported question classification in computer adaptive testing (CAT). *Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis*, Famagusta.

- Koedsri, A., Lawthong, N., & Ngudgratoke, S. (2014). Efficiency of item selection method in variable-length computerized adaptive testing for the testlet response model: Constraint-weighted a-stratification method. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116(2014), 1890-1895.
- Phankokkrud, M., & Woraratpanya, K. (2012). Item classification algorithm for computer adaptive testing based on web services. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(1), 835-847.
- Premthongsuk, P., Chadcham, S., & Pradujprom, P. (2017). Development of the next item selection procedure using hurwicz criterion and item exposure control for computerized adaptive testing. *Veridian e-Journal*, 4(6), 32-50. (in Thai)
- Reckase, M. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York: Springer.
- Thompson, N. A., & Weiss, D. J. (2011). A framework for the development of computerized adaptive tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 16(1), 1-9.
- Van Der Linden, W. J., & Glas, G. A. W. (2002). *Computerized adaptive testing: Theory and practice*. New York: Kluwer Academic.
- Verdú, E., Verdú, M. J., Regueras, L. M., De Castro, J. P., & García, R. (2012). A genetic fuzzy expert system for automatic question classification in a competitive learning environment. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7471-7478.



การเอนแคปซูเลชันแอนโทไซยานินจากซังข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย

Anthocyanin Encapsulation from Purple Corncob by Spray Drying

ธัญนันท์ ฤทธิมณี^{1,2} และอภिरดา พรปณณวิชญ์³

Thanyanun Rithmanee^{1,2} and Apirada Phonpannawit³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

²ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²Center of Excellence in Plant Biotechnology, Chiang Mai Rajabhat University

³คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

³Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำที่สกัดได้จากซังข้าวโพดหวานสีม่วง และ (2) เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการแปรรูปสารสกัดจากซังข้าวโพดหวานสีม่วงชนิดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ซังข้าวโพดหวานสีม่วง นำมาต้มเคี่ยวสกัดให้ได้สารสีแอนโทไซยานิน จากผลการทดลองพบว่า น้ำซังข้าวโพดที่สกัดได้มีสีม่วงคล้ำจากสารสีแอนโทไซยานิน ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.26 mg/g และปริมาณคาเทชิน 101.02 mg/kg จากนั้นใช้เทคโนโลยีการเอนแคปซูเลชันด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยการนำมอลโทเดกซ์ทรินมาใช้เป็นสารเอนแคปซูเลชันด้วยปริมาณ 3, 5 และ 7% (w/v) นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD พบว่า ค่า L^* และ a^* ของตัวอย่างผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินค่า L^* และ b^* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a^* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำของทุกตัวอย่างไม่มีของแข็งเกิดขึ้นในระหว่างการปั่นเหวี่ยง ซึ่งค่าความชื้นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน 3% (w/v) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน 5 และ 7% (w/v) โดยค่า a_w ความชื้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลงแต่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่ 3% (w/v) ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดที่ 6.82 mg/g

คำสำคัญ: แอนโทไซยานิน, ซังข้าวโพดหวานสีม่วง, เอนแคปซูเลชัน, การทำแห้งแบบพ่นฝอย, มอลโทเดกซ์ทริน

Abstract

This research was experimental work. The objectives of this research were as follows: (1) to studied physical and chemical qualities of water extract from purple corncob and (2) to studied the appropriate content of maltodextrin purple corncob powder by encapsulation using spray drying.

The anthocyanin can be extracted by boiling from the residue purple corncobs from the agricultural process. The solution found that the water extract color from purple corncob was dark purple from anthocyanin pigment with 11.26 mg/g content and catechin content 101.02 mg/kg. Following the above step the encapsulation technology by spray drying for encapsulating with maltodextrin concentration of 3, 5 and 7% have been applied. The physical and chemical qualities have been studied. The experiment was carried out in triplicate by using CRD. The demonstrated results found that L^* and a^* values of purple corncob powder with 3 maltodextrin concentration were significantly different ($p \leq 0.05$). L^* and b^* values were significantly increased with enrichment maltodextrin ($p \leq 0.05$) but a^* value was significantly decreased ($p \leq 0.05$). Water solubility index was not found solid during centrifuged. Moisture content and total soluble solids of purple corncob with maltodextrin concentration of 3% was significantly different ($p \leq 0.05$) among purple corncob with maltodextrin concentration of 5 and 7%. aw, moisture content, titratable acidity and anthocyanin content were decreased but total soluble solid was increased with enrichment maltodextrin. The purple corncob powder with maltodextrin concentration of 3% had the highest anthocyanin content 6.82 mg/g.

Keywords: anthocyanin, purple corncob, encapsulation, spray drying, maltodextrin



บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีสิ่งสูญเสียและเหลือใช้ทางการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว เปลือกมะพร้าว ชานอ้อย และวัชพืชต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยทิ้งให้เป็นปุ๋ย หรือรอกการเผาทำลายอยู่เป็นจำนวนมาก (Chutchun, 2004)

ชังข้าวโพด (corn cob) เป็นของเหลือในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร โดยปกติจะนำมาใช้ประโยชน์ในรูปอาหารสัตว์ (Pengthina et al., 2013) โดยข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ทุกคนรู้จักโดยทั่วไป ข้าวโพดที่ปลูกอยู่ในบ้านเราแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดรับประทานฝักสด โดยเฉพาะข้าวโพดรับประทานฝักสดที่ทุกคนโดยทั่วไปรู้จัก คือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดแปดแถว ข้าวโพดเทียน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดข้าวเหนียว (Denduangdee & Subantom, 2014)

ปัจจุบันได้มีข้าวโพดหวานสีม่วงจัดอยู่ในตระกูล Gramineae ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับหญ้าหรือข้าว มีชื่อ

ทางวิทยาศาสตร์ว่า Zeamays Line var. rugasa หรือ saccharata (Thai Food Processors' Association, 2015) เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จากโครงการธุรกิจข้าวโพด ของบริษัท เจียไต่ จำกัด (เชียงใหม่) ในชังข้าวโพดหวานสีม่วงที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนั้น มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร

ในการต้มเคี่ยวสกัดให้ได้สารสีแอนโทไซยานินนั้น ได้มีการใช้เทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน (encapsulation technology) ที่เป็นกระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มอยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบาง ๆ เกิดเป็นไมโครแคปซูลซึ่งมีขนาดประมาณ 1-1,000 ไมครอนชั้นพอลิเมอร์บาง ๆ นี้เองที่จะเป็นตัวป้องกันหรือปลดปล่อยสารสำคัญภายในออกมาเมื่อต้องการ โดยทำให้เกิดฟิล์มบาง ๆ รอบอนุภาค หรือทำให้เกิดเป็นอิมัลชัน และทำให้แห้ง (Chaovanalikit & Itthisoponkul, 2011) โดยมอลโทเดกซ์ตริน เป็นคาร์โบไฮเดรต โพลิเมอร์ที่ผลิตได้จากแป้ง ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติ

เป็นสารกักเก็บ (coating material) ในการป้องกันสารถูกกักเก็บ (core) จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Shahidi & Han, 1993) มีคุณสมบัติเด่นในด้านการให้ความหนืดต่ำเมื่อใช้ที่ปริมาณของแข็งสูง ๆ ซึ่งเหมาะกับกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย และยังมีน้ำหนักโมเลกุลที่หลากหลาย ทำให้ได้ชั้นของวอลล์แตกต่างไปตามต้องการ (Chaovanalikit & Itthisoponkul, 2011) ในกระบวนการผลิตเอนแคปซูเลชันโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้น วิธีการต้มซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงสามารถสกัดให้ได้สารสีแอนโทไซยานินที่ถูกเอนแคปซูเลทด้วยการละลายส่วนผสมของสารกักเก็บ (coating material) และสารถูกกักเก็บ (core) ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้เลย (Pimnak, 2009) โดยมีรายงานการวิจัยที่ได้มีการสกัดสารแอนโทไซยานินจากซึ่งข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง (พันธุ์ข้าวเก่า) (Denduangdee & Subantom, 2014) และซึ่งข้าวโพดสีม่วง (Muangrat et al., 2014) เป็นต้น ซึ่งในการทดลองนี้ได้นำซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จากโครงการธุรกิจข้าวโพดของบริษัท เจียไต๋ จำกัด (เชียงใหม่) มาทำการสกัดสารแอนโทไซยานินด้วยน้ำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำที่สกัดได้จากซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง
2. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเด็กซ์ทรินในการแปรรูปสารสกัดจากซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงชนิดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

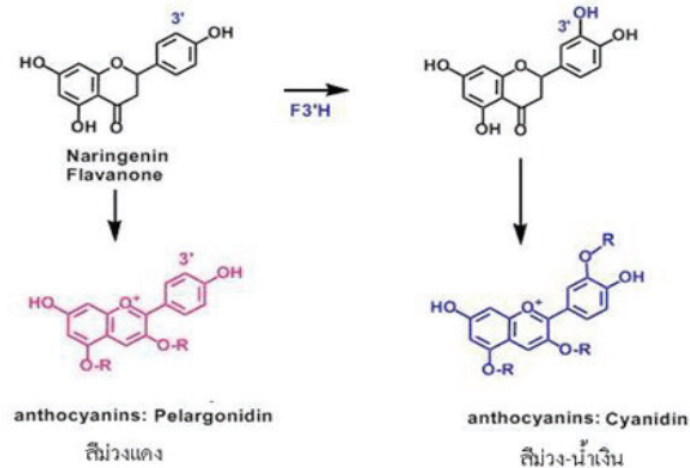
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน (anthocyanins) มาจากภาษากรีกคำว่า anthos แปลว่าดอกไม้ และ kyanos แปลว่าสีน้ำเงิน แอนโทไซยานินเป็นสารสีกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญมากในพืชให้ลักษณะปรากฏของสีในพืชเป็นช่วงกว้างตั้งแต่สีน้ำเงิน

ม่วงแดง ม่วงน้ำเงิน แดงม่วง แดง และส้ม แอนโทไซยานินมีโครงสร้างพื้นฐานเป็น ฟลาวิลีียมแคทไอออน (flavylium cation) การแทนที่บนแคทไอออนทำให้เกิดแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidin) ที่แตกต่างกัน แอนโทไซยานินจะประกอบด้วยแอนโทไซยานิดินที่เกิดพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาลอย่างน้อย 1 ชนิด (Tanthapanichakoon, 1990)

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่จัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารให้สีตามธรรมชาติ โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง แอนโทไซยานินมีโครงสร้างเป็นแบบ C6-C3-C6 (Khunmuang, 2008) ซึ่งเป็นไกลโคไซด์ของ 2-phenylbenzopyrylium หรือ flavylium cation ที่มีด้วยกันหลายชนิด แต่มีอยู่ 6 ชนิดเท่านั้นที่พบบ่อย ได้แก่ pelargonidin, cyanidin, delphinidin, peonidin, petunidin และ malvidin ในสารละลายตัวกลาง แอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH indicator) คือให้สีแดงที่ pH ต่ำ ให้สีน้ำเงินที่สภาวะเป็นกลางและไม่มีสีที่ pH สูง โดยมีโครงสร้างของแอนโทไซยานินชนิดสีแดงและสีม่วง-น้ำเงินดังภาพ 1 แอนโทไซยานินพบในพืชทั้งในดอกและในผลของพืช เป็นสารที่ละลายในน้ำได้ดี มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน ซึ่งวารสารทางการแพทย์ ทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป ยกย่องคุณประโยชน์ของแอนโทไซยานินว่า ช่วยลดโอกาสการเกิดมะเร็ง โดยเฉพาะมะเร็งชนิดเนื้องอก ช่วยเสริมให้ร่างกายต่อต้านเชื้อโรคและسمานแผล เสริมภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ดีขึ้น ส่งเสริมการทำงานของเม็ดเลือดแดง ช่วยลดการเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือด ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ เพิ่มความสามารถในการมองเห็น ช่วยลดความเสี่ยงของดวงตา ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน ช่วยลดความแก่โดยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ดังนั้นหากใครสามารถรับประทานข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงได้เป็นประจำจะได้รับประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพและทำให้ร่างกายปราศจากโรคภัยต่าง ๆ (Denduangdee & Subantom, 2014)



ภาพ 1 โครงสร้างของแอนโทไซยานินชนิดสีแดงและสีม่วงน้ำเงิน

การสกัดแอนโทไซยานินจากวัตถุดิบที่เป็นกลุ่มข้าวโพดสีม่วง มีการใช้วิธีคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤติและเมทานอลเป็นตัวทำละลายร่วม โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดคือ อัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤติต่อตัวทำละลายร่วมเมทานอลโดยเป็นการสกัดสารแอนโทไซยานินจากซึ่งข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง (พันธุ์ข้าวกำ) (Denduangdee & Subantom, 2014) นอกจากนี้ได้มีการใช้ตัวทำละลายเมทานอล เอทานอล และน้ำ ในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากซึ่งข้าวโพดสีม่วงด้วยวิธีการสกัดแบบซอกซ์เลต (soxhlet extraction) (Muangrat et al., 2014)

เทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation technology)

เทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน เป็นกระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มอยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบาง ๆ เกิดเป็นไมโครแคปซูลซึ่งมีขนาดประมาณ 1-1,000 ไมครอน ชั้นพอลิเมอร์บาง ๆ นี้เองที่จะเป็นตัวป้องกันหรือปลดปล่อยสารสำคัญภายในออกมาเมื่อเราต้องการ โดยทำให้เกิดฟิล์มบาง ๆ รอบอนุภาค หรือทำให้เกิดเป็นอิมัลชัน และทำให้แห้ง ซึ่งสารสำคัญที่ต้องป้องกันในไมโครแคปซูลจะถูกเรียกว่า คอร์ (core) และผนังบาง ๆ ที่ห่อหุ้มสารสำคัญจะถูกเรียกว่า วอลล์ (wall) ลักษณะของวอลล์ (wall) ที่ดีควรจะมีความสามารถแผ่เป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ได้ มีความยืดหยุ่น

และแข็งแรงเพียงพอ มีความสามารถทำให้เกิดอิมัลชัน มีความสามารถในการยึดติดกับคอร์ (core) ได้ดี โดยไม่ทำปฏิกิริยากัน มีความหนืดต่ำ เมื่ออยู่ในสถานะของแข็งต้องไม่ขึ้นง่าย นอกจากนี้ยังต้องมีความคงตัวสูง เพื่อจะป้องกันคอร์ (core) จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และปลดปล่อยคอร์ (core) ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน จะเห็นได้ว่าวอลล์ (wall) เป็นตัวการที่สำคัญของเทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชัน ดังนั้นการเลือกใช้สารที่จะนำมาทำเป็นวอลล์ (wall) จึงจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งต่อสารสำคัญ และต่อสภาวะที่ต้องการใช้ ในบางครั้งอาจจะต้องทำวอลล์ (wall) 2 ชั้น ชั้นในเพื่อปกป้องคอร์ (core) และชั้นนอกเพื่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานในการกักเก็บกลิ่น สี เป็นต้น สารที่สามารถนำมาทำเป็นวอลล์ (wall) ได้มีมากมายหลายชนิด ที่นิยมใช้และมีราคาไม่แพงคือ สารในกลุ่มของแป้ง เช่น มอลโทเดกซ์ตริน (maltodextrin) (Chaovanalikit & Itthisoponkul, 2011)

มอลโทเดกซ์ตริน เป็นคาร์โบไฮเดรตพอลิเมอร์ที่ผลิตได้จากแป้ง มีกลูโคสโมโนเมอร์อยู่ 5-10 หน่วยต่อโมเลกุล ขึ้นอยู่กับค่า DE (Dextrose Equivalent) ซึ่งมอลโทเดกซ์ตรินจะมีค่า DE น้อยกว่า 20 น้ำหนักโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ตรินจะลดลงเมื่อค่า DE เพิ่มขึ้น เช่น น้ำหนักโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ตริน DE5 DE10 DE15 มีค่า 3600 1800 และ 1200 ตามลำดับ คุณสมบัติโดยทั่วไปของมอลโทเดกซ์ตรินคือ ละลายน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติ

ในการป้องกันคอร์ (core) จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Shahidi & Han, 1993) มีคุณสมบัติเด่นในด้านการให้ความหนืดต่ำเมื่อใช้ที่ปริมาณของแข็งสูง ๆ ซึ่งเหมาะกับกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย และยังมีน้ำหนักโมเลกุลที่หลากหลาย ทำให้ได้ชั้นของวอลล์แตกต่างไปตามต้องการ (Chaovanalikit & Itthisoponkul, 2011)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จากโครงการธุรกิจข้าวโพดของบริษัท เจียไต๋ จำกัด (เชียงใหม่) มาเพิ่มมูลค่าด้วยการนำมาใช้ประโยชน์โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การอาหารด้วยการนำมาต้มเคี่ยวสกัดด้วยน้ำให้ได้สารสีแอนโทไซยานิน และใช้เทคโนโลยีการเอนแคปซูเลชันด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมีการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่อไปได้

สมมติฐานการวิจัย

การนำเอาโมลโทเด็กซ์ทรีนมาใช้เป็นสารเอนแคปซูเลตติ้งในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยสามารถนำมาทำเป็นสารเอนแคปซูเลตติ้ง (encapsulating) หรือวอลล์ (wall) ให้กับสารแอนโทไซยานินจากตัวอย่างน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จากโครงการธุรกิจข้าวโพดของบริษัท เจียไต๋ จำกัด (เชียงใหม่)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

1.1 การสกัดชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง (ชั่งแห้ง) ล้างชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงให้สะอาดตัดเป็นท่อน ชั่งน้ำหนัก 250 กรัม ต้มในน้ำสะอาดในระบบเปิด ด้วยปริมาตร 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 80°C นาน 30 นาที แล้วนำมากรอง

1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

- หาค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องมือ Color-meter

1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

- ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid--TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer

- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity --TA) (AOAC, 2000)

- สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method

- ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี pH differential ตามวิธีการของ Fulkei and Francis (1998)

2. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเด็กซ์ทรีนในการแปรรูปน้ำสกัดจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ให้เป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

น้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง นำไปเอนแคปซูเลชัน โดยนำสารเอนแคปซูเลตติ้ง ด้วยมอลโทเด็กซ์ทรีน DE 10 ในปริมาณความเข้มข้น 3, 5 และ 7% โดยน้ำหนัก (w/v) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer: SDE-10, ประเทศไทย) ด้วยอุณหภูมิเข้า 180°C และอุณหภูมิออก 80°C เก็บตัวอย่างผงในขวดแก้วสีชาที่มีฝาปิดสนิท แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

- ค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องมือ Color-meter

- ดัชนีการละลายน้ำ (Water Solubility Index --WSI) ตามวิธีของ Kha, Nguyen and Roach (2010)

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

- ปริมาณความชื้น (moisture content) ตามวิธีของ AOAC (2000)
 - ค่า water activity (aw) ด้วยเครื่อง Water activity meter
 - ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (AOAC, 2000)
 - ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid--TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer
 - ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity--TA) (AOAC, 2000)
 - ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี pH differential ตามวิธีการของ Fulkei and Francis (1998)
- ## 2.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง นำผงจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงมา

ทำการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope--SEM)

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำค่าที่ได้จากการทดลองสมบัติทางเคมีและกายภาพมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

การวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ได้ผลดังแสดงในตาราง 1 และ 2

ตาราง 1

สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

สมบัติทางกายภาพ	
L*	4.41±0.02
a*	28.05±0.04
b*	7.37±0.09
สมบัติทางเคมี	
pH	5.51±0.04
TSS (%brix)	1.63±0.06
ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	0.04±0.00
ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/g)	11.26±0.15

ตาราง 2

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

สารประกอบฟีนอลิก	ปริมาณฟีนอลิก (mg/kg)
Gallic acid	6.62
Apigenin	2.32
Isoquercetin	16.32
Quercetin	34.32
Rutin	20.23
Catechin	101.02
Tannic acid	44.41

จากตาราง 1 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง พบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) ที่เข้าใกล้ 0 เนื่องจากน้ำชั่งข้าวโพดที่สกัดได้มีสีม่วงคล้ำจากสารสีแอนโทไซยานิน โดยจากการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.26 mg/g ซึ่งแอนโทไซยานินจัดเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ (water-soluble pigments) จากการศึกษาของศุภฤชชญา เหมะธูลิน และคณะ (Hematurin et al., 2014) ในการใช้ประโยชน์ชั่งข้าวโพดม่วงในส่วนผสมเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเม้าและฟักข้าว พบว่าสามารถใช้ประโยชน์จากชั่งข้าวโพดได้โดยการต้มสกัดด้วยน้ำ จนได้น้ำต้มชั่งข้าวโพดที่สามารถใช้ทดแทนน้ำผลไม้ได้สูงสุดร้อยละ 19.50 ที่อุดมไปด้วยสารต้านออกซิเดชันจากแอนโทไซยานินในชั่งข้าวโพดสีม่วง

เมื่อทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ดังตาราง 2 พบว่า มีปริมาณคาเทชินมากที่สุดที่ปริมาณ 101.02 mg/kg โดยคาเทชิน (catechin) เป็นฟลาโวนอยด์ที่พบมากในยอดใบชาสด และชาเขียวเป็นกลุ่มฟลาวานอลหรือฟลาวาน-

3-อล (flavanols หรือ flavan-3-ols) ฟลาวานอลในชา มีชื่อเรียกเฉพาะว่าคาเทชิน (catechins) ซึ่งมีประมาณ 75% ของโพลีฟีนอลทั้งหมด คาเทชินเป็นสารไม่มีสี ละลายน้ำได้ดี ให้รสชาติดฝาด (Theppakorn, 2013) ซึ่งสารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และสารแอนโทไซยานินเป็นกลุ่มของสารไฟโตเคมีคอลที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช แม้ว่ารงควัตถุเหล่านี้จะไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ แต่มีความสามารถในการต้านออกซิเดชัน และคุณสมบัติทางชีวภาพต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อสุขภาพรวมถึงมีผลทางการรักษาที่หลากหลาย (Kokkaew, Srithanyarat & Pitirit, 2014)

2. ปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเด็กซ์ทรินในการแปรรูปน้ำสกัดจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงให้เป็นผง ด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

2.1 สมบัติทางกายภาพของผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง

การวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพของผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

สมบัติทางกายภาพของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง

ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน	ค่าสี			WSI
	L*	a*	b*	
3%	46.85 ^c ±0.11	19.92 ^a ±0.01	1.88 ^b ±0.00	ไม่มีตะกอน
5%	52.82 ^b ±0.05	18.66 ^b ±0.01	2.42 ^a ±0.04	ไม่มีตะกอน
7%	55.76 ^a ±0.04	17.27 ^c ±0.01	2.35 ^a ±0.00	ไม่มีตะกอน

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 3 เมื่อนำผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง ด้วยปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3, 5 และ 7% มาวัดค่าสี และดัชนีการละลายน้ำ (WSI) พบว่า ค่าความสว่าง L* และ a* ของตัวอย่างผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน ค่าความสว่าง (L*) และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a* มีค่าลดลง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำของทุกตัวอย่างไม่มีของแข็งเกิดขึ้นในระหว่างการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge แสดงว่าผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงสามารถละลายน้ำได้หมดโดยไม่มีตะกอน

2.2 สมบัติทางเคมีของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง

การวิเคราะห์สมบัติทางด้านเคมีของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4

สมบัติทางเคมีของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง

ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน	a _w	ความชื้น (%wb)	TSS (%brix)	pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/g)
3%	0.30 ^a ±0.00	7.12 ^a ±0.48	23.40 ^b ±1.04	5.58 ^b ±0.03	0.14 ^a ±0.00	6.82 ^a ±0.52
5%	0.25 ^b ±0.00	4.88 ^b ±0.31	25.00 ^a ±0.12	5.59 ^b ±0.03	0.09 ^b ±0.00	4.75 ^b ±0.08
7%	0.19 ^c ±0.00	4.29 ^b ±0.36	25.03 ^a ±0.97	5.73 ^a ±0.02	0.07 ^c ±0.00	3.57 ^c ±0.11

*ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วง (ดังแสดงในตาราง 4) พบว่า ค่า a_w, %TA และปริมาณแอนโทไซยานินของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความชื้นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3%

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผงซึ่งข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 5 และ 7% โดยค่า a_w ความชื้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลงแต่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น

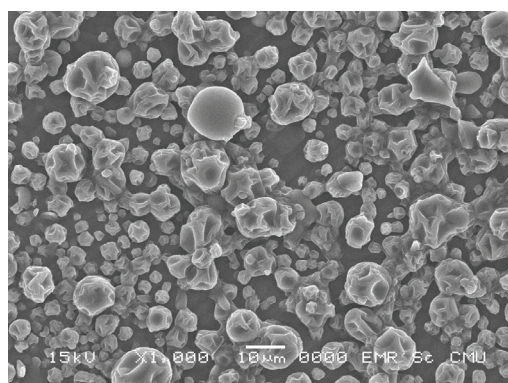
ปริมาณแอนโทไซยานินในผงชงข้าวโพดหวานสีม่วงมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่สกัดได้จากชงข้าวโพดหวานสีม่วง (ดังตาราง 1) โดยปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ 3% ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดที่ 6.82 mg/g

การใช้สารเอนแคปซูเลตติ้งได้แก่ มอลโทเด็กซ์ทริน ความเข้มข้น 7% โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ผงชงข้าวโพดหวานสีม่วงมีปริมาณความชื้น และค่า a_w ต่ำที่สุด เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทริน มีสมบัติการดูดความชื้นต่ำ เมื่อใช้ในปริมาณสูงจึงช่วยทำให้คุณสมบัติการดูดความชื้นของผงชงข้าวโพดหวานสีม่วงดีขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของอลิษา ขุนทะวาด และจินตนา ศรีผุย (Khunthawad & Sripui, 2013) พบว่า การเอนแคปซูเลชันโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำมะเฒ่าด้วยการใช้สารเอนแคปซูเลตติ้งทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอลโทเด็กซ์ทริน กัมอาราบิก และสารผสม

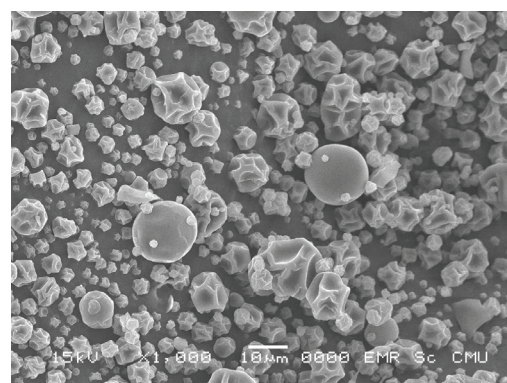
มอลโทเด็กซ์ทรินและกัมอาราบิก ที่ความเข้มข้น 10 และ 30% โดยน้ำหนักนั้น ผลปรากฏว่าการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก เป็นสารเอนแคปซูเลตติ้งทำให้ผงมะเฒ่ามีปริมาณความชื้นและการดูดความชื้นต่ำที่สุดและการละลายสูงที่สุด ซึ่งส่งผลให้ผงมะเฒ่ามีสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความคงตัวสูงและมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

2.3 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของผงชงข้าวโพดหวานสีม่วง

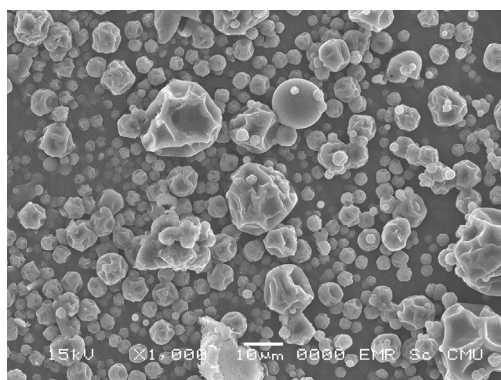
เมื่อนำผงชงข้าวโพดหวานสีม่วงที่ผ่านการเอนแคปซูเลชันด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณ 3, 5 และ 7% ไปศึกษา ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคโดยใช้เครื่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope--SEM) ด้วยกำลังขยาย 1,000X แสดงดังภาพ 2



(A)



(B)



(C)

ภาพ 2 โครงสร้างระดับจุลภาคของผงชงข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารเอนแคปซูเลตติ้งที่ปริมาณ 3% (A) 5% (B) และ 7% (C)

จากภาพ 2 พบว่า โครงสร้างระดับจุลภาคของ ผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็น สารเอนแคปซูเลตติ้งทั้ง 3 ระดับ ด้วยกำลังขยายที่เท่ากัน มีลักษณะเป็นทรงกลมที่คล้ายกัน แต่แตกต่างกันที่ขนาด ของอนุภาคผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีขนาดเล็กลงตาม ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการห่อหุ้ม จากสารมอลโทเด็กซ์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารกักเก็บ (coating material) ในการป้องกันสารถูกกักเก็บ (core) ที่เหมาะสมกับ กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย และยังมีน้ำหนักโมเลกุล ที่หลากหลาย ทำให้ได้ชั้นของวอลล์แตกต่างไปตามต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และ คณะ (Vongsawasdi et al., 2002) ได้ศึกษาอนุภาค ของน้ำผักผลไม้รวมผงด้วยการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็น วอลล์โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย ทำการส่อง ด้วยกล้อง SEM พบว่า ขนาดอนุภาคของน้ำผักผลไม้ รวมผงมีขนาดเล็กและเป็นรูปทรงกลมที่สม่ำเสมอกว่า การอบแห้งด้วยไมโครเวฟระบบสุญญากาศ

การอภิปรายผล

แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบทั้งในดอกและในผลของ พืช เป็นเม็ดสีที่ละลายน้ำ ให้สีแดง สีม่วง มีความคงตัวดี และมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) การสกัดแอนโทไซยานินสามารถใช้ตัวทำละลายได้ หลายตัว เช่น เมทานอล อะซิโตน เอทานอล และน้ำ เพื่อให้ได้แอนโทไซยานินใกล้เคียงกับธรรมชาติ (Department of Science Service, 2010) จากการทดลองใช้น้ำสกัด แอนโทไซยานินจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง โดยสามารถ สกัดได้แอนโทไซยานินที่ปริมาณ 11.26 mg/g ซึ่ง แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ อีกทั้งเมื่อนำมา การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำที่สกัดได้ จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงให้ปริมาณคาเทชินสูงที่สุด โดย เทียบเท่ากับชา จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาชนิดและ ปริมาณของคาเทชินในชาเขียว ที่ผลิตจากชาสายพันธุ์จีน และอัสสัมของไทย (Theppakorn, 2007) โดยคาเทชิน (catechins) เป็นสารฟลิกซ์เคมีที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คาเทชินมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant capacity) ซึ่งเป็นประโยชน์สำคัญที่ผู้บริโภคจะได้รับจาก

การบริโภคชา สมบัติการต้านอนุมูลอิสระทำให้คาเทชินมี ประโยชน์ต่อสุขภาพหลายอย่าง ได้แก่ ช่วยลดความเสี่ยง ในการเกิดมะเร็ง ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและ โรคหลอดเลือด ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของใน โรคเบาหวาน และช่วยลดความอ้วน เป็นต้น (Theppakorn, 2013; Kao et al., 2006; Rain, Agarwal & Maki, 2011; Yuan, Sun & Butler, 2011)

การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินมาเป็นสารเอนแคปซูเลตติ้ง (encapsulating) หรือวอลล์ (wall) ให้กับสารแอนโทไซยานิน ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ทำให้ผงชั่งข้าวโพด หวานสีม่วงมีปริมาณความชื้นต่ำและค่าการละลายน้ำที่ดี โดยไม่มีของแข็งเกิดขึ้น ส่งผลให้ผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง มีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ดี

ดังนั้นการนำวัตถุดิบชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงซึ่งเป็น วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำการแปรรูปเป็นอาหาร ลือเป็นการใช้วัตถุดิบให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งเป็นการเพิ่ม มูลค่าให้กับวัตถุดิบได้ เนื่องจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงมี ปริมาณแอนโทไซยานินและคาเทชินสูง สามารถนำไปใช้ทำ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้อย่างหลากหลาย เช่น ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มผง สารแต่งสีอาหาร เป็นต้น

น้ำสามารถใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดแอนโทไซยานินได้ จากผลการทดลองได้ปริมาณแอนโทไซยานิน และปริมาณคาเทชินสูง โดยผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงที่มี ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3% ให้ปริมาณแอนโทไซยานิน สูงที่สุด และการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารเอนแคปซูเลตติ้ง ที่ปริมาณ 3, 5 และ 7% ทำให้ผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง มีปริมาณความชื้นลดลงตามปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใส่ เพิ่มขึ้น แต่เมื่อปริมาณความเข้มข้นของมอลโทเด็กซ์ทริน เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลง โดย มอลโทเด็กซ์ทรินช่วยทำให้คุณสมบัติการดูดความชื้นของ ผงชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงดีขึ้น ช่วยลดคุณสมบัติการดูด ความชื้นเข้าหาตัวได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงมีความชื้นต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดย การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ พ.ศ.2560 ที่ให้การสนับสนุน งบประมาณการวิจัยนี้

References

- AOAC. (2000). *Official Methods of analysis of AOAC international*. Maryland: Author.
- Chaovanalikit, A., & Itthisoponkul, T. (2011). *Natural colorants from mangosteen rinds*. Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Chutchun, O. (2004). *Cost and returns on manufacturing of economic corncob charcoal: A case study of Sor Thaweekoon factory in Dok Khamti district, Phayao province*. Master of Accounting Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)
- Denduangdee W., & Subantom, W. (2014). *Extraction of anthocyanin from purple waxy corn by supercritical carbon dioxide*. Bachelor of Engineering Thesis, Khon Kaen University. (in Thai)
- Department of Science Service. (2010). *Anthocyanin*. Retrieved from <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR21.pdf> (in Thai)
- Fulkei, T., & Franscis, F. J. (1998). Quantitative method for anthocyanins. *Journal of Food Science*, 33(1), 72-77.
- Hematurin, S., Songsri, P., Suriharn, B., & Lertrat, K. (2014). Utilization of purple corn cob mixed with Mao (*Antidesma bunius*) and Gac fruit (*Momordica Cochinchinnensis*) for healthy drink. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(3), 300-305. (in Thai)
- Kao, Y. H., Chang, H. H., Lee, M. J., & Chen, C. L. (2006). Tea, obesity, and diabetes. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(2), 188-210.
- Kha, T. C., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2010). Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *Journal of Food Engineering*, 98(3), 385-392.
- Khunmuang, S. (2008). *Analysis of anthocyanin in some water lily species*. Master of Science Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Khunthawad A., & Sripui, J. (2013). Effects of encapsulation by spray drying on physical properties of Mamao (*Antidesma thwaitesianum*) powder. *Proceedings of 14th Graduate Research conference*, Khon Kaen. (in Thai)
- Kokkaew, H., Srithanyarat, N., & Pitirit, T. (2014). Phenolics flavonoids anthocyanins and antioxidant contents of baked white and purple waxy corn products. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(4), 481-490. (in Thai)
- Muangrat, R., Sakulkaipeera K., Burakhum, T., & Chomnan, L. (2014). Factors affecting extraction of anthocyanins from purple corn. *Science and Technology Journal*, 22(3), 367-380. (in Thai)
- Pengthina, N., Phatsara, C., Sripai, A., & Yammuen-art, S. (2013). Effect of microbial inoculant and chemical treatment of maize cob and husk on in sacco degradability in white Lamphun cattle. *Agricultural Science Journal*, 44(1), 43-46. (in Thai)

- Pimnak, B. (2009). *Citric acid encapsulation using spray drying method and application in seasoning powder*. Master of Science Thesis, Silpakorn University. (in Thai)
- Rains, T. M., Agarwal, S., & Maki, K. C. (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: A mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(1), 1-7.
- Shahidi, F., & Han, X. Q. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Technology*, 33(6), 501-547.
- Tanthapanichakoon, R. (1990). *Food chemistry*. Bangkok: Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Thai Food Processors' Association. (2015). *Production situation and international sweet corn trade*. Retrieved from <http://www.ap.mju.ac.th/webpage/seminar/download/26%20feb%202014/1300-1400%20%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%98%E0%B8%99%E0%B9%8C%20%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A8%E0%B8%A8%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%A3.pdf> (in Thai)
- Theppakorn, T. (2007). *Study on changes in type and amount of antioxidants (polyphenols) in green tea and oolong tea process of Chiang Rai province*. Chiang Rai: Mae Fah Luang University. (in Thai)
- Theppakorn, T. (2013). Green tea catechins and storage stability. *KKU Science Journal*, 41(1), 46-55. (in Thai)
- Vongsawasdi, P., Nopharatana, M., Tangbumrungpong, D., & Apinunjarupong S. (2002). Production of instant fruit and vegetable juice by spray dryer and microwave-vacuum dryer. *KMUTT Research and Development Journal*, 25(3), 257-277. (in Thai)
- Yuan, J. M., Sun, C., & Butler, L. M. (2011). Tea and cancer prevention: Epidemiological studies. *Pharmacological Research*, 64(2), 123-135.



การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิסקเลสสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ

Implementation of a Server Diskless for Automatic Classroom

ชนนิกานต์ รอดมรณ์ และมธุรส ผ่านเมือง
Chonnikarn Rodmorn and Mathuros Panmuang

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
Faculty of Business Administration, Bangkokthonburi University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิסקเลส (server diskless) ในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์ และเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิסקเลสในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย (1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ระบบ โดยในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาปัญหาและการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิסקเลส (2) การออกแบบระบบ โดยใช้ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ในการเชื่อมต่อจำนวน 50 เครื่อง ใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram--DFD) ในการจำลองการทำงานของระบบ และใช้แผนภาพอี-อาร์ (Entity-Relationship Diagram--ERD) ในการจำลองโครงสร้างของข้อมูลที่จัดเก็บ (3) การพัฒนาและทดสอบระบบ โดยทำการพัฒนาระบบจากแนวทางที่ได้ออกแบบเอาไว้ พร้อมทั้งทดสอบระบบในทุกฟังก์ชันการทำงาน และ (4) การประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยการประเมินความคิดเห็นจากของผู้ใช้ระบบ จำนวน 114 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิסקเลสสามารถบูรณาการเข้ากับระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นได้ โดยสามารถสร้างผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย กำหนดคะแนนให้ผู้เรียน บันทึกการใช้งาน และจัดการระบบผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นผลการประเมินประสิทธิภาพยังพบว่าในภาพรวมผู้ใช้งานมีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เซิร์ฟเวอร์ดิסקเลส, ห้องเรียนอัตโนมัติ, ระบบสารสนเทศ

Abstract

The objective of this research is to study the implementation of a Server Diskless to control the computer room and to develop an information system which can be integrated with a Server Diskless for automatic classroom. The processes is composed of the following steps: (1) study the basic information and analyses the system for problem solving and implementing of a Server Diskless, (2) Design a system to create a Local Area Network to connect 50 computers and use Data Flow Diagram (DFD) to stimulate the system and use Entity-Relationship Diagram (ERD) to stimulate the structure of data storage, (3) Development of a testing system in terms of concept and all of the related functions, and (4) Evaluation of the performance of the system from 114 users and the results that have shown which are good performance from the integration between Server

Diskless system and the information system which is developed. The processes by; creating users and passwords to control the client computer, scoring assignments, recording and managing users effectively. Furthermore, the evaluation of the performance from users found that the performance of the system was at a high level.

Keywords: server diskless, electronic classroom, information system



บทนำ

เทคโนโลยีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งการทำงานและการใช้ชีวิต หรือแม้กระทั่งในด้านการศึกษาโดยเทคโนโลยีได้เริ่มเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษที่ 1990 เนื่องจากในช่วงนั้น เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ถูกคิดค้นและออกแบบขึ้นเกือบทุกเดือน (Firmin & Genesi, 2013) ดังนั้นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงตามไปทั้งในด้านความรู้ ทักษะของผู้สอนและผู้เรียน (Shen, Wu & Lee, 2014) อีกทั้งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น เป็นผลให้การเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปจากเดิม กล่าวคือสามารถลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และผู้สอนให้มีการติดต่อสื่อสารกันได้สะดวก รวดเร็ว รวมทั้งมีการพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้อยู่ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (electronic media) (Nishigawa et al., 2017) ด้วยเหตุนี้การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นส่วนประกอบในการจัดการเรียนการสอน จึงถือว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนทั้งความรู้ ทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่จำเป็นสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 (Roungrong et al., 2014)

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อนำมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนจึงถือเป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้สอนและผู้เรียน อันจะนำมาซึ่งประโยชน์ในการบริหาร

จัดการระบบห้องเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบดิสก์เลสมาใช้ในการควบคุมระบบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลสนั้นได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทางด้านคอมพิวเตอร์ (Headrick & Jennings, 2016) ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (server) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) ทั้งหมดในห้องเรียนผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network--LAN) ดังนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) แต่จะใช้ระบบ iSCSI (Internet Small Computer System Interface) ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานในการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยกลุ่มวิศวกรของ IETF (Internet Engineering Task Force) และไมโครซอฟท์ ที่ช่วยให้สามารถจัดเก็บ เรียกใช้ และจัดการข้อมูลได้จากระยะไกลด้วยการใช้คำสั่ง (SCSI command) ที่ถูกห่อหุ้มไว้ผ่านแพ็กเกจ TCP/IP ซึ่งเป็นโพรโทคอลหลักของระบบเครือข่ายที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (Jantana, 2012) นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศในการใช้งานร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลสโดยระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถควบคุมหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายกำหนดเวลาการใช้งาน การให้คะแนนในการปฏิบัติงานของผู้เรียน เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฮาร์ดดิสก์ และมีความสะดวกต่อผู้สอนและผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์
2. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิด ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาทบทวนให้เกิดองค์ความรู้ที่เพียงพอต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ ดังนี้

ระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลท

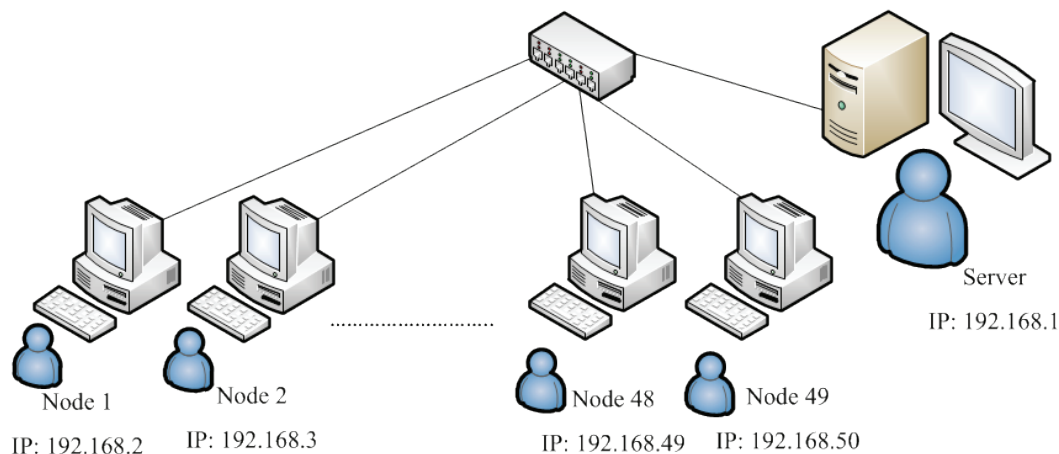
การทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทคือการลดข้อจำกัดของทรัพยากรในการใช้ฮาร์ดดิสก์ เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทจะทำงานผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่จำเป็นต้องมีฮาร์ดดิสก์ แต่จะอาศัยการประมวลผลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และโปรแกรมต่าง ๆ จะถูกติดตั้งไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพียงเครื่องเดียว (Headrick & Jennings, 2016) ทำให้สามารถลดขนาดและคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายลงให้เหมาะสมกับงาน โดยระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทแบ่งเป็น 2 แบบ (Jantana, 2012) คือ

1. ระบบ LanDisk หรือ SAN Technology คือการใช้งานพื้นที่ฮาร์ดดิสก์ผ่านระบบเครือข่าย สามารถใช้ความเร็วการรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย แต่หากมีการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายพร้อมกันหลายเครื่องอาจจะทำให้การใช้งานล่าช้า แต่ถือได้ว่าไม่เป็นอุปสรรคจนเกินไป

2. ระบบ No Harddisk เป็นการใช้งานฮาร์ดดิสก์จำลองผ่านระบบเครือข่ายเหมือนกับระบบ LanDisk แต่มีการใช้งานทั้งหมดผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายโดยตรง เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะทำการบูตผ่านระบบเครือข่ายทั้งหมด ขั้นตอนการทำงานจะเริ่มมาจาก หน่วยความจำบนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง ทำการเรียกไฟล์ต่าง ๆ จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อทำการบูตเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ และใช้งานต่อไปเสมือนว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีฮาร์ดดิสก์

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

พื้นฐานการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์คือการเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันรวมถึงการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ร่วมกัน โดยอาศัยโพรโทคอล TCP/IP ในการรับส่งข้อมูล ซึ่งเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นมีหลายประเภท และระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network--LAN) คือเครือข่ายอีกหนึ่งประเภทที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ โดยเครือข่ายท้องถิ่นนั้นสามารถเชื่อมต่อภายในห้องเรียนได้ครอบคลุมทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ทั้งการใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลท รวมไปถึงการโอนถ่ายข้อมูลเป็นต้น จากการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทผ่านทางระบบเครือข่ายท้องถิ่น ผู้วิจัยได้จำลองการทำงานของระบบดังภาพ 1 โดยภาพ 1 จะเป็นการกำหนดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 49 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง และกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP address) ให้แต่ละเครื่องเรียงลำดับกันไปเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายคือ IP: 192.168.1 และสิ้นสุดที่ IP: 192.167.50 สาเหตุที่ต้องกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 50 เครื่อง จำเป็นต้องอยู่ในกลุ่มของเครือข่ายท้องถิ่นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ทุกเครื่อง



ภาพ 1 สถาปัตยกรรมของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลข

ระบบห้องเรียนอัตโนมัติ

ตั้งแต่ปี 1970 ปัญหาในเรื่องของการเรียนได้รับความสนใจจากนักวิจัยอย่างกว้างขวางทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อคิดค้นและพัฒนาทฤษฎีในการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากนั้นค้นพบว่าการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Zhang et al., 2017) ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่น ๆ ตามมาเพื่อให้กลายเป็นห้องเรียนอัจฉริยะ เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือในการเชื่อมต่อสู่ระบบการเรียนการสอนในการอ่านข้อมูล บันทึกการบรรยาย การค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ (Mahesh, Jayahari & Bijlani, 2016) หรือจะเป็นการสอนแบบออนไลน์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา เนื่องจากมีระบบการสอนแบบเสมือน (virtual teaching) ที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถดาวน์โหลดและอัปโหลดข้อมูลในรูปแบบไม่จำกัดสถานที่และเวลา (Zhang et al., 2017) นอกจากนี้ ยังสามารถนำระบบอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification--RFID) มาเป็นประยุกต์ใช้ในการสแกนบัตรก่อนเข้าเรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบรายชื่อผู้เรียนได้แบบทันที และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้จากข้อมูลที่เก็บบันทึกเอาไว้ (Bargaoui & Bdiwi, 2014) หรือจะเป็นการจัดการห้องเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยระบบดิสก์เลข โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทำเป็นระบบดิสก์เลข ซึ่งทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายไม่ต้องติดตั้งฮาร์ดดิส ดังนั้นระบบปฏิบัติการทั้งหมดจะอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะทำการบูตระบบ ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น และนำอิมเมจบนเซิร์ฟเวอร์ไปทำงาน

ซึ่งจะทำให้ผู้ดูแลระบบหรือผู้สอนไม่ต้องคอยแก้ไขเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายเป็นรายเครื่อง จึงเป็นการลดปัญหาในการดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์ (Soonthorn & Soonthon, 2015) ดังนั้นระบบห้องเรียนอัตโนมัติจึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน และควบคุมห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลถือเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาระบบสารสนเทศ เนื่องจากจะทำให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและเข้าใจกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของระบบเดิม (Stair & Reynolds, 2014) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งพบว่าระบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนได้อย่างทั่วถึงในตลอดระยะเวลาของการสอน เป็นเหตุให้ผู้เรียนสามารถเข้าใช้โปรแกรมอื่น ๆ รวมถึงการใช้อินเทอร์เน็ตได้อย่างอิสระ นอกจากนั้นเมื่อผู้เรียนทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอน แล้วเกิดติดปัญหา เช่น ไม่สามารถใช้งานโปรแกรม หรือมีข้อผิดพลาดต่าง ๆ เกิดขึ้น เป็นต้น ผู้สอนจะต้องเดินไปตรวจสอบยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาหากจะต้องเดินตรวจสอบโดยรอบห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาแนวทางในการแก้ไขด้วยการพัฒนาระบบสารสนเทศ

ขึ้นมาควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน และได้ทำการศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาช่วยในการแก้ปัญหา ดังกล่าว ซึ่งพบว่าระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทซึ่งเป็นแบบโอเพนซอร์สนั้น มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นมาเพื่อบูรณาการร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดีสก์เลทให้สามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเก็บรายละเอียดคะแนนในแต่ละครั้งที่สอนได้ ซึ่งขอบเขตของการพัฒนาระบบมีดังนี้

1.1 การรันโปรแกรมผ่านเครือข่ายท้องถิ่น โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสามารถบูตระบบปฏิบัติการและโปรแกรมต่าง ๆ มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจึงไม่จำเป็นต้องมีฮาร์ดดิสก์

1.2 การเข้าใช้งานระบบจะต้องทำการลงทะเบียน และตั้งรหัสผ่าน โดยผู้สอน

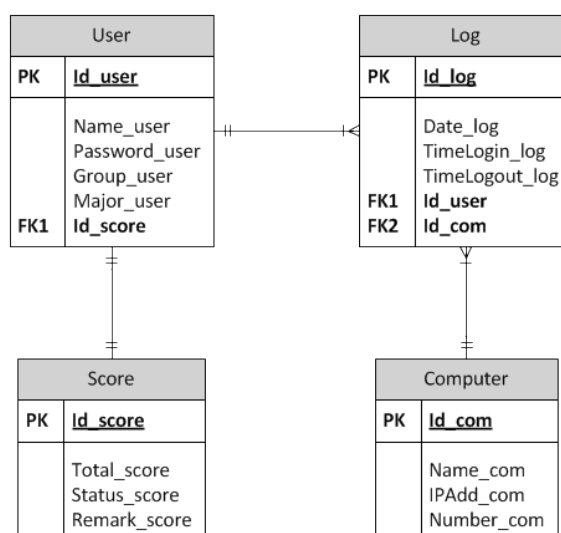
1.3 ระบบสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เช่น ผู้เข้าใช้ระบบ เวลาเข้า-ออกจากระบบ เป็นต้น

1.4 การควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสามารถทำการเปิดหรือปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ นอกจากนั้น สามารถเรียกดูหน้าจอ กำหนดเวลาใช้งาน และควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายด้วยการล๊อคหน้าจอ

1.5 ระบบสามารถให้คะแนนแก่ผู้เรียน โดยการตรวจสอบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแต่ละเครื่องและลงคะแนนบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย พร้อมทั้งสามารถพิมพ์รายงานออกมาในรูปแบบไฟล์

2. การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้ทำงานภายใต้ระบบเครือข่ายท้องถิ่น โดยจำลองจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อทั้งสิ้น 50 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 49 เครื่อง และใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram--DFD) ดังภาพ 3 ในการจำลองการทำงานของระบบ ซึ่งแผนภาพกระแสข้อมูลจะช่วยให้เข้าใจข้อมูลและการไหลของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบ อีกทั้งยังช่วยอธิบายกระบวนการทำงานของระบบได้อย่างครอบคลุมและเข้าใจง่าย (Stair & Reynolds, 2014) สำหรับการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการเข้าใช้ระบบของผู้เรียน ข้อมูลการให้คะแนน และข้อมูลผู้ใช้งานพร้อมรหัสผ่าน ผู้วิจัยได้ใช้แผนภาพอี-อาร์ (Entity-Relationship Diagram--ERD) ดังภาพ 2 ในการจำลองโครงสร้างของข้อมูลที่จัดเก็บ เนื่องจากสามารถจำลองเค้าร่างแนวคิด และแปลงเค้าร่างให้อยู่ในรูปแบบของตารางฐานข้อมูลได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย (Thalheim, 2000) ซึ่งสามารถแสดงการออกแบบแผนภาพอี-อาร์ และแผนภาพกระแสข้อมูล ได้ดังนี้



ภาพ 2 แผนภาพอี-อาร์

(3) ตารางเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะเก็บรหัสเครื่องคอมพิวเตอร์ ชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ หมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP address) และหมายเลขของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ (4) ตารางคะแนน โดยจะเก็บข้อมูลคะแนนของผู้เรียนที่อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้กำหนดให้จากการทำงานภายในคาบเรียน ซึ่งจะเก็บรหัสคะแนน คะแนนรวม สถานะของคะแนน และหมายเหตุ



จากภาพ 3 ประกอบด้วยกระบวนการทั้งสิ้น 7 กระบวนการ ได้แก่ (1) สร้างผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้สร้างขึ้นและเก็บข้อมูลไว้ที่ข้อมูลผู้ใช้งาน (D1: user) (2) ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ผู้สอนเท่านั้นที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้โดยสามารถสั่งล๊อค-ปลดล๊อค สั่งเปิด-ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกดูหน้าจอ และรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์ (3) กำหนดคะแนนให้ผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถกรอกคะแนนของผู้เรียนไว้ในระบบซึ่งจะตรวจสอบชื่อผู้เรียนได้จากการล๊อคอินเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (4) เข้าใช้ระบบ ในกระบวนการนี้ผู้เรียนจะต้องป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเพื่อเข้าปลดล๊อคเครื่องคอมพิวเตอร์ (5) บันทึกการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เมื่อผู้เรียนล๊อคอินเข้ามาใช้งานระบบจะทำการบันทึกข้อมูลการใช้งาน เช่น วัน เวลา ชื่อผู้ใช้ เป็นต้น (6) การจัดการระบบผู้ใช้งาน ผู้สอนจะทำหน้าที่ในการติดตั้งโปรแกรมที่ตนเองต้องการจะสอนโดยติดตั้งไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและทำไฟล์อิมเมจไปไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสามารถบูตโปรแกรมผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นได้โดยไม่ต้องมีฮาร์ดดิสก์ และ (7) สร้างรายงาน ซึ่งสามารถสร้างรายงานการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนแต่ละคน และรายงานการให้คะแนน

3. การพัฒนาและทดสอบระบบ

ในขั้นตอนของการพัฒนาระบบจะต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบไว้จากขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นสอดคล้องและตรงตามข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ (Rosenblatt, 2014) โดยการเขียนโปรแกรมตามกระบวนการจากภาพ 3 พร้อมทั้งพัฒนาฐานข้อมูลให้สามารถรองรับกับการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ตามภาพ 2 ในระหว่างพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบเป็นระยะ ๆ โดยการทดสอบระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้น เมื่อรวมกันเป็นระบบการทำงานแล้วสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และเพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น หรือถ้ามี จะสามารถแก้ไขได้

ก่อนการใช้ระบบจริง โดยความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระดับนี้ ได้แก่ ความผิดพลาดของขั้นตอนวิธี (algorithm error) ความผิดพลาดด้านไวยากรณ์ (syntax error) ความผิดพลาดทางด้านการคำนวณ (computation and precision error) เป็นต้น (Thonghuaphai, 2015)

4. การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยการประเมินจากของผู้ใช้ระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็นผู้สอนจำนวน 16 คน และผู้เรียน จำนวน 98 คน รวมทั้งสิ้น 114 คน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 49 คน ตามเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่อยู่ในระบบเครือข่าย ส่วนผู้สอนได้ทำการประเมินพร้อม ๆ กันทั้ง 16 คน ซึ่งข้อคำถามมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ตามแนวคิดของ Likert ซึ่งแบ่งระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางการประเมินมาจากการศึกษาของจันทร์จิรา ตลับแก้ว และเพ็ญพันธ์ เพชรศรี (Talabkaew & Pecharasorn, 2016) โดยจะประเมินทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความสามารถ (functional requirement test) เป็นการประเมินความสามารถของระบบว่าตรงตามความต้องการมากน้อยเพียงใด

4.2 ด้านความถูกต้อง (functional test) เป็นการประเมินความถูกต้องของระบบว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงตามหน้าที่มากน้อยเพียงใด

4.3 ด้านความง่ายในการใช้งาน (usability test) เป็นการประเมินลักษณะการใช้งานของระบบว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

4.4 ด้านสมรรถนะ (performance test) เป็นการประเมินสมรรถนะของระบบว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

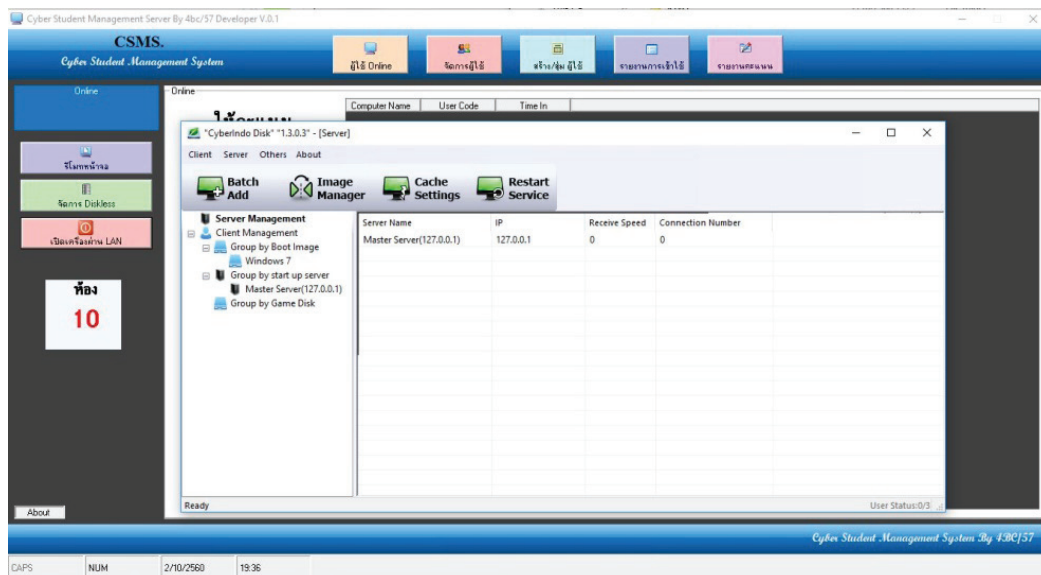
4.5 ด้านการรักษาความมั่นคง (security test) เป็นการประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลว่ามีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด

ผลการวิจัย

1. การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์

ในการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม CyberIndo Disk ในการติดตั้งการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทและรันคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งคุณสมบัติของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทนั้นจะสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย แต่จะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแล้วนำไปเก็บไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิด สั่งถือ

และปลดล็อคเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ และเมื่อทำการรีสตาร์ทวินโดว์ โปรแกรมทุกอย่างจะกลับมาทำงานตามเดิม กล่าวคือ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ในการ Undo หรือ Undo Card เนื่องจากระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทจะคืนค่ากลับมาเป็นค่าเริ่มต้นในการติดตั้งระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ปรากฏว่าสามารถควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้ทุกเครื่อง แต่ทั้งนี้จะต้องมีการกำหนดหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ (IP Address) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายในทุกเครื่อง ซึ่งสามารถแสดงหน้าจอของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 หน้าจอการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นเพื่อนำมาเชื่อมโยงเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท ดังนั้นจะมีเมนูต่าง ๆ เพิ่มเติมขึ้นจากเดิม แต่เมื่อต้องการจะใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทสามารถคลิกเลือกที่เมนูจัดการ Diskless หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอขึ้นมาดังภาพ 4

จากภาพ 4 เป็นการแสดงการทำงานของระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลท เมื่อคลิกเลือกที่เมนูจัดการ Diskless จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ซึ่งในหน้าต่างนี้จะแสดงชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์และหมายเลขไอพี นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มลูกข่ายได้ในลักษณะแบบกลุ่ม โดยเลือกที่เมนู Batch Add และถ้าหากต้องการจัดการโปรแกรมต่าง ๆ ให้เลือกที่เมนู Image Manager เป็นต้น

2. การพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติ

ระบบสารสนเทศสำหรับควบคุมห้องเรียนอัตโนมัติถูกพัฒนาขึ้นมาให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทโดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเข้าสู่ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทโดยตรง แต่จะเข้าใช้งานผ่านระบบที่ได้พัฒนาขึ้น จึงทำให้มีความสะดวกมากกว่าและใช้งานง่าย สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะเข้าใช้งานได้ก็ต่อเมื่อมีการล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อน โดยผู้สอนสามารถกำหนดชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ซึ่งสามารถกำหนดรหัสผ่านได้ใน 2 รูปแบบคือ การสุ่มและ

การกำหนดตามตัวอักษรหรือตัวเลขที่ต้องการ (ดังภาพ 5) เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้รับชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน จะสามารถทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบได้ดังภาพ 6 หลังจาก

เข้าสู่ระบบแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะทำการบันทึก เวลาใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายและสามารถ กำหนดระยะเวลาในการใช้งานได้ด้วย

ภาพ 5 หน้าจอการกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่าน

ภาพ 6 หน้าจอการเข้าสู่ระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

จากภาพ 5 ผู้สอนสามารถกำหนดผู้ใช้งานและรหัสผ่านได้โดยการเลือกจำนวนของเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วให้ระบบทำการสุ่มรหัสผ่าน หรือจะทำการกำหนดขึ้นมาเองก็ได้เช่นกันโดยการป้อนชื่อผู้ใช้ที่ UserCode และป้อนรหัสผ่านที่ Password แต่หากทำการสุ่มชื่อผู้ใช้

และรหัสผ่านจะปรากฏขึ้นมาเองตามจำนวนที่ให้ระบบสุ่ม และจากภาพ 6 เมื่อผู้เรียนต้องการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องทำการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ และผู้ใช้งานปิดหรือรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่จำเป็นต้องล็อกอินเข้าสู่ระบบ

หากต้องการเรียกดูหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย หรือ ควบคุมเมาส์ ควบคุมคีย์บอร์ดเพื่อไม่ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ ลูกข่ายทำงานได้ สามารถเลือกได้จากเมนูรีโมทหน้าจอ (ดังภาพ 7) นอกจากนั้นยังสามารถให้คะแนนผู้เรียนแต่ละ คน พร้อมทั้งสร้างรายงานคะแนน และรายงานการเข้า ใช้งานของผู้เรียนแต่ละคนตามเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

ซึ่งจากภาพ 7 เมื่อต้องการเรียกดูเครื่องคอมพิวเตอร์ ลูกข่าย สามารถคลิกดูได้ตามลำดับของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น เมื่อต้องการเลือกดูเครื่องลำดับที่ 40 ให้คลิกเลือกที่ PC-40 หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอของเครื่องลำดับที่ 40 ออกมาให้เห็นว่าเครื่องกำลังทำอะไรอยู่



ภาพ 7 หน้าจอการเรียกดูเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย

3. การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 5 ด้าน ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$) เมื่อพิจารณา เป็นรายด้านพบว่า ด้านที่อยู่ในระดับมากเป็นอันดับแรก คือ ด้านประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 4.34$) รองลงมาได้แก่ ด้านความง่ายในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.22$) ด้านความถูกต้อง ($\bar{X} = 4.17$) ด้านความสามารถ ($\bar{X} = 4.11$) และด้านการรักษาความปลอดภัย ($\bar{X} = 4.09$) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย ทำให้ค้นพบประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่สามารถนำมาสรุปเพื่ออภิปรายผลให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การวิจัยได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิจิทัล

ผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้พบว่าการประยุกต์ใช้ ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิจิทัลในการควบคุมห้องเรียน สามารถ

ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างสะดวก ลด ระยะเวลาในการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียน และสามารถดูแลบำรุงรักษาได้โดยง่ายยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องปัญหา ของไวรัสรวมไปถึงการติดตั้งซอฟต์แวร์ต่าง ๆ นอกเหนือ จากการเรียนการสอน เนื่องจากระบบจะมีการกลับไป เป็นค่าเริ่มต้นในทุกครั้งที่เริ่มระบบใหม่ ซึ่งผลที่ได้จาก การวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของ Nan (2013) ที่พบว่า การพัฒนาห้องเรียนให้กลายเป็นระบบเครือข่ายนั้นถือว่าเป็น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย แต่ส่วนใหญ่ มัก จะพบปัญหาของไวรัสทำให้ฮาร์ดดิสก์เสียหายโดยไม่อาจ กู้คืนข้อมูลได้ เป็นต้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่าย ดิสก์เลทจะช่วยให้ปัญหาเหล่านี้ได้ นอกจากนั้น การบำรุง รักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องเรียนผ่านระบบเครือข่าย จะดำเนินการผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทั้งหมด จึงช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายและลด ภาระงานบำรุงรักษา เนื่องจากเทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้า

มาดำเนินงานในส่วนนี้ทั้งหมด นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Yang, Hsieh and Chen (2008) ที่ได้ทำการติดตั้งระบบดิสก์เลทในห้องเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ที่ทำงานภายใต้การใช้ระบบ ดิสก์เลท โดยพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีการประยุกต์ใช้ระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทในการควบคุมห้องเรียนคอมพิวเตอร์มากนัก แต่มักจะใช้ในการจัดการและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปมากกว่า ดังเช่นการศึกษาของ Salah, Al-Shaikh and Sindi (2011) ที่ได้ประยุกต์ใช้ระบบดิสก์เลทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการเปรียบเทียบกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ใช้ระบบดิสก์เลทกับกลุ่มที่ใช้ พบว่า กลุ่มที่ใช้ระบบ ดิสก์เลทนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าและทำงานได้อย่างรวดเร็วมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Parase and Apte (2014) ที่ได้ทำการทดลองนำระบบดิสก์เลทเข้ามาช่วยตรวจสอบข้อผิดพลาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ในสภาวะแวดล้อมของระบบแบบกระจาย ซึ่งระบบ ดิสก์เลทสามารถดำเนินงานได้อย่างดีและถูกต้อง สอดคล้องกับการศึกษาของ Headrick and Jennings (2016) ที่พบว่าระบบดิสก์เลทใช้งานง่ายและช่วยให้ระยะเวลาทำงานมีความรวดเร็ว ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Eckart et al. (2012) โดยพบว่าการประมวลผลการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อใช้ระบบดิสก์เลทสามารถลดข้อผิดพลาด ช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการและการดูแลรักษาระบบได้เป็นอย่างดี

2. การพัฒนาระบบสารสนเทศในการควบคุมห้องเรียนและการจัดการเรียนการสอน

ระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์ดิสก์เลทนั้น พบว่าสามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี และสามารถใช้งานควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน และช่วยให้ผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ

การศึกษาของวิระศักดิ์ สุทธิจันทร์ และสุทธิรักษ์ จริตงาม (Suttichan & Jaritngam, 2017) ที่ได้พัฒนาระบบ e-Lecture Recording Online มาเป็นระบบสนับสนุนการเรียนการสอนให้แก่อาจารย์และนักศึกษา ระบบนี้สามารถบันทึกการเรียนการสอนทางออนไลน์ได้ 15 ห้องเรียนพร้อมกัน ทำให้สามารถรองรับการเรียนรู้และการทบทวนบทเรียนย้อนหลังได้ทุกที่ทุกเวลา และไม่จำกัดจำนวนผู้เข้าเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของวิวัฒน์ มีสุวรรณ (Meesuwan, 2014) ที่ได้นำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (cloud computing) มาประยุกต์ใช้ในงานทางการศึกษาเพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดมิติใหม่ทางการเรียนได้จากทุกที่ทุกเวลา และประหยัดค่าใช้จ่ายเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของณัฐพล พันธุ์วงศ์ (Pantuwong, 2013) ที่ได้พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปแบบใหม่ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและใช้งานระบบสารสนเทศได้ง่ายขึ้น จึงทำให้สามารถเพิ่มคุณภาพทางการศึกษาและเชื่อมโยงผู้ใช้กับระบบสารสนเทศให้สามารถเรียนรู้ใช้งานระบบสารสนเทศได้อย่างง่าย นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศ ดังเช่นการศึกษาของ Gallagher and Sixsmith (2014) ที่ได้ประยุกต์ใช้ระบบ e-Learning Information System ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิชาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนไปในทิศทางที่ดีขึ้น ผู้สอนมีความสะดวกสบายและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง เกิดการทำงานร่วมกันเป็นทีม และผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนและทบทวนการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก และสอดคล้องกับศึกษาของ Davies, Dean and Ball (2013) ที่ได้ศึกษาถึงการนำระบบสารสนเทศมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะให้แก่ผู้เรียนในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งผลการทดลองทำให้พบว่าการนำระบบสารสนเทศมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์มากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

อย่างไรก็ตาม ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความสามารถ ด้านความถูกต้อง ด้านความยากง่ายในการใช้งาน ด้านประสิทธิภาพ และด้านการรักษาความปลอดภัย ในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียน มีความคิดเห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเยาวเรศ กาฬภักดี (Karapukdee, 2016) ที่ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ระบบระบบสารสนเทศในการจัดการรายวิชา และพบว่า ขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ของระบบทำให้การดำเนินงานสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น และผลประเมินความพึงพอใจในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ด้านความตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน นอกจากนี้ Janczarek & Sosnowski (2015) ยังได้

นำเสนอว่าการทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์นั้น จะช่วยเพิ่มความถูกต้องของระบบ และเป็นการตรวจสอบเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผลการประเมินระบบประสิทธิภาพของระบบในครั้งนี้จึงเปรียบเสมือนเป็นการยืนยันถึงคุณภาพของระบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ในอนาคตควรพัฒนาระบบเพิ่มเติมให้สามารถบันทึกการสอนของผู้สอน และบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เรียนผ่านทางระบบประมวลผลกลุ่มเมฆ (cloud computing) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้กลับไปทบทวนในสิ่งที่ได้ปฏิบัติในห้องเรียน นอกจากนี้ควรเชื่อมโยงกับระบบการตรวจสอบรายชื่อผู้เรียนผ่านทางระบบสแกนบัตรด้วยระบบอาร์เอฟไอดี เพื่อให้ข้อมูลของการเข้าเรียนเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติ



References

- Bargaoui, H., & Bdiwi, R. (2014). Smart classroom: Design of a gateway for ubiquitous classroom. *2014 International Conference on Web and Open Access to Learning (ICWOAL)*, Dubai.
- Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, 61(3), 563-580.
- Eckart, B., He, X., Wu, C., Aderholdt, F., Han, F., & Scott, S. (2012). Distributed virtual diskless checkpointing: A highly fault tolerant scheme for virtualized clusters. *26th IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium*, Shanghai.
- Firmin, M. W., & Genesi, D. J. (2013). History and implementation of classroom technology. *Social and Behavioral Sciences*, 93(3), 1603-1617.
- Gallagher, S., & Sixsmith, A. (2014). Engaging IT undergraduates in non-IT content: Adopting an eLearning information system in the classroom. *Interactive Technology and Smart Education*, 11(2), 99-111.
- Headrick, W. J., & Jennings, S. (2016). Diskless clients in modern ATE. *IEEE AUTOTESTCON 2016*, California.
- Janczarek, P., & Sosnowski, J. (2015). Investigating software testing and maintenance reports: Case study. *Information and Software Technology*, 25(2015), 272-288.
- Jantana, Y. (2012). *Conducting and managing the server diskless*. Retrieved from http://research.pcru.ac.th/service/code/index.php?filename=search/s_byAll.php (in Thai)
- Karapukdee, Y. (2016). The efficiency of information system for details and operational report of the courses. *12^{sd} Naresuan Research Conference, Research and Innovation for National Development*, Phitsanulok. (in Thai)
- Mahesh, G., Jayahari, K. R., & Bijlani, K. (2016). A smart phone integrated smart classroom. *10th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Security and Technologies (NGMAST)*, Cardiff.
- Meesuwan, W. (2014). Cloud computing for education. *Journal of Education Naresuan University*, 16(1), 149-157. (in Thai)
- Nan, Z. (2013). Application of diskless network technology in the construction of multimedia network classroom. *Journal of Chinese Information Processing*, 26(3), 77-83.
- Nishigawa, K., Omoto, K., Hayama, R., Okura, K., Tajima, T., Suzuki, Y., . . . Matsuka, Y. (2017). Comparison between flipped classroom and team-based learning in fixed prosthodontic education. *Journal of Prosthodontic Research*, 61(2), 217-222.
- Pantuwong, N. (2013). Implementation of tangible users interfaces for information system development in classroom. *KMITL Information Technology Journal*, 2(1), 1-13. (in Thai)

- Parase, D. B., & Apte, S. S. (2014). A new diskless checkpointing approach for handling multiple processor failures. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 3(10), 8589-8591.
- Rosenblatt, H. J. (2014). *Systems analysis and design*. New York: Cengage.
- Roungrong, P., Jiravarapong, B., Manyum, W., Somyaron, W., Moundet, S., & Srisurat, C. (2014). Educational technology VS Thai teachers in 21st. *Panyapiwat Journal*, 5(Special), 195-207. (in Thai)
- Salah, K., Al-Shaikh, R., & Sindi, M. (2011). Towards green computing using diskless high performance clusters. 7th *International Conference on Network and Service Management*, Paris.
- Shen, C., Wu, Y. C. J., & Lee, T. (2014). Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science. *Computers in Human Behavior*, 30(1), 731-738.
- Soonthorn, S., & Soonthon, T. (2015). *Computer classroom management with diskless system*. Retrieved From https://www.technicchan.ac.th/UserFiles/File/2_การติดตั้งโปรแกรม%20Richtech4%20Server.pdf (in Thai)
- Stair, R. M., & Reynolds, G. W. (2014). *Principles of information systems*. New York: Cengage.
- Suttichan, W., & Jaritngam, S. (2017). e-lecture recording online. *PULINET Journal*, 4(3), 55-62. (in Thai)
- Talabkaew, J., & Pecharasorn, P. (2016). The performance evaluation of E-document, Rajamangala University of Technology Isan. *Information*, 23(1), 23-38. (in Thai)
- Thalheim, B. (2000). *Entity-relationship modeling: Foundations of database technology*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Thonghuaphai, U. (2015). Software testing. *Kasem Bundit Journal*, 16(2), 140-154. (in Thai)
- Yang, C. T., Hsieh, W. F., & Chen, H. Y. (2008). Implementation of a diskless cluster computing environment in a computer classroom. *2008 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference*, Yilan.
- Zhang, Z., Cao, T., Shu, J., Zhi, M., Liu, H., & Li, Z. (2017). Exploration of blended teaching pattern based on Hstar and Smart Classroom. *2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, Hong Kong.



การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Organization Carbon Footprint Assessment of Eastern Asia University

ฐิติกร หมายมั่น¹, สมบัติ ทีฆทรัพย์², อติกร เสรีพัฒนานนท์¹ และบัณฑิต รัตนไตร³
Thitikorn Maimun¹, Sombat Teekasap², Athikorn Sareephattananon¹ and Bundith Rattanat³

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹Faculty of Engineering, Eastern Asia University

²บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธนบุรี

²Graduate School, Thonburi University

³คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

³Faculty of Management Science, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยจำแนกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ โดยกำหนดปีฐานเก็บข้อมูล คือ ปี พ.ศ. 2559 ผลการวิจัย พบว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เท่ากับ 5553.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO₂e) โดยขอบเขตที่ 1 ขอบเขตที่ 2 และขอบเขตที่ 3 มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เท่ากับ 1125.77 tCO₂e, 4383.47 tCO₂e และ 43.93 tCO₂e ตามลำดับ โดยขอบเขตที่ 2 มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรมากที่สุดถึงร้อยละ 78.94 และเมื่อประเมินเป็นปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคน เท่ากับ 1.61 tCO₂e ดังนั้นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วน เพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น อันจะนำไปสู่การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร, ก๊าซเรือนกระจก, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Abstract

This research aims to assess organization carbon footprint of Eastern Asia University in 2016. according to the guidelines of the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). The greenhouse gas emissions can be classified into 3 scopes: (1) direct emissions (2) energy indirect emissions and (3) other energy indirect emissions. The assessment was used activities data from year 2013. Result of study found that the organization carbon footprint of Eastern Asia University was 5,553.17 tons of carbon dioxide equivalent (tCO₂e) with Scope 1, 2 and 3 were 125.77 tCO₂e, 4383.47 tCO₂e and 43.93 tCO₂e, respectively. Scope 2 contribute to the most carbon dioxide emission at 78.94%. Evaluation of organization carbon footprint per capita was 1.61 tCO₂e.

Therefore, the reduction of electricity consumption. It is an urgent need. To reduce the amount of carbon footprint. This will lead to a reduction in the amount of greenhouse gases that will affect global warming.

Keywords: carbon footprint for organization, greenhouse gases, Eastern Asia university



บทนำ

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมทั่วโลกในปี พ.ศ. 2553 ตามรายงานของ World Resources Institute (WRI) เท่ากับ 47,182.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) (Chiang Mai University, 2013) และประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2554 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 305.52 ล้าน tCO_2e ในจำนวนนี้เป็นภาคเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้า การขนส่ง และการก่อสร้าง ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 222.94 ล้าน tCO_2e หรือคิดเป็นร้อยละ 72.97 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2015) ต่อมาในปี พ.ศ. 2558 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนมีค่าเท่ากับ 3.87 กล่าวคือ ประชากรในประเทศมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 3.87 tCO_2e ต่อคนต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น (Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, 2016)

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่ตระหนักและให้ความสำคัญกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระดับโลกถ่ายทอดลงสู่การปฏิบัติในระดับประเทศภายใต้ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการรับมือกับภัยพิบัติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อรักษาและฟื้นฟู

ทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้สามารถสนับสนุนการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการมีคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน ยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2560-2564) ที่ให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงได้กำหนดเป็นประเด็นวิจัยด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในด้านการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เหมาะสม การพัฒนาขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

องค์กรที่ดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ อาทิ สำนักงานคณะกรรมการศาสตร์ทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร (Palas, 2015) ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงานคณะกรรมการศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ใช้ปี 2558 เป็นปีฐาน พบว่า ห้องประเภทสำนักงาน ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุดที่ระดับ 63.89 tCO_2e

สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงานประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยใช้ปี 2556 เป็นปีฐาน พบว่าปี 2556 สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 575 tCO_2e (Wangsantitham, 2014)

เทศบาลตำบลนาแก้วได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยใช้ปี 2555 เป็นปีฐาน ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เท่ากับ 6,528.23 tCO_2e (NaKaeo Muncial District, 2013)

เทศบาลเมืองหนองสาโรงได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยใช้ปี 2554 เป็นปีฐาน แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขอบเขต ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเท่ากับ 12,291.39 tCO₂e (Nongsamrong Municipality, 2013)

จากการนำเสนอผลของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นในองค์กรที่ได้กล่าวไปนั้น แสดงให้เห็นว่าไม่ใช่เฉพาะภาคอุตสาหกรรมเท่านั้นที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่กิจกรรมการดำเนินงานในองค์กรไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชน ส่งผลกระทบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เช่นกัน นอกจากนี้ องค์กรประเภทสถาบันการศึกษาเป็นอีกหนึ่งประเภทองค์กรที่ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการดำเนินงาน เช่น การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ การใช้น้ำประปา เป็นต้น อาทิ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (Usubharatana & Phungussami, 2014) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Poonpratin, Sawangphruk & Mungcharoen, 2011) มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (Rodtusana, 2013) ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยใช้ปี 2553 เป็นปีฐาน ผลการประเมิน พบว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดเท่ากับ 34,355 tCO₂e, 1,036.43 tCO₂e, และ 4,640 tCO₂e ตามลำดับ มหาวิทยาลัยในต่างประเทศ เช่น Arizona State University, University of Maryland, Monash University และ University of Cape Town ได้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยใช้ปี 2556 เป็นปีฐาน ผลการศึกษาพบว่า ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 314,748 tCO₂e, 279,572 tCO₂e, 196,471 tCO₂e และ 85,360 tCO₂e ตามลำดับ (Rippon, 2014)

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย เป็นองค์กรประเภทสถาบันการศึกษาขนาดกลาง ซึ่งยังไม่เคยดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร แต่คณะผู้บริหารของมหาวิทยาลัยให้ความสำคัญกับการรักษาสิ่งแวดล้อมและการลดการใช้พลังงาน ซึ่งหากมีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จะสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดผลด้านสิ่งแวดล้อมและด้านพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัย

อีสเทิร์นเอเชีย ซึ่งมหาวิทยาลัยเป็นองค์กรประเภทสถาบันการศึกษาที่มีกิจกรรมการดำเนินงานในองค์กรที่มีส่วนทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก เช่น การใช้เชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ และอื่น ๆ ทั้งนี้ ผลจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จะทำให้ทราบแหล่งปล่อยและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสามารถนำผลการประเมินไปเป็นแนวทางในการวางแผนการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น โดยผลสะท้อนที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร นอกจากจะช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนจากสาเหตุก๊าซเรือนกระจกแล้ว ยังเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานและช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง

คำถามการวิจัย

ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ปี พ.ศ.2559 มีปริมาณเท่าใด

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ปี พ.ศ.2559

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซเรือนกระจกและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas--GHG) เป็นสารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศ ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ ชนิดของก๊าซเรือนกระจกในที่นี้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซกลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซกลุ่มเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นการประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อมที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้นำมาใช้ประเมินองค์กรเพื่อหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการดำเนินงานขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง โดยวัดปริมาณออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมาและแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในรอบ 100 ปี (Global Warming Potential--GWP) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change--IPCC) เช่น ก๊าซมีเทน มีค่า GWP 100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

1. การกำหนดขอบเขตขององค์กร เป็นการกำหนดขอบเขตขององค์กรเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในที่นี้คือ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเซี่ย

2. การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน องค์กรต้องกำหนดขอบเขตการดำเนินงานและมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร โดยการกำหนดขอบเขตการดำเนินงานนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 การระบุแหล่งการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องภายในขอบเขตของการดำเนินงานขององค์กร

2.2 การจำแนกแหล่งการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกออกเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดจากการใช้พลังงานจากภายนอกองค์กร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ

2.3 การคัดเลือกกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นที่จำเป็นต้องหาปริมาณและต้องรายงาน ผล องค์กรต้องอธิบายความเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของการดำเนินงานจากเดิม

ประเทศไทยโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ดำเนินกิจกรรมการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยพิจารณาการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ การเผาไหม้แบบอยู่กับที่ การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ การใช้งานสารดับเพลิง การปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ การปล่อยก๊าซมีเทนจากการใช้ห้องน้ำ การปล่อยก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เป็นต้น

ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานไอน้ำ

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ การใช้ทรัพยากรในหน่วยงาน การใช้ปุ๋ย กากของเสียที่นำไปกำจัดแบบฝังกลบในหน่วยงาน การเดินทางของผู้บริหารและพนักงาน และการขนส่ง เป็นต้น

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล การทำสมการดุลมวล การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การคำนวณจากการใช้ข้อมูลกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กร มาคูณกับค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

ทั้งนี้ สามารถใช้วิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ เช่น นำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการตรวจวัดมาทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่

เกิดจากการเผาไหม้โดยอาศัยค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ และสมการดุลมวลสาร

การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูล การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่า การปล่อยเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิง ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไม่แน่นอนควรนำไปสู่กระบวนการทบทวน ขององค์กรผู้รับผิดชอบข้อมูล เพื่อหาแนวทางการจัดการ ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น และการบริหารจัดการคุณภาพ

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในการจัดทำ ครั้งต่อไป

องค์กรต้องประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูล การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก รวมไปถึง ความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับตัวประกอบที่ใช้ใน การคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและ บันทึกรายการเป็นเอกสาร องค์กรสามารถเลือกใช้วิธีการ ประเมินความไม่แน่นอนได้ตามความเหมาะสม

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ สามารถตรวจสอบ ระดับคุณภาพของข้อมูลได้โดยการกำหนดระดับคะแนน ดังแสดงในตาราง 1 และตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 1

ค่าที่ใช้ในการคำนวณระดับคุณภาพของข้อมูล

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
ลักษณะการเก็บข้อมูล	X = 6 คะแนน	Y = 3 คะแนน	Z = 1 คะแนน	
	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบอัตโนมัติ	เก็บข้อมูลจากมิเตอร์ และใบเสร็จ	เก็บข้อมูลจากการ ประมาณค่า	
ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (EF)	A = 4 คะแนน	B = 3 คะแนน	C = 2 คะแนน	D = 1 คะแนน
	EF จากการวัดที่มี คุณภาพ	EF จากผู้ผลิตหรือ EF ระดับประเทศ	EF ระดับภูมิภาค	EF ระดับสากล

ตาราง 2

ระดับความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1-6	มีความไม่แน่นอนสูงคุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7-12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13-18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19-24	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย โดยดำเนินการตามขั้นตอนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนี้

1. กำหนดปีฐาน เก็บข้อมูลจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้ ปี พ.ศ. 2559 เป็นปีฐาน นับข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2559

2. กำหนดขอบเขตขององค์กร ศึกษาและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ซึ่งไม่มีวิทยาเขต โดยคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) ที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย

3. กำหนดขอบเขตการดำเนินงาน งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการกำหนดขอบเขตแบบควบคุมการดำเนินงาน (operational control) ตามลักษณะการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่มีรูปแบบการกระจายงานไปหลายคณะและหน่วยงานสนับสนุน การศึกษาแบ่งเป็น 3 ขอบเขต โดยแสดงปริมาณการใช้ ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมแหล่งที่มา ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ขอบเขต ทรัพยากร แหล่งเก็บข้อมูล และแหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขต	กิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้	แหล่งเก็บข้อมูล	แหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 1	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องตัดหญ้า (แก๊สโซฮอล)	บันทึกการใช้แก๊สโซฮอล	IPCC Vol.2 Table 3.2.1, 3.2.2, DEDE (Update 30 April 2013)
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (ดีเซล)	บันทึกการเบิกคูปองน้ำมัน	IPCC Vol.2 Table 3.2.1, 3.2.2, PTT (Update 30 April 2013)
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (LPG)	บันทึกการเบิกคูปองน้ำมัน	LPG 1 litre = 0.54 kg (DEDE) (Update 30 April 2013)
	ปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วไหล (R-22)	บันทึกการเติมสารทำความเย็น	World Meteorological Org, 2006
	ห้องน้ำ (ระบบ Septic Tank)	ข้อมูลจำนวนบุคลากรและนักศึกษา	IPCC2006 Vol.5 Ch.6.2.2 Domestic Wastewater
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าและบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย	EF Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014) Update 01 January 2017

ตาราง 3

ขอบเขต ทรัพยากร แหล่งเก็บข้อมูล และแหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ต่อ)

ขอบเขต	กิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้	แหล่งเก็บข้อมูล	แหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 3	การใช้กระดาษพิมพ์เขียนแบบไม่เคลือบผิว	รายงานการเบิกวัสดุสำนักงาน	Thai National LCI Database/MTEC
	การใช้กระดาษแบบเคลือบผิว	รายงานการเบิกวัสดุสำนักงาน	Thai National LCI Database/MTEC
	กระดาษชำระ	รายงานสินค้าและวัตถุดิบ	JEMAI Pro Using Thai Electricity Grid (TGO)
	ขวดน้ำดื่ม (น้ำดื่มของมหาวิทยาลัย)	รายงานสินค้าและวัตถุดิบ	ETH-ESU 96

จากตาราง 3 ซึ่งแสดงขอบเขตของการศึกษาในงานวิจัย พร้อมทั้งระบุกิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้ แหล่งเก็บข้อมูล และแหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ครั้งนี้ เป็นการประเมินครั้งแรกของมหาวิทยาลัย จึงยังมีแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ได้นำมาศึกษา เนื่องจากความไม่พร้อมของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ข้อมูลการเดินทางของบุคลากรและนักศึกษา สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีปริมาณน้อยมาก นอกจากนี้ ปุ๋ยที่ใช้บำรุงต้นไม้เป็นปุ๋ยคอก น้ำที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเป็นน้ำบาดาล การจัดการน้ำเสียเป็นแบบบ่อเดิมอากาศ ไม่มีการเติมสารเคมีดับเพลิง และสารเคมีทำความสะอาด ผลผลิตจากสารที่ไม่ได้ทำให้เกิด

ก๊าซเรือนกระจก จึงไม่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วย

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ปี พ.ศ.2559 ในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากขั้นตอนการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรในแต่ละขอบเขตตามรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ปี พ.ศ.2559

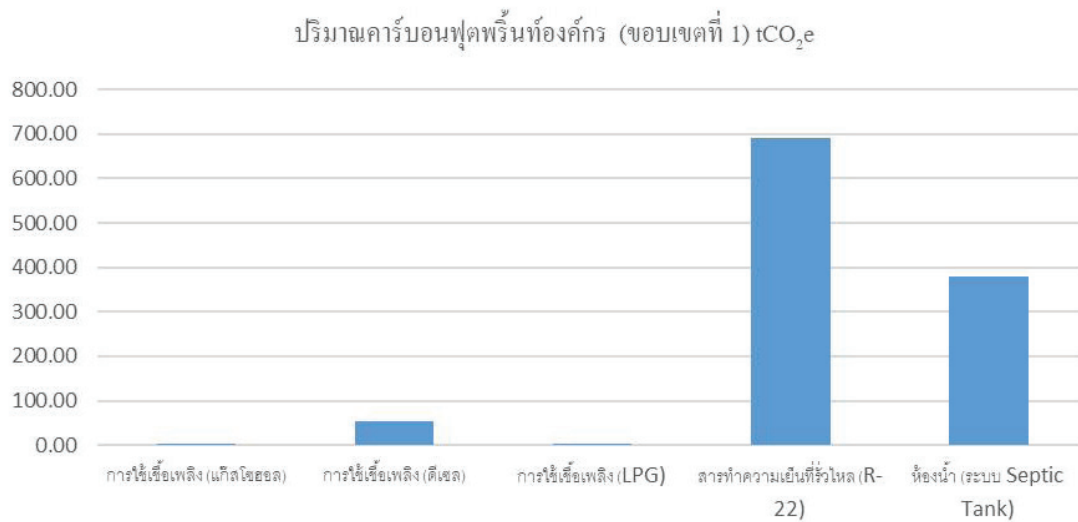
ขอบเขต	รายการกิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้	ปริมาณที่ใช้	ค่าแฟกเตอร์การปล่อย	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (tCO ₂ e)
ขอบเขตที่ 1	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องตัดหญ้า (แก๊สโซฮอล)	709 L	2.2376	1.59
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (ดีเซล)	19,572 L	2.7446	53.72
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (LPG)	486 kg	3.1899	1.55
	ปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วไหล (R-22)	381.6 kg	1810	690.70
	ห้องน้ำ (ระบบ Septic Tank)	15,128.52 kgCH ₄		378.21
รวมขอบเขตที่ 1				1,125.77
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	7,530,434.67 kWh	0.5821	4,383.47
รวมขอบเขตที่ 2				4,383.47
ขอบเขตที่ 3	การใช้กระดาษพิมพ์เขียนแบบ ไม่เคลือบผิว	19,071.07 kg	2.0859	39.78
	การใช้กระดาษแบบเคลือบผิว	354.76 kg	2.1501	0.76
	กระดาษชำระ	1889.11 kg	1.4755	2.79
	ขวดน้ำดื่ม (น้ำดื่มของมหาวิทยาลัย)	160.311 kg	3.7700	0.60
รวมขอบเขตที่ 3				43.93
รวมทั้งหมด				5,553.17

จากตาราง 4 ค่าแฟกเตอร์การปล่อย เป็นค่า ณ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ประกอบกับมหาวิทยาลัยไม่มีการใช้ fire pump, generator ส่วนถึงดับเพลิงได้รับการตรวจสอบสภาพและปริมาณสารเคมีเป็นประจำตามระยะเวลา จึงไม่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรด้วย

ตาราง 4 แสดงผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ปี พ.ศ.2559 เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง พบว่ามีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรเท่ากับ 1,125.77 tCO₂e โดยปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วไหล ส่งผลให้เกิดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคือ 690.70 tCO₂e คิดเป็นร้อยละ 61.35

รองลงมาคือ ห้องน้ำ ระบบ Septic Tank 378.21 tCO₂e คิดเป็นร้อยละ 33.60 และการใช้เชื้อเพลิงประเภทดีเซล

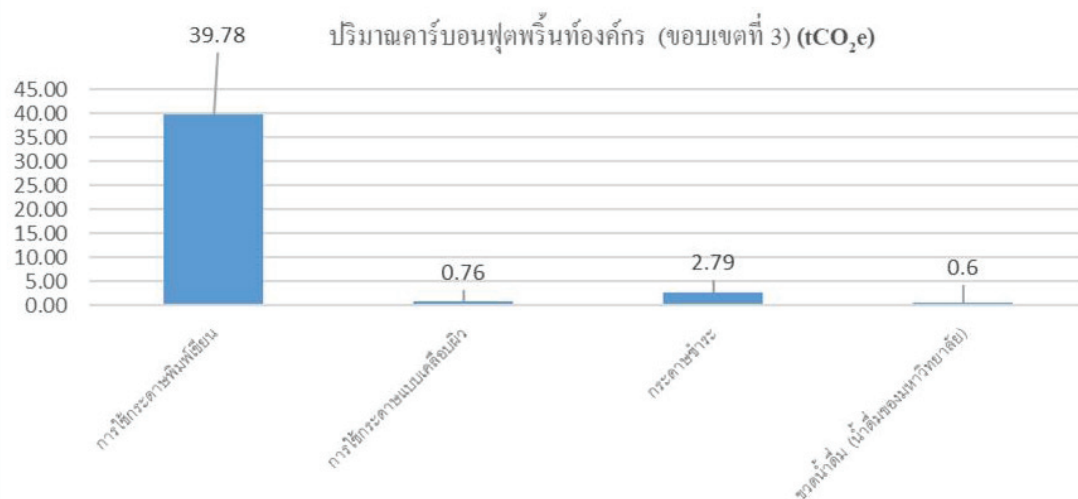
สำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย 53.72 tCO₂e คิดเป็นร้อยละ 4.77 ตามลำดับ ดังรายละเอียดตามภาพ 1



ภาพ 1 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (ขอบเขตที่ 1) (tCO₂e)

ส่วนในขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ.2559 มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 4,383.47 tCO₂e และในขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ พบว่า

มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร เท่ากับ 43.93 tCO₂e โดยร้อยละ 90.55 เกิดจากการใช้กระดาษพิมพ์เขียนแบบ ไม่เคลือบผิว ที่ส่งผลให้เกิดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด คือ 39.78 tCO₂e ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (ขอบเขตที่ 3) (tCO₂e)



ภาพ 3 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรทั้ง 3 ขอเขต (tCO₂e)

จากภาพ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรทั้ง 3 ขอเขต พบว่าขอเขตที่ 2 มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรมากที่สุด เท่ากับ 4,383.47 tCO₂e หรือคิดเป็นร้อยละ 78.94 รองลงมา คือ ขอเขตที่ 1 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร เท่ากับ 1,125.77 tCO₂e หรือคิดเป็นร้อยละ 20.27 และขอเขตที่ 3 คือ 43.93 tCO₂e หรือคิดเป็นร้อยละ 0.79

ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร รวมทั้ง 3 ขอเขต เท่ากับ 5,553.17 tCO₂e

2. การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการประเมินและจัดการความไม่แน่นอนโดยดูเกณฑ์ประเมินจากตาราง 1 และตาราง 2 เพื่อประเมินระดับคุณภาพ ดังรายละเอียดในตาราง 5

ตาราง 5

การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

ขอเขต	รายการกิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้	คะแนนการเก็บข้อมูล (A)	คะแนนค่า EF (B)	ผลการประเมิน (A × B)	ระดับคุณภาพ
ขอเขตที่ 1	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องตัดหญ้า (แก๊สโซฮอล)	3	1	3	1
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (ดีเซล)	3	1	3	1
	การใช้เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (LPG)	3	1	3	1
	ปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วไหล (R-22)	3	1	3	1
	ห้องน้ำ (ระบบ Septic Tank)	1	1	1	1

ตาราง 5

การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (ต่อ)

ขอบเขต	รายการกิจกรรม/ทรัพยากรที่ใช้	คะแนนการเก็บข้อมูล (A)	คะแนนค่า EF (B)	ผลการประเมิน (A × B)	ระดับคุณภาพ
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	3	3	9	2
ขอบเขตที่ 3	การใช้กระดาษพิมพ์เขียนแบบไม่เคลือบผิว	3	1	3	1
	การใช้กระดาษแบบเคลือบผิว	3	1	3	1
	กระดาษชำระ	3	1	3	1
	ขวดน้ำดื่ม (น้ำดื่มของมหาวิทยาลัย)	3	1	3	1

จากตาราง 5 ผลการประเมินระดับคุณภาพโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 อธิบายได้ว่ามีความไม่แน่นอนสูงคุณภาพของข้อมูลไม่ดี มีเพียงกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่านั้น ที่มีผลประเมินอยู่ในระดับ 2 คือมีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้การประเมินและจัดการความไม่แน่นอนได้คะแนนในระดับ 1 เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการจัดทำค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor--EF) เพื่อให้ครอบคลุมและเพียงพอต่อการเลือกใช้งาน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ค่า EF ในระดับสากล

การอภิปรายผล

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่มาจากจำนวนนักศึกษาและบุคลากรรวมทั้งหมด 3,454 คนปี พ.ศ. 2559 รวมทั้ง 3 ขอบเขต เท่ากับ 5,553.17 tCO₂e ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5,428 tCO₂e ที่ประเมินเฉพาะนิสิตจำนวน 7,428 คน (Sukanan, Soralump & Charnsethikul, 2012) ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรประเภทการศึกษาอื่นในประเทศไทย แยกตามขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จะเป็นดังตาราง 6

ตาราง 6

ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรประเภทการศึกษาในประเทศไทย

องค์กร/ ผู้วิจัย	ปีที่ ศึกษา	จำนวนคน	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)			
			ขอบเขตที่ 1	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3	รวม
วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา (Yimsinsomboon, Chakwattana & Muangkham, 2012)	2552- 2553	116 (รวมบุคลากร)	5.755	42.665	28.199	76.620
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (Usubharatana & Phungrussami, 2014)	2553	21,240 (นักศึกษา)	1,692.732	31.271	1391	34,354.83
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Sukanan, Soralump & Charnsethikul, 2012)	2553	7,428 (นิสิต)	240	3,387	1,800	5,428
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Poonpratin, Sawangphruk & Mungcharoen, 2011)	2554	454 (นิสิตและ บุคลากร)	7.84	548.10	480.49	1,036.43
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย	2559	3,454 (นักศึกษาและ บุคลากร)	1,125.77	4,383.47	43.93	5,553.17

จากตาราง 6 ขอบเขตที่มีผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสูงสุดในทุกองค์กร คือ ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยนำเข้าสำคัญในการจัดการเรียนการสอนและการบริหารงานของทุกสถาบัน

เปรียบเทียบผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรคำนวณในรูปของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคนของสถาบันการศึกษาในประเทศไทย และต่างประเทศ (Rippon, 2014) เป็นดังตาราง 7

ตาราง 7

เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคน ประเภทสถาบันการศึกษาในประเทศและต่างประเทศ

มหาวิทยาลัย	ปีที่ ประเมิน	จำนวนคน	ผลรวมคาร์บอนฟุตพริ้นท์ องค์กร (tCO ₂ e)	ปริมาณคาร์บอน ฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคน (tCO ₂ e)
1. วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา	2552	116	76.620	0.66
2. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	2553	21240	34,354.83	1.62
3. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2553	7428	5428	0.73
4. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2554	454	1036.43	2.28
5. University of Queensland	2554	52096	188607	3.62
6. University of Hong Kong	2554	32654	98550	3.02
7. Carnegie Mellon Penn	2555	17200	146514	8.52
8. Cornell University	2555	28306	218000	7.70
9. California, Berkeley	2555	50511	138500	2.74
10. University of Maryland	2556	42308	279572	6.61
11. Arizona State University	2556	78861	314748	3.99
12. University of Cape Town	2556	31041	85360	2.75
13. Monash University	2556	79558	196471	2.47
14. มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย	2559	3454	5,553.17	1.61
ค่าเฉลี่ย				3.45

จากตาราง 7 จากจำนวนองค์กรประเภทการศึกษาทั้งหมด 14 แห่ง รวมทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรที่ประเมินได้ต่อคนเท่ากับ 3.45 tCO₂e โดยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคน เท่ากับ 1.61 ซึ่ง

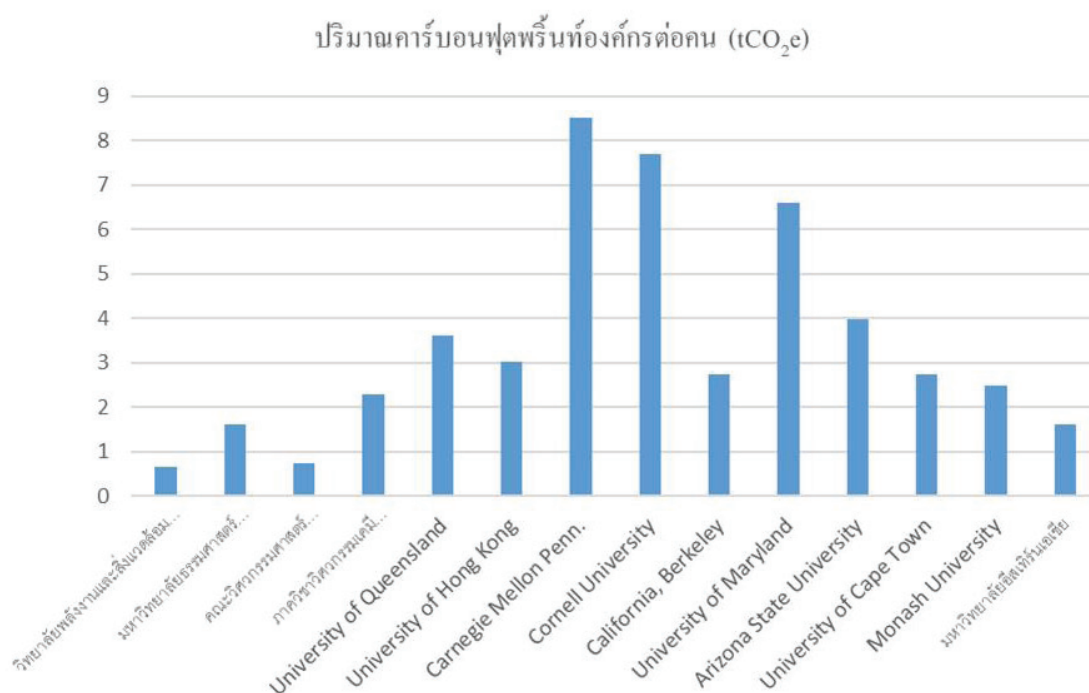
ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ดังแสดงแผนภูมิเปรียบเทียบในภาพ 4 ทั้งนี้มหาวิทยาลัยในประเทศไทย มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย อธิบายได้ว่า ค่าการแผ่กระจายการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission factor) ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในขอบเขตที่ 2 แตกต่างกันตาม

แต่ละประเทศ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของแต่ละประเทศที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงาน จึงส่งผลให้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรมีค่าแตกต่างกัน

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียในครั้งนี้ เป็นการประเมินครั้งแรก และคำนวณจากข้อมูลที่มีการจัดเก็บหรือบันทึกไว้ ยังมีข้อมูลที่ทำให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ไม่ได้นำมาคำนวณในงานวิจัยนี้ เช่น การเดินทางไป-กลับของนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัย เนื่องจากไม่ได้เก็บข้อมูลไว้ อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิจัยที่ได้พบว่า ขอบเขตที่ 2 เป็นขอบเขตที่ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด จึงควรดำเนินการเพื่อลดการใช้ปริมาณไฟฟ้า โดยประกาศนโยบายอนุรักษ์พลังงานให้ผู้บริหาร คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาทราบและให้ความร่วมมือ โดยถือว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของทุกคน

ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยยังได้จัดทำแผนการดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงการพัฒนาบุคลากร การรณรงค์ และส่งเสริมการใช้พลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ และจัดอบรมเพื่อปลูกจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานให้แก่บุคลากรทุกหน่วยงาน

โดยแนวทางการลดภาวะโลกร้อนที่ควรนำไปปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ได้แก่ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล ใช้ไบโอดีเซลและเอทานอล การปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงาบังแสงแดดรอบอาคาร ติดฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา ฝ้าเพดาน และผนังอาคาร ใช้หลอดประหยัดไฟ และใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ใช้น้ำ ใช้ไฟอย่างประหยัดและใช้อย่างรู้คุณค่า ใช้แสงแดดให้เป็นประโยชน์ และใช้หลัก 3R: Reduce, Reuse, Recycle ลดการใช้ ใช้ซ้ำ และนำกลับมาใช้ใหม่ให้เป็นปกติวิสัย (Maimun et al., 2017)



ภาพ 4 เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อคนของสถาบันการศึกษาในประเทศและต่างประเทศ (tCO₂e)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคุณเอกวัฒน์ หวังสันติธรรม นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ สำนักพัฒนา

ทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

References

- Chiang Mai University. (2013). *Full report of the study analyzed data on greenhouse gas emissions in the energy sector*. Retrieved from <http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15423FinalReport.pdf> (in Thai)
- Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy. (2016). *indicators for emissions of carbon dioxide per gross domestic product*. Retrieved from <http://www.tdri.or.th> (in Thai)
- Maimun, C., Sareephattananon, A., Rattanatai, B., Teekasap, S. (2560). Organization carbon footprint. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 11(1), 57-66.
- NaKaeo Munical District. (2013). *Report of carbon footprint*. Retrieved from http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/Sheet%207-1_Nakaew.PDF (in Thai)
- Nongsamrong Municipality. (2013). *Greenhouse gas emissions of Nongsamrong municipality*. Retrieved from <http://www.nongsamrong.go.th/files/gallerycontent/file-7465.pdf> (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2015). *Indicators for Emissions of greenhouse gases*. Retrieved from <http://www.tdri.or.th> (in Thai)
- Palas, H. (2015). *Assessment of emissions of carbondioxide from electrical energy using in department of faculty of agriculture natural resources and environment, Naresuan University*. Retrieved from http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2558/nre_2558_018_FullPaper.pdf (in Thai)
- Poonpratin, T., Sawangphruk, M., & Mungcharoen, T. (2011). *Analysis of the carbon footprint of the department of chemical engineering at Kasetsart University*. Retrieved from www.chem.eng.psu.ac.th/tiche2011/TCHE/data/paper/thai/tes/poster/tes103.pdf (in Thai)
- Rippon, S. (2014). *University of cape town carbon footprint for 2013*. Retrieved from <http://www.sandrariippon.co.za>.
- Rodtusana, I. (2013). *Carbon footprint for organization; Huachiew Chalermprakiet univeristy*. Retrieved from <http://www.thaiscience.info/journals/Article/APER/10888940.pdf> (in Thai)
- Sukanan, C., Soralump, C., & Charnsethikul, P. (2012). Assessment and guidelines for reduction of greenhouse gas emissions Kasetsart university. *The 11th Conference on Environmental*, Chiang Rai. (in Thai)
- Usubharatana, P., & Phungrussami, H. (2014). Carbon footprint of organization: Case study for Thammasat university. *Thammasat Journal of Science and Technology*, 22(1), 1-12. (in Thai)
- Wangsantitham, A. (2014). *Carbon footprint of organization of bureau of energy human resource development*. Master of Engineering (Energy and environmental technology management) Thesis, Thammasat University. (in Thai)



ผลการใช้การจัดการคลินิกไร้พุงเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวาน
ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรปราการ
Results of Diet and Physical Activity Clinic for Health Behavior Improvement
among Diabetes Patients in Sub-district Health Promoting Rompho's Hospital,
Samut Prakan Province

สุทธิดา ไตรมาส, อารยา ประเสริฐชัย และวรางคณา จันทร์คง
Sutthida Trimas, Araya Prasertchai and Warangkana Chankong

หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Master of Public Health Program in Public Health Administration, Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการใช้กระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน ประชากรคือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน ที่มารับบริการคลินิกโรคเบาหวาน ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ ไม่น้อยกว่า 1 ปี และมีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 126 mg/dl ติดต่อกันอย่างน้อย 6 เดือน จำนวน 27 คน เข้าร่วมกระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ (1) กิจกรรมที่ 1 เป็นการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมสุขภาพ ได้แก่ อาหาร การเคลื่อนไหว/ออกกำลังกาย การจัดการความเครียด และการประเมินความเสี่ยงพฤติกรรมสุขภาพ ประกอบด้วย พฤติกรรมการรับประทานอาหาร พฤติกรรมการเคลื่อนไหว/ออกกำลังกาย ความเครียด (2) กิจกรรมที่ 2 เป็นการติดตามพฤติกรรมสุขภาพ ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนกรกฎาคมถึง สิงหาคม พ.ศ. 2559 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Pair Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน หลังการเข้าร่วมกระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง มีค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดลดลงก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการจัดการคลินิกไร้พุงในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพมีผลทำให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ซึ่งกลวิธีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มผู้ป่วยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

คำสำคัญ: ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน, การจัดการคลินิกไร้พุง, น้ำตาลในเลือด

Abstract

The purpose of this quasi-experimental research was to compare average of blood sugar in before and after of Diet and Physical Activity Clinic in Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus patients. The study was conducted among 27 non-insulin dependent diabetes patients who had been attending the diabetes clinic at the hospital and had a blood sugar level of more than 126 mg/dl for at least 6 months. All of the participants participated in Diet and Physical Activity Clinic. (1) Reproductive health

behavior, food, exercise, and stress management. (2) The study follow up from July to September 2016. The statistical methods for data analysis included paired t-test. The results of this study show that after the experiment, the non-Insulin dependent diabetes mellitus patient decreased their level of sugar in blood from before the experiment at 0.05 level of significance. Regarding the findings, it should be recommended that by Diet and Physical Activity Clinic the patients behavior change and self to blood sugar level control. It can be applied this program to other similar groups of patients.

Keywords: non-insulin dependent diabetes mellitus patient, diet and physical activity clinic, blood sugar



บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้แต่ยังต้องรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้โรคที่เป็นอยู่ลุกลามขึ้นหากไม่สามารถควบคุมโรคได้จะส่งผลให้เกิดความรุนแรงของโรคขึ้น หรือ อาจทำให้พิการและเสียชีวิตประเทศไทยให้ความสำคัญกับการจัดการโรคเรื้อรังมากขึ้นเนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของประชาชน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้อัตราของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Mekthong, 2015)

จากการศึกษาของ UK Prospective Diabetes Study ในปี ค.ศ. 2000 (Stratton, et.al., 2000) ถึงผลจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมรายบุคคลต่อการควบคุมโรคพบว่า ร้อยละ 35-58 สามารถลดการเกิดโรคเบาหวานในกลุ่มผู้ที่มีความเสี่ยงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ยา Metformin และยังส่งผลให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถควบคุมน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิตได้ดีขึ้นจากระดับ HBA1c ที่ลดลง ทำให้ลดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นต่อหลอดเลือดแดงเล็ก เช่น ตาไต ลดลงร้อยละ 37 ลดการเกิดโรคหัวใจขาดเลือดและหลอดเลือดสมองถึง ร้อยละ 14 และ 12 ตามลำดับ (Department of Disease Control, 2015)

การศึกษาการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในประเทศไทย ได้มีการศึกษาผลของโปรแกรมสุขศึกษาในปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยใช้ การบรรยายการอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับการดูแลตนเอง สำหรับผู้ป่วยเบาหวานและการติดตามเยี่ยมโดยเจ้าหน้าที่ สาธารณสุขระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยเบาหวานมีความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานและการรับรู้ในความสามารถของตนเองสูงกว่าก่อนการทดลอง (Hamwong, 2013) ผลของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเองในผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดโดยประยุกต์ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจ เพื่อป้องกันโรคร่วมกับการสนับสนุนทางสังคมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเองในผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การรับประทานยา การไปพบแพทย์ตามนัด และการลดความเครียดโดยได้รับโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเองตามกรอบแนวคิด ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรคผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยมีความรู้เรื่องโรคเบาหวานการรับรู้ความรุนแรงของโรคเบาหวานการรับรู้โอกาสเสี่ยงการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานการปฏิบัติตัวในการดูแลสุขภาพของตนเองในด้านการรับประทานอาหารการออกกำลังกาย การรับประทานยาการไปพบแพทย์ตามนัดสูงกว่าก่อนการทดลอง (Phol-Uthai, 2013)

ตาราง 1

แสดงจำนวนและระดับความรุนแรงตามจรรยาชีวิต 7 สี ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่มารับบริการในคลินิกโรคเรื้อรัง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรปราการ

ปี	จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวาน	กลุ่มผู้ป่วยระดับ 0 (เขียวเข้ม)	กลุ่มผู้ป่วยระดับ 1 (เหลือง)	กลุ่มผู้ป่วยระดับ 2 (ส้ม)	กลุ่มผู้ป่วยระดับ 3 (แดง)	กลุ่มผู้ป่วยมีภาวะแทรกซ้อน (ดำ)
2555	107	29	41	23	11	3
2556	128	51	38	18	17	4
2557	142	46	46	29	16	5

จากตาราง 1 แสดงจำนวนและระดับความรุนแรงตามจรรยาชีวิต 7 สี ของผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการในคลินิกโรคเรื้อรัง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ แสดงให้เห็นว่าจำนวนผู้ป่วยเบาหวานมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคตนอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยที่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี (สีเขียวเข้ม) ในปี พ.ศ.2555-2557 มีเพียงร้อยละ 27.10, 39.84 และ 32.39 ตามลำดับและยังพบว่าจำนวนของผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อน มีจำนวนสูงขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย ไม่ค่อยออกกำลังกาย และไม่คอยสนใจการออกกำลังกายนิสัยการบริโภคอาหารที่มีรสหวาน มันและเค็ม โดยส่วนใหญ่มาจากขนมหวาน น้ำอัดลม เครื่องดื่มประเภทชา กาแฟและน้ำผลไม้ที่เติมน้ำหวานแทนน้ำตาล อาหารสำเร็จรูปประเภทถุง ซึ่งหาซื้อได้ง่ายเนื่องจากพื้นที่ตำบลโพธิ์เป็นชุมชนเมือง สะดวกต่อการซื้อหาอาหารบริโภค มีทั้งตลาดสด ร้านขายอาหาร ร้านสะดวกซื้อ ห้างสรรพสินค้า รวมถึงการคมนาคมที่สะดวก ดังนั้นหากผู้ป่วยเหล่านี้ไม่ได้รับการช่วยเหลือ อาจทำให้ความรุนแรงของโรคเบาหวานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมที่สามารถป้องกันและแก้ไขได้ ถ้ามีความรู้ความเข้าใจที่จะปฏิบัติในเรื่องการควบคุมอาหารและการออกกำลังกายจะส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เหมาะสม

แนวทางที่จะช่วยป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้ป่วยโรคเบาหวานจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโรคและอาการของโรคเบาหวานและมีความสามารถในการดูแล

ตนเอง เช่น การดูแลสุขภาพตนเองทั่วไป การออกกำลังกาย การควบคุมอาหาร และการจัดการความเครียด โดยการจัดกิจกรรมให้ความรู้โดยการนำผู้ป่วยที่มีปัญหาในโรคเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันมารวมกันเพื่อให้มีการสนทนาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้และความรู้สึกความคิดเห็น มีการซักถามปัญหาและการร่วมกันคิดแก้ไขปัญหา โดยมีบุคลากรสาธารณสุขเป็นผู้นำกลุ่มที่คอยกระตุ้นความคิดเห็นของสมาชิกให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ตอบข้อสงสัยพร้อมทั้งให้คำแนะนำ วิธีนี้น่าจะมีผลต่อความรู้และพฤติกรรมสุขภาพในโรคที่เป็นอยู่ในทางที่ดีขึ้น

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและได้นำกระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง (Diet and Physical Activity Clinic--DPAC) เข้ามามีส่วนร่วมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ เพื่อให้ผู้ป่วยเกิดการรับรู้เกี่ยวกับความรุนแรงของโรคแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน การดูแลสุขภาพตนเอง ในการควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย และการจัดการความเครียด ซึ่งมีผลต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนและหลังการใช้กระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เรื่องโรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน คือ โรคทางเมตาบอลิซึมที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เป็นผลมาจากความบกพร่องของการหลั่งอินซูลินหรือการออกฤทธิ์ของอินซูลินหรือทั้งสองอย่าง เกิดความผิดปกติในเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน (Sunthornyothin, 2012)

ความผิดปกติดังกล่าวมีส่วนทำให้เกิดความเสียหายในระยะยาว การสูญเสียหน้าที่ และความล้มเหลวของอวัยวะต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดวงตา ไต ระบบประสาท หัวใจและหลอดเลือด เบาหวานเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดภาวะไตบอด ตาบอด การถูกตัดเท้า อีกทั้งโอกาสเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ หลอดเลือดสมอง หลอดเลือดส่วนปลายตีตันมากกว่าคนปกติ ซึ่งมีโอกาสเสียชีวิตมากกว่าที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวาน (Sunthornyothin, 2012)

เบาหวานแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ (1) เบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน (insulin dependent diabetes) เกิดจากตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เอง น้ำตาลในเลือดจึงสูง น้ำตาลไม่สามารถเข้าไปให้พลังงานในเซลล์ได้ เซลล์จึงหาพลังงานใหม่โดยการย่อยสลายไขมันและโปรตีนแทน และเกิดสารคีโตนซึ่งเป็นกรดที่เป็นพิษต่อร่างกายอย่างรวดเร็วคั่งค้างในเลือด ทำให้เกิดอาการหอบเหนื่อย คลื่นไส้ อาเจียน ชีพจรเต้นเร็ว อาจช็อกหมดสติได้ อย่างกะทันหัน เป็นปัญหาสำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดนี้ ซึ่งมักพบในเด็กกว่าผู้ใหญ่ (2) เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน (non-insulin dependent diabetes) เกิดจากตับอ่อนผลิตอินซูลินได้ไม่เพียงพอ หรือเซลล์ของร่างกายมีการต่อต้านอินซูลิน ทำให้อินซูลินทำงานได้น้อยลง เกิดการคั่งของน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มอย่างค่อยเป็นค่อยไป อาการที่เกิดขึ้นจึงไม่รุนแรงอย่างเฉียบพลัน แต่จะค่อย ๆ เพิ่มอาการมากขึ้นจนในที่สุดถึงกับหมดสติและเสียชีวิตได้ (Prapasanon, 2007)

การตรวจเบาหวาน มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ตรวจระดับน้ำตาลในเลือดคนปกติมีระดับน้ำตาล 80-110 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ถ้าพบว่ามีระดับน้ำตาลสูง 126 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ถือว่าเป็นเบาหวาน (2) ตรวจระดับน้ำตาลใน

ปัสสาวะ ไตสามารถกรองน้ำตาลในปัสสาวะได้ 180-200 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ถ้ามีมากกว่านั้นไตกรองไม่ได้ น้ำตาลจะออกมาพร้อมกับปัสสาวะ ถ้าตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะ ถือว่าเป็นเบาหวาน (3) ตรวจหาเฮโมโกลบิน เอ วัน ซี ซึ่งเป็นเม็ดเลือดแดงที่มีน้ำตาลเกาะอยู่ สามารถบอกความรุนแรงของโรคได้ (Prapasanon, 2007)

ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากการเป็นโรคเบาหวาน มีดังนี้

ภาวะแทรกซ้อนทางตาการเกิดพยาธิสภาพที่จอตา เป็นสิ่งที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยเบาหวาน ประมาณร้อยละ 60 ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน และในจำนวนนี้ประมาณร้อยละ 10 อาจเกิด proliferative retinopathy ได้ นอกจากนี้ผู้ป่วยเบาหวานบางรายยังอาจเกิด macular edema ซึ่งทำให้มีผลต่อการมองเห็นได้ผู้ป่วยเบาหวานจึงควรได้รับการตรวจตาอย่างสม่ำเสมอ (Bunnag, 1999)

ภาวะแทรกซ้อนทางไตการเกิดโรคไตจากเบาหวาน Diabetic Nephropathy (DN) เกิดจากภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูงในผู้ป่วยเบาหวาน โรคนี้มีลักษณะทางพยาธิวิทยาที่จำเพาะเจาะจง และมีการดำเนินโรคที่ค่อนข้างจะแน่นอน ทั้งนี้พบว่าโรคไตจากเบาหวานเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการเกิดโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ผู้ป่วยเบาหวานที่มีโรคไตจากเบาหวานมักจะไม่มีอาการที่ผิดปกติ แต่จะมีอาการแสดงที่สำคัญ คือ ตรวจพบปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะเพิ่มสูงขึ้น มีความดันโลหิตสูง และจะมีการทำงานของไตลดลงเรื่อย ๆ จนเป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในที่สุด ในทางคลินิกจึงใช้ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะที่เพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 30 มิลลิกรัม/วัน เป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการวินิจฉัยโรคไตจากเบาหวาน (Sunthornyothin, 2012)

หลักการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนทางไตคือ พยายามควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เพิ่มเริ่มมี microalbuminuria, ควบคุมความดันโลหิต, การจำกัดอาหารประเภทโปรตีน (ประมาณ 0.6 กรัม โปรตีน/กก/วัน) และต้องระมัดระวังเรื่องการใส่ยา ซึ่งอาจมีผลเสียต่อไตได้ (Bunnag, 1999)

ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาท การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทในผู้ป่วยเบาหวานอาจ

เกิดได้ทั้งในระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทส่วนปลาย และระบบประสาทส่วนอัตโนมัติ ภาวะแทรกซ้อนชนิดนี้พบได้ประมาณร้อยละ 40 ของผู้ป่วยเบาหวาน โดยพบได้มากขึ้นเมื่อระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานนานขึ้น นอกจากนี้ยังพบภาวะแทรกซ้อนนี้ได้มากขึ้นในผู้ป่วยที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดีในคนที่สูบบุหรี่ หรือมีโรคหลอดเลือดหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนปลายที่พบได้บ่อยที่สุดในผู้ป่วยเบาหวาน คือ distal symmetrical polyneuropathy ผู้ป่วยอาจมีอาการชาหรือสูญเสียความรู้สึกบริเวณปลายมือปลายเท้า บางรายอาจมีอาการปวดร่วมด้วย การควบคุมระดับน้ำตาลให้ใกล้เคียงปกติอาจช่วยป้องกันได้ หรือลดภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทได้โดยเฉพาะในระยะเริ่มแรก (Bunnag, 1999)

ทฤษฎีแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Health belief model)

แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ เริ่มพัฒนาขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1950 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะอธิบายพฤติกรรม การป้องกันโรค (preventive health behavior) ได้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม และการใช้บริการทางการแพทย์และสาธารณสุข (Rosenstock, 1974)

แนวความคิดของรูปแบบความเชื่อนี้มาจากแนวคิดของ Lewin (1951) ซึ่งเป็นผู้ให้แนวคิดที่ว่า “โลกของผู้รับรู้จะเป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรมของผู้รับรู้” (The world of perceivers determined the actions of perceivers) แนวความคิดของรูปแบบความเชื่อด้านสุขภาพนี้ เกี่ยวข้องกับการรับรู้ของบุคคลที่มีต่อโลกภายนอกและการตั้งใจ ประสพการณ์เดิมของบุคคลจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อพฤติกรรม และประสพการณ์เดิมนั้นจะต้องเป็นสิ่งที่มียู่กับบุคคลนั้น

แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพซึ่งได้รวมเอาแนวคิดทางด้านแรงจูงใจด้านสุขภาพ และได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเจ็บป่วย (illness behavior) พฤติกรรมในขณะที่ป่วยหรือเมื่อเป็นโรค (sick-role behavior) และพฤติกรรมสุขภาพ (health behavior) (Suwan & Suwan, 1993)

Rosenstock (1974) ตั้งข้อสมมติฐานว่า บุคคลจะแสวงหาและปฏิบัติตามคำแนะนำด้านสุขภาพ (ด้านการป้องกัน เช่น การตรวจสุขภาพหรือการฟื้นฟูสภาพ การรับการรักษาตามโรคที่แพทย์ตรวจพบ ภายใต้สถานการณ์เฉพาะเท่านั้น บุคคลจะต้องมีความรู้ในระดับหนึ่ง และมีแรงจูงใจต่อสุขภาพจะต้องเชื่อว่าตนมีความเสี่ยงต่อภาวะการเจ็บป่วย จะเชื่อว่าการรักษานั้นเป็นวิธีการที่จะสามารถควบคุมโรคได้ และเชื่อว่าค่าใช้จ่ายของการควบคุมโรคจะไม่สูงจนเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ สถานการณ์เหล่านี้ ได้แก่ ความเชื่อเกี่ยวกับโอกาสของการเป็นโรคและความรุนแรงของโรค ความเชื่อว่าโรคที่เป็นสามารถรักษาได้ และความสามารถของบุคคลที่จะแก้ปัญหา (self-efficacy) และสุดท้ายการรับรู้เกี่ยวกับราคา ค่าใช้จ่าย เวลา เงิน พลังงาน ความสนใจ ความกลัว ความอาย และอื่น ๆ รูปแบบความเชื่อด้านสุขภาพที่ประกอบด้วยองค์ประกอบดังกล่าวมา เป็นแนวคิดของ Rosenstock (1974) และต่อมา Becker (1974) ได้ขยายองค์ประกอบและรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

การนำแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพไปประยุกต์ใช้เพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายสามารถที่จะเลือกใช้การรับรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมในการดำเนินงาน และพบว่าบุคคลจะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหรือมีพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพที่เหมาะสมเมื่อบุคคลนั้นเกิดการรับรู้ว่าตนเองมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดโรค เกิดการรับรู้ถึงความรุนแรงของโรค พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพนั้นเป็นประโยชน์ต่อตนเอง และไม่มีอุปสรรคในการกระทำพฤติกรรมนั้น ๆ หรือมีอุปสรรคน้อยกว่าประโยชน์ที่ได้รับ

พฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

1. การบริโภคอาหารที่สมดุลกับสุขภาพ ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีความผิดปกติของการเผาผลาญอาหารเพื่อนำพลังงานไปใช้ให้แก่ร่างกาย ทั้งอาหารประเภทแป้ง คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงควรรับประทานอาหารที่หลากหลายในสัดส่วนทั้งชนิดและปริมาณที่เหมาะสม

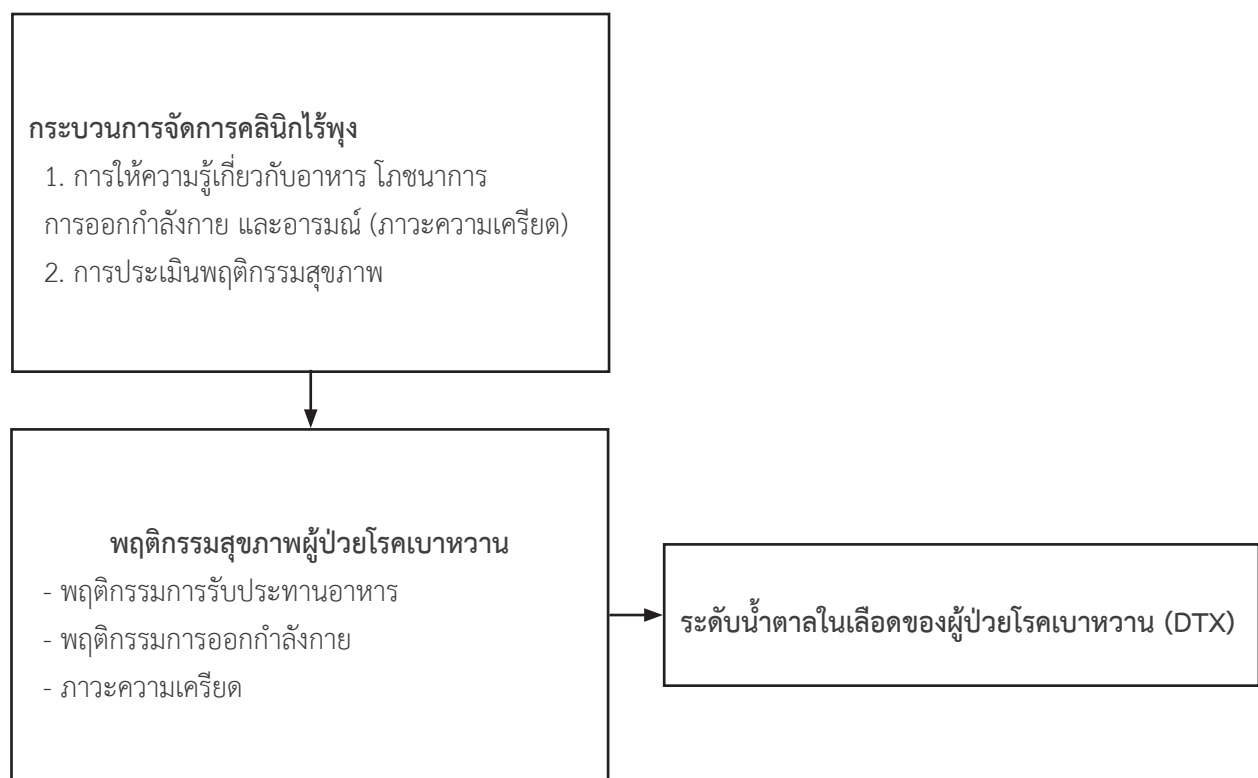
2. การออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ได้แก่

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่กระตุ้นให้ร่างกายเผาผลาญกลูโคสด้วยกระบวนการที่ใช้ออกซิเจนเป็นหลัก ซึ่งเป็นการฝึกร่างกายด้วยการกระตุ้นให้ระบบหลอดเลือด หัวใจ และปอด มีการส่งออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อรอบ ๆ มากขึ้นด้วย มีการเผาผลาญไขมันมากขึ้น แต่สงวนการใช้แป้งที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและในตับ เป็นผลให้น้ำหนักตัวลดลงด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่ การเดินเร็ว การวิ่งเหยาะ ๆ การว่ายน้ำ การรำมวยจีน การทำกายบริหารด้วยท่าต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องหรือการเต้นแอโรบิก นอกจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแล้ว ควรจะต้องมีการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความยืดหยุ่นของร่างกาย ด้วยการยืดกล้ามเนื้อร่วมด้วย เพื่อให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะออกกำลังกายได้นานเท่าที่ต้องการ กล้ามเนื้อไม่ตึงตัวจนเกินไปและไม่เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จะเน้นการบริหารกล้ามเนื้อที่ทำให้มีความทนทาน ด้วยการใช้น้ำหนักที่พอประมาณแต่ทำซ้ำ ๆ ให้ได้หลาย ๆ ครั้ง การยืดกล้ามเนื้อควรจะทำก่อนการออกกำลังกายแบบอบอุ่นร่างกาย และหลังจากการออกกำลังกายจึงจะได้ผลดี การยืดกล้ามเนื้อทำได้ทุกวัน เพื่อคงความยืดหยุ่นของร่างกายไว้

3. การมีจิตใจสบายและชีวิตสังคมอย่างมีความสุข ผู้ป่วยโรคเบาหวานหลายคนเข้าใจผิดว่า วิถีชีวิตของตนแตกต่างกับคนปกติทั่วไป เพราะต้องเคร่งครัดในการปฏิบัติหลายอย่างโดยเฉพาะการรับประทานอาหาร ซึ่งนับว่าเป็นความเข้าใจผิดอย่างยิ่ง เพราะสัดส่วนและปริมาณของอาหารเกือบทั้งหมดเป็นอาหารของคนทั่วไปและวิถีชีวิตอื่น ๆ ไม่ได้แตกต่างจากผู้ป่วยเบาหวานมากมายนัก การมีเวลาออกไปผ่อนคลายกับครอบครัว และเพื่อนข้างนอกจากวิถีชีวิตทำงานปกติกลับจะทำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานลดความเคร่งเครียด โดยทั่วไปแล้วยังพบว่าการไม่เครียดจะทำให้ควบคุมเบาหวานได้ดีขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานภายหลังการใช้กระบวนการจัดการคลินิกไร้พุงลดลง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi experimental research) ซึ่งมีแผนการทดลองดังนี้

แบบแผนการทดลองการทดลองก่อน-หลัง

การทดลอง

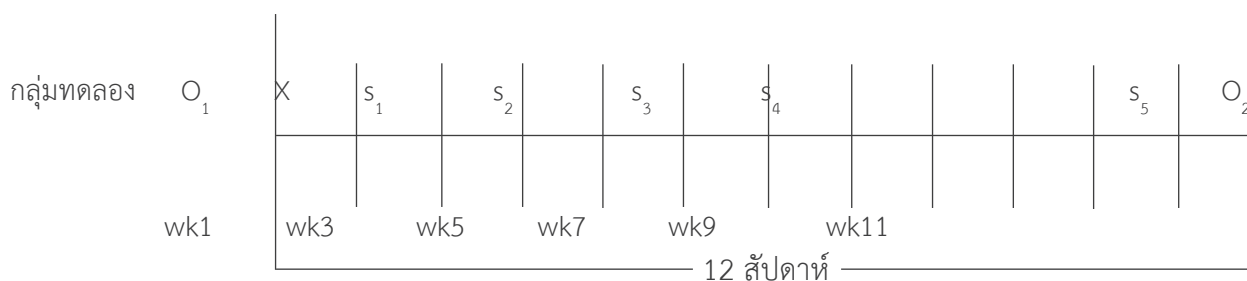
กลุ่มทดลอง O_1 ————— X ————— O_2

โดย O_1 หมายถึง ก่อนการเข้ากระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง

O_2 หมายถึง หลังการทดลองเข้ากระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง

X หมายถึง กระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง

ดังรูปแบบการวิจัยและแผนภูมิการทดลอง (ภาพ 1)



ภาพ 1 รูปแบบการวิจัยและแผนภูมิการทดลอง

X หมายถึง จัดกิจกรรมอบรม 1 วันให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมมารับประทานอาหาร พฤติกรรมการเคลื่อนไหว/ออกกำลังกายและปรับอารมณ์สร้างสุข ประเมินสุขภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต ชีพจร ระดับน้ำตาลในเลือดองค์ประกอบในร่างกาย

S_1 - S_5 หมายถึง การติดตามประเมินสุขภาพ ประเมินพฤติกรรมเคลื่อนไหว/การออกกำลังกาย การรับประทานอาหารและประเมินความเครียด จำนวน 5 ครั้ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีประวัติการรักษาในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ อำเภอมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการไม่น้อยกว่า 1 ปี จำนวน 27 คน โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีประวัติการรักษาในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี

2. ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 126 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 6 เดือนย้อนหลัง

3. ความสามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้

4. ยินดีให้ความร่วมมือในวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การดำเนินการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้แบบประเมินสุขภาพของกองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กองอนามัยกระทรวงสาธารณสุข (Siwanuwatn, 2015) โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา

ส่วนที่ 2 แบบประเมินสุขภาพส่วนบุคคล ประกอบด้วย น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด โรคประจำตัว

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความเสี่ยงพฤติกรรมสุขภาพ ประกอบด้วย แบบประเมินพฤติกรรมรับประทานอาหาร แบบประเมินพฤติกรรมออกกำลังกาย และ แบบประเมินความเครียด

แบบประเมินพฤติกรรมรับประทานอาหารโดย แบ่งสเกล 1 ถึง 5 จะแสดงและบ่งชี้ให้เห็นว่า มีพฤติกรรมการกินอาหารประเภทใดบ้างที่ดีต่อสุขภาพ ควรส่งเสริมให้ กินมากขึ้น หรือพฤติกรรมกินใดที่มีความเสี่ยงและเป็น สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคอ้วน เบาหวาน และความดันโลหิตสูง ควรลด/หลีกเลี่ยงการกินอาหารประเภทนั้น ๆ

หมวด ก. หมายถึง อาหารที่ควรกินทุกวัน/กินเป็นประจำ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ลดความเสี่ยงต่อโรคอ้วน โรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูง

หมวด ข. หมายถึง อาหารที่ไม่ควรกินบ่อย หรือ ไม่ควรกินในปริมาณที่มาก ควรกินแต่น้อยหรือนาน ๆ ครั้ง ถ้ากินบ่อย ๆ หรือทุกวัน จะเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วน เบาหวาน และความดันโลหิตสูง เป็นภัยเงียบต่อสุขภาพ

แบบประเมินพฤติกรรมออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย เป็นแบบประเมินเกี่ยวกับเรื่องความถี่และระยะเวลาของการเคลื่อนไหวออกแรง/ออกกำลังกาย ซึ่งจะมียูด้วยกัน 3 บริบท คือ ออกกำลังกาย (การเคลื่อนไหวร่างกายใน เวลาว่าง) การกิจวัตรประจำวันหรือการเดินทาง และการเดินทางหรืองานอาชีพ ซึ่งในแต่ละหัวข้อมีเกณฑ์การให้ คะแนนเหมือนกัน แต่จะให้คะแนนความถี่ (วัน/สัปดาห์) และระยะเวลา (นาที/วัน) รวมกันในตัวข้อนั้นเท่านั้น จะ ไม่นำทั้ง 3 หัวข้อมารวมกัน คะแนนที่ได้ของแต่ละหัวข้อ ขึ้นอยู่กับปัจเจกบุคคลและบริบทที่ได้รับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน 2-4 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ แสดงว่าการเคลื่อนไหว ออกแรง/ออกกำลังกายในบริบทการออกกำลังกาย การกิจ วัตรประจำวันหรือเดินทาง และงานบ้านหรืออาชีพ อย่างใดอย่างหนึ่ง ยังไม่เพียงพอ ทำให้ท่านมีความเสี่ยงเรื่องโรคเบาหวาน

ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดหัวใจตีบ โรคเรื้อรังอื่น ๆ ท่านมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

คะแนน 5-7 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แสดงว่า ท่านเคลื่อนไหวออกแรง และออกกำลังกายสม่ำเสมอ พอสมควร ส่งผลให้ท่านมีสุขภาพที่ดีลดความเสี่ยงของ การเกิดโรคและการเสียชีวิตด้วยโรคเบาหวาน ความดัน โลหิตสูง หลอดเลือดหัวใจตีบ โรคเรื้อรังอื่น ๆ

คะแนน 8-10 อยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่าท่าน เคลื่อนไหวออกแรงและออกกำลังกายสม่ำเสมอ ซึ่งทำให้ ท่านแข็งแรง และมีความเสี่ยงต่ำมากต่อการเกิดโรค เบาหวาน ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดหัวใจตีบ โรค เรื้อรังอื่น ๆ

แบบประเมินความเครียด (ST-5) เป็นแบบวัด ความเครียด 5 ข้อ เพื่อประเมินอาการหรือความรู้สึกที่เกิด ขึ้นในระยะ 2-4 สัปดาห์ แบ่งการประเมิน เป็น 4 ระดับ (0-3 คะแนน) คือ แทบไม่มี (0 คะแนน) เป็นบางครั้ง (1 คะแนน) บ่อย ๆ ครั้ง (2 คะแนน) และเป็นประจำ (3 คะแนน) คิดเป็นคะแนนรวมระหว่าง 0-15 คะแนน

คะแนน 0-4 แปรผลไม่มีความเครียดในระดับที่ ก่อให้เกิดปัญหาด้วยตัวเอง

คะแนน 5-7 แปรผลสงสัยว่ามีปัญหาความเครียด

คะแนน > 8 แปรผลมีความเครียดสูงในระดับที่ อาจส่งผลเสียต่อร่างกาย

2. กิจกรรมการจัดการคลินิกไร้พุง

กิจกรรมที่ 1 การประเมินสุขภาพของตนเอง เป็นขั้นตอนที่มีการเก็บข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นของผู้ป่วย แต่ละคน ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง รอบเอว ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด รวมทั้งประเมิน ความเสี่ยงพฤติกรรมสุขภาพทั้งในด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกายและประเมินความเครียด โดยผู้ป่วยพิจารณาถึงสาเหตุของการมีระดับน้ำตาลใน เลือดสูง พร้อมทั้งตั้งเป้าหมายในการลดระดับน้ำตาลใน เลือดให้ใกล้เคียงกับเป้าหมายของการรักษาให้มากที่สุด ผู้วิจัยทำหน้าที่ช่วยรวบรวมข้อมูลและประเมินความเสี่ยง พฤติกรรมสุขภาพเป็นรายบุคคล

กิจกรรมที่ 2 ให้ความรู้เรื่องโรคเบาหวาน สาเหตุ และโอกาสที่ทำให้เกิดโรคเบาหวาน การป้องกันโรคเบาหวาน การรักษาโรคเบาหวาน ภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยเบาหวาน เป้าหมายการควบคุมเบาหวานและการติดตามประเมินผลการรักษา

กิจกรรมที่ 3 ให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรม การรับประทานอาหาร อาหารที่ควรรับประทานทุกวัน อาหารที่ไม่ควรรับประทานบ่อย หลักการกินที่พอดีคือ (1) พลังงานพอเหมาะในแต่ละวัน (2) ความสมดุลปริมาณของอาหารแต่ละกลุ่ม ธาตุอาหาร (3) ความหลากหลายของอาหาร (4) ปริมาณการใช้น้ำมัน น้ำตาล และเกลือหรือน้ำปลา และให้ความรู้เกี่ยวกับอาหารแลกเปลี่ยน มีตัวอย่างอาหารจริงที่นำมาใช้ประกอบการสอน ได้แก่ ข้าวซ้อมมือ ข้าวเหนียว ข้าวโพด ผักกาด ผักบุ้ง ส้ม กล้วย เนื้อ ปลา นม เป็นต้น

กิจกรรมที่ 4 ให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรม การออกกำลังกาย ประโยชน์และสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเพิ่ม การเคลื่อนไหว/ออกกำลังกาย แนะนำการเพิ่ม การเคลื่อนไหวออกแรงในชีวิตประจำวัน/พลังงานที่ใช้ไปในประเภทของการออกกำลังกาย (แอโรบิก, แร่งต้านและยืดเหยียด) หลักของการออกกำลังกาย (ความบ่อย, ความหนัก/เหนื่อย, ความนานและชนิด/ประเภทกิจกรรม) สาธิตการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับกลุ่มทดลอง หาแนวทางและสนับสนุนการเพิ่มการเคลื่อนไหว/ออกกำลังกายที่ถูกต้อง และสาธิตการออกกำลังกายยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยให้ผู้ป่วยร่วมปฏิบัติด้วย

กิจกรรมที่ 5 ปรับอารมณ์สร้างสุข หัวใจสำคัญคือ การมีสติรู้ทันความคิดและอาการทางกายที่เกิดขึ้นในแต่ละขณะ โดยเฉพาะเมื่อมีความเครียดเกิดขึ้น และมีวิธีสร้างสุขในชีวิตที่หมั่นสังเกตและเรียนรู้ตัวเองว่าอะไรที่ทำให้เครียดเวลาที่เครียดมีอาการอย่างไร มีแนวโน้มใช้วิธีอะไรในการจัดการความเครียด ฝึกทักษะการคลายเครียดต่าง ๆ เช่น การหายใจคลายเครียดช่วยคลายอารมณ์ให้สงบ ฝึกการเรียนรู้การสร้างสุขในชีวิตตามบัญญัติสุข 10 ประการ

กิจกรรมที่ 6 ติดตาม/ประเมินพฤติกรรมสุขภาพ นิตหมาย ติดตาม ประเมินพฤติกรรมสุขภาพและประเมินความเสี่ยงพฤติกรรมสุขภาพโดยแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกในครั้งแรก นิตหมายทุก 2 สัปดาห์ใน 2 เดือนแรกและ

สัปดาห์ที่ 4 ในครั้งสุดท้ายของกิจกรรม รวมระยะเวลาทั้งหมด 12 สัปดาห์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยขออนุญาตเก็บข้อมูลตามขั้นตอนและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือแนะนำตัวจากบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชถึงสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อนำเสนอโครงการวิจัยและขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว ผู้วิจัยจึงทำเรื่องขออนุมัติทำการศึกษาวิจัยในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่มโพธิ์ เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลกับผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่าง เมื่อได้รับอนุญาตผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยศึกษาประวัติของผู้ป่วยเบาหวาน เลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะตรงตามที่กำหนด

3. ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละรายเซ็นหนังสือยินยอม โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจเพื่อพิทักษ์สิทธิ์ในการเข้าร่วมการวิจัยและดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดทำเอกสารชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษาและรวบรวมข้อมูลให้พิจารณา และเมื่อตกลงเข้าร่วมการศึกษาให้ลงชื่อยินยอมก่อนเข้าร่วมการโครงการตัดสินใจจะไม่มีผลต่อการรักษาพยาบาลที่ผู้ป่วยจะได้รับ คำตอบที่ได้จะถือเป็นความลับ และนำมาใช้เฉพาะการศึกษานี้เท่านั้นและกลุ่มตัวอย่างสามารถขอถอนตัวออกจากการศึกษาได้ตามต้องการ

การเจาะเลือดของกลุ่มตัวอย่าง โดยการเจาะหา คาร์บอนน้ำตาลในเลือด ปริมาณ 5 มล. จำนวน 2 ครั้ง ก่อนเข้าโครงการและหลังเข้าโครงการ การเจาะหาระดับน้ำตาลในเลือดฝอยจากปลายนิ้ว ทุกครั้งติดตามการทดลองจำนวน 5 ครั้ง แนวทางในการเจาะเลือดเป็นไปตามแผนงานการรักษาพยาบาลตามมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละส่วน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา บรรยายลักษณะทั่วไป ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด
2. สถิติเชิงอนุมาน เปรียบเทียบความต่างของค่าเฉลี่ย ใช้สถิติ Pair Sample t-test

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคเบาหวานพบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการคลินิกโรคเรื้อรัง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง คิดเป็นร้อยละ 74.1 ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 85.2 สถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 63.0

ตาราง 2

แสดงจำนวนและร้อยละพฤติกรรมการรับประทานอาหาร

พฤติกรรมการรับประทานอาหาร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
	จำนวน n (%)	จำนวน n (%)
ความเสี่ยงสูง	6 (22.2)	4 (14.8)
ความเสี่ยงปานกลาง	17 (63.0)	18 (66.7)
ความเสี่ยงน้อย	4 (14.8)	5 (18.5)
รวม	27 (100)	27 (100)

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรัง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปานกลางคิดเป็นร้อยละ 63.0 มีความเสี่ยงสูงและมีความเสี่ยงน้อยคิดเป็นร้อยละ 22.2 และ 14.8 ตามลำดับและหลังการทดลองส่วนใหญ่มี

การศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 92.6 ส่วนใหญ่ไม่มีอาชีพ คิดเป็นร้อยละ 74.1

2. ข้อมูลด้านสุขภาพส่วนบุคคล

การศึกษาข้อมูลด้านสุขภาพส่วนบุคคลของผู้ป่วยโรคเบาหวานพบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการคลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล รอบเอวเกินในผู้ชาย คิดเป็นร้อยละ 85.7 และรอบเอวปกติในผู้ชาย คิดเป็นร้อยละ 14.3 เกณฑ์ดัชนีมวลกายอยู่ในระดับอ้วนระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 51.9 ค่าความดันโลหิตตัวบนอยู่ในช่วง น้อยกว่าหรือเท่ากับ 139 คิดเป็นร้อยละ 81.5 ค่าความดันโลหิตตัวล่างอยู่ในช่วง น้อยกว่าหรือเท่ากับ 89 คิดเป็นร้อยละ 96.3 ค่าระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในช่วงระหว่าง 125-154 คิดเป็นร้อยละ 81.5 ค่าระดับน้ำตาลสะสมอยู่ในช่วง 7-7.9 คิดเป็นร้อยละ 51.9

3. ข้อมูลพฤติกรรมสุขภาพ

3.1 พฤติกรรมการรับประทานอาหารดังตาราง 2

พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปานกลางคิดเป็นร้อยละ 63.0 มีความเสี่ยงน้อยและมีความเสี่ยงสูงคิดเป็นร้อยละ 18.5 และ 14.8 ตามลำดับ

3.2 พฤติกรรมการออกกำลังกาย/ออกกำลังกายดังตาราง 3

ตาราง 3

จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยโรคเบาหวานจำแนกตามความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย

ความถี่ของการออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
	จำนวน n (%)	จำนวน n (%)
อยู่ในเกณฑ์ต่ำ	16 (59.3)	14 (51.9)
อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง	9 (33.3)	6 (22.2)
อยู่ในเกณฑ์ดี	2 (7.4)	7 (25.9)
รวม	27 (100)	27 (100)

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่ของการออกกำลังกายอยู่ในเกณฑ์ต่ำคิดเป็นร้อยละ 59.1 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและอยู่ในเกณฑ์ดีคิดเป็นร้อยละ 33.3 และ

7.4 ตามลำดับและหลังการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่ของการออกกำลังกายอยู่ในเกณฑ์ต่ำคิดเป็นร้อยละ 51.9 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ดีและอยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 25.9 และ 22.2 ตามลำดับ

ตาราง 4

จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยโรคเบาหวานจำแนกตามความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกายหรือเดิน เพื่อไปทำงานหรือไปทำธุระ

ระยะเวลาของการออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
	จำนวน n (%)	จำนวน n (%)
อยู่ในเกณฑ์ต่ำ	19 (70.4)	20 (74.1)
อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง	7 (25.9)	6 (22.2)
อยู่ในเกณฑ์ดี	1 (3.7)	1 (3.7)
รวม	27 (100)	27 (100)

ความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกายหรือเดิน เพื่อไปทำงานหรือไปทำธุระของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกายหรือเดิน เพื่อไปทำงานหรือไปทำธุระอยู่ในเกณฑ์ต่ำคิดเป็นร้อยละ 59.1 รองลงมาอยู่ใน

ในเกณฑ์ปานกลางและอยู่ในเกณฑ์ดีคิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 7.4 ตามลำดับและหลังการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกายหรือเดิน เพื่อไปทำงานหรือไปทำธุระอยู่ในเกณฑ์ต่ำคิดเป็นร้อยละ 74.1 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและอยู่ในเกณฑ์ดีคิดเป็นร้อยละ 22.2 และ 3.7 ตามลำดับ

ตาราง 5

จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยโรคเบาหวานจำแนกตามความถี่และระยะเวลาของการทำงานบ้านและงานอาชีพ

ระยะเวลาของการออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
	จำนวน n (%)	จำนวน n (%)
อยู่ในเกณฑ์ต่ำ	8 (29.6)	8 (29.6)
อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง	13 (48.1)	14 (51.9)
อยู่ในเกณฑ์ดี	6 (22.2)	5 (18.5)
รวม	27 (100)	27 (100)

ความถี่และระยะเวลาของการทำงานบ้านและงานอาชีพ ของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการคลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่และระยะเวลาของการทำงานบ้านและงานอาชีพ อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 29.6 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ต่ำและอยู่ในเกณฑ์ดีคิดเป็น

ร้อยละ 29.6 และ 22.2 ตามลำดับ และหลังการทดลองส่วนใหญ่มีความถี่และระยะเวลาของการทำงานบ้านและงานอาชีพ อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 51.9 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ต่ำและอยู่ในเกณฑ์ดีคิดเป็นร้อยละ 29.6 และ 18.5 ตามลำดับ

3.3 ประเมินความเครียด ดังตาราง 6

ตาราง 6

จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยโรคเบาหวานจำแนกตามระดับความเครียด

ระดับความเครียด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
	จำนวน n (%)	จำนวน n (%)
ไม่มีความเครียด	25 (92.6)	25 (92.6)
มีปัญหาความเครียด	2 (7.4)	2 (7.4)
มีความเครียดสูง	-	-
รวม	27 (100)	27 (100)

ระดับความเครียดของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนและหลังการทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความเครียดคิดเป็นร้อยละ 92.6 รองลงมามีปัญหาความเครียดคิดเป็นร้อยละ 7.4

4. ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนและหลังเข้าร่วมกระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง

ตาราง 7

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด (DTX) ก่อนและหลังการทดลอง

น้ำตาลในเลือด	n	$\bar{X}$	SD	t	95%CI	p-value
ก่อนการทดลอง	27	143.07	14.328	3.316	4.084 ถึง	0.003
หลังการทดลอง	27	133.33	19.173		17.398	

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนและหลังการทดลองของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองมีค่าน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 143.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.328 หลังการทดลองมีค่าน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 133.33

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.173 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดหลังการทดลอง พบว่าจำนวนผู้ป่วยมีระดับน้ำตาลในเลือดลดลง และมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

ตาราง 8

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดสะสม (HbA1C) ก่อนและหลังการทดลอง

น้ำตาลในเลือด	n	$\bar{X}$	SD	t	95%CI	p-value
ก่อนการทดลอง	27	7.096	0.962	3.099	0.1896 ถึง	0.005
หลังการทดลอง	27	6.533	0.564		0.936	

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดสะสม ก่อนและหลังการทดลองของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพบว่า ก่อนการทดลองมีค่าน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 7.096 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.962 หลังการทดลองมีค่าน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 6.533 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.564 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดสะสมพบว่า หลังการทดลองมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

การอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ได้เข้ากระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมารับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และ

การจัดการความเครียด มีระดับน้ำตาลดีกว่าก่อนการเข้ากระบวนการจัดการคลินิกไร้พุง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของทัศนวรรณ พลอุทัย (Phol-Uthai, 2013) ซึ่งได้จัดทำโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพการดูแลตนเองในผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 โดยประยุกต์ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรคร่วมกับการสนับสนุนทางสังคมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดูแลตนเองในผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การรับประทานยา การไปพบแพทย์ตามนัด และการลดความเครียดพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดน้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้องกับการศึกษาของสมพงษ์ หามวงศ์ (Hamwong, 2013) ซึ่งได้จัดทำโปรแกรมสุขศึกษา ประกอบด้วย การบรรยาย การอภิปรายกลุ่ม การนำเสนอผ่านตัวแบบด้านบวก การกำหนดพันธะสัญญาในการควบคุมน้ำตาลในเลือด

การออกกำลังกายโดยใช้ตาราง 9 ช่อง ได้รับคู่มือการดูแลตนเองสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและมีการติดตามเยี่ยมโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขพร้อมทั้งให้คู่มือการดูแลผู้ป่วยเบาหวานสำหรับญาติ ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบได้รับการสุขศึกษารายบุคคลในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลตามปกติ ระยะเวลาดำเนินการ 12 สัปดาห์ หลังการทดลองกลุ่มทดลอง มีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน การรับรู้ในความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัวในการดูแลตนเองและการปฏิบัติตนสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

ผลการศึกษาพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน หลังการทดลองมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่มีความเสี่ยงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพของอามพร เฝ้าวัฒนา (Powwattana, 2001) ได้กล่าวว่าการรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคหมายถึง ความเชื่อหรือการคาดคะเนว่าตนมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคหรือปัญหาสุขภาพนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด การคาดคะเนถึงโอกาสการเกิดโรคซ้ำและความรู้สึกของผู้ป่วยว่าตนเองง่ายต่อการเป็นโรคต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการปฏิบัติในการรักษาโรคของบุคคลและยังทำให้ผู้ป่วยเกิดความตระหนักและการรับรู้ถึงความสำคัญและประโยชน์ในการดูแลตนเองที่เหมาะสม ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยใช้สื่อรูปภาพของผู้ป่วยที่มีแผลเรื้อรังให้ผู้ป่วยดู นอกจากนี้ขณะที่ร่วมกิจกรรมผู้ป่วยได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งผลของการจัดกิจกรรมดังกล่าวทำให้ผู้ป่วยเกิดความตระหนักมากขึ้น และผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้ป่วยให้ผู้ป่วยปฏิบัติตามผู้ป่วยที่สามารถปฏิบัติได้ และให้คำชมเชยให้กำลังใจ ให้ผู้ป่วยได้รับรู้ถึงความสามารถของตนเอง ซึ่งทำให้ผู้ป่วยเลือกปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ผลการศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกาย/ออกกำลังกาย ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน หลังการทดลองมีพฤติกรรมการออกกำลังกาย/ออกกำลังกายมี

แนวโน้มการออกกำลังกาย/ออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Haejung (2009) ได้ใช้แบบทดสอบกิจกรรมทางกายและการดูแลตนเองสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการดูแลจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ มีการดูแลตนเองได้ดี สามารถ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีและมีแนวโน้มออกกำลังกายมากขึ้นกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการดูแลจากแพทย์หลากหลาย แสดงให้เห็นว่าการดูแลตนเองและการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน มีความสัมพันธ์การดูแลของแพทย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้องกับแนวคิดของ Lewin (1951) ซึ่งกล่าวว่า การให้สุขศึกษาแก่ประชาชนจะต้องผดุงไว้ซึ่งพฤติกรรมที่มีอยู่แล้วของประชาชน ในขณะที่เดียวกันก็เสนอวิธีฝึกทักษะใหม่หรือทางเลือกที่เหมาะสมให้ ซึ่งผู้ป่วยเบาหวานได้มีโอกาสในการฝึกทักษะในการออกกำลังกายโดยการให้ผู้ป่วยทดลองออกกำลังกายที่เหมาะสมกับตนเอง และเป็นท่าที่ง่ายต่อการปฏิบัติ และให้ผู้ป่วยได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจว่าจะออกกำลังกายหรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดพลัง ความเชื่อมั่นและสามารถเลือกวิธีการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับตนเองได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

การติดตามประเมินพฤติกรรมสุขภาพอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดความมั่นใจและเชื่อมั่นในการดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการนำกระบวนการจัดการคลินิกไร้พุงไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ เช่น กลุ่มที่มีภาวะเสี่ยงอ้วนลงพุง กลุ่มเด็กอ้วน เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายได้รับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ ให้มีความรู้และมีพฤติกรรมที่เหมาะสม



References

- Becker, M. H. (1974). *The health belief model and personal health behavior*. New Jersey: Charles B. Slack.
- Bunnag, P. (1999). *Care and cure disease group behavior and lifestyle*. Nonthaburi: Community Cooperatives of Thailand. (in Thai)
- Department of Disease Control. (2015). *Behavior modification in the clinic manual NCD quality*. Nonthaburi: Community Cooperatives of Thailand. (in Thai)
- Haejung, L. (2009). Self-care, self-efficacy, and glycemic control of Koreans with diabetes mellitus. *Asian Nursing Research*, 3(3), 139-146.
- Hamwong, S. (2013). *The effect of health education program for health behavioral modification among type II diabetic patients at the Nhongkungpueak health promoting hospital, Nhongkungsri district Kalasin province*. Master of Public Health Thesis, Khon Kaen University. (in Thai)
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science*. New York: Harper and Row.
- Mekthon, S. (2015). *NCD guide behavior in clinical quality*. Nonthaburi: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Phol-Uthai, T. (2013). *Effects of self-care behavioral modification program for blood sugar control among elderly patients with type2 diabetes mellitus in Huaikeng subdistrict Kumpawapi district Udonthani province*. Master of Public Health (Health Education and Health Promotion) Thesis, Khon Kaen University. (in Thai)
- Powwattana, A. (2001) *Health promotion and disease prevention in community: An application of concepts and theories to practice*. Bangkok: Klungnana. (in thai)
- Prapasanon, M. (2007). *Their training to conquer diabetes*. Bangkok: Ruanpanya. (in Thai)
- Rosenstock, I. M. (1974). *The health belief model and preventive health behavior*. New Jersey: Charles B. slack.
- Siwanuwatn, N. (2015). *Manual diet & physical activity clinic (DPAC)*. Nonthaburi: Media Center Glass Chapel. (in Thai)
- Stratton, I. M., Adler, A. L., Neil, H. A., Matthews, D. R., Manley, S. E., Cull, C.A., . . . Holman, R. R. (2000). *Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type2 diabetes (UKPDS 35): Prospective observational study*. Retrieved from <http://www.bmj.com/content/321/7258/405>
- Sunthornyothin, S. (2012). *Diabetes cookbook*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Suwan, P., & Suwan, S. (1993). *Behavioral science, behavioral and health*. Bangkok: Chao Phraya Printing House. (in Thai)

Monitoring Organic Loading of Onsite Wastewater Treatment Systems in the Songkhla Lake Basin

การติดตามภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

Kamonnawin Inthanuchit, Kwankamon Kunpitak, Nadda Podam, Hirunwadee Suwibul
and Suchewan Yoyruroob

กมลนาวิน อินทนุจิตร, ขวัญกมล ขุนพิทักษ์, นัตตา โปดำ, หิรัญวดี สุวิบูรณ์
และสุชีวรรณ ยอยรู้อบ

Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Abstract

This project aims to determine the amount of carbon and nitrogen loading of a wastewater treatment plant as a case study during (1) initial installation and (2) setup for a period of 3-5 years in the Songkhla lake basin with the flow rate measured during the day. The highest flow rate of wastewater into the plant on 0.30 and 2.30 pm at is 1 and 1.1 l/sec. and the flow rate was at its lowest during the night time. The characteristics and properties of wastewater input compared with nutrients showed the needs of the microorganisms that the ratio of BOD_5 to N (TKN) was in the range of 24.8: 5 and 32.5: 5, respectively. Those show low of carbon to nitrogen ratio and nitrogen ratio higher than BOD_5 load and the amount of wastewater in the form of TSS COD BOD_5 and TKN loading into the onsite treatment plant are 19.4 to 22.7, 10.9 to 13, 6.3 to 9.7 and from 1.7 to 2.4 kg/day, respectively. The anaerobic initial installation tank has the highest organic loading, and second was aeration initial installation tank and the anaerobic setup for 3-5 years, respectively. Finally, the overall problem for wastewater management concerns engineering and management; first, personnel who control the system is the most important by the controller not understanding about the onsite treatment system, and secondly, the cooperation from workers in the building and the monitors for the onsite treatment system.

Keywords: organic loading, onsite wastewater treatment systems, and Songkhla lake basin

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบปริมาณภาระบรรทุกคาร์บอนและไนโตรเจนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่กรณีศึกษาโดยมีอายุการใช้งาน 2 ช่วงคือ (1) ติดตั้งระยะเริ่มแรก (2) ติดตั้งมาไ้ระยะหนึ่ง (3-5ปี)

ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจากการวัดปริมาณน้ำเสียในช่วงเวลาตลอดวัน พบว่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเสียเข้าสู่ระบบคือช่วงเที่ยง เวลา 12.30 และ 14.30 น. เท่ากับ 1 และ 1.1 ลิตร/วินาที อัตราการไหลต่ำสุดคือช่วงเวลากลางคืน จากการตรวจวัดลักษณะและสมบัติของน้ำเสียเปรียบเทียบกับธาตุอาหารเพียงพอความต้องการของจุลินทรีย์พบว่าสัดส่วนของ BOD₅ ต่อ N ในรูปของ TKN อยู่ในช่วง 24.8:5 และ 32.5:5 ตามลำดับ ส่งผลทำให้มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ต่ำ โดยมีสัดส่วนของไนโตรเจนสูง เมื่อเปรียบเทียบค่า BOD₅ และปริมาณภาระบรรทุกน้ำเสียในรูปของ TSS COD BOD₅ และ TKN เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่กรณีศึกษา อยู่ในช่วง 19.4-22.7, 10.9-13, 6.3-9.7 และ 1.7-2.4 กก./วัน ตามลำดับ สำหรับน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ ถึงสำเร็จรูปแบบไร้อากาศแบบแรกเริ่มมีภาระบรรทุกของมลพิษสูงที่สุด รองลงมาคือถึงสำเร็จรูปแบบเต็มอากาศแบบแรกเริ่มและถึงสำเร็จรูปแบบไร้อากาศระยะหนึ่งตามลำดับ ท้ายที่สุดสามารถสรุปปัญหาในภาพรวมของการจัดการน้ำเสียคือ ด้านวิศวกรรมและด้านการจัดการ โดยแบ่งเป็นด้านบุคลากร วัตถุดิบ เครื่องมือ กระบวนการ พบว่า ปัจจัยด้านบุคคลมีความสำคัญมากที่สุด คือ ผู้ควบคุมหรือดูแลระบบไม่มีความเข้าใจในเรื่องระบบบำบัด ไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้ใช้อาคาร และไม่มี การตรวจสอบระบบบำบัดอย่างต่อเนื่อง ตามลำดับ

คำสำคัญ: ภาระบรรทุกสารอินทรีย์, ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



Introduction

A major problem of pollution in the Songkhla lake basin has been caused by wastewater entering from communities, industrial factories, farms and shrimp ponds resulting in degraded water quality in streams and lakes. The evaluation of the dirtiness of the water drained from the community can be calculated and reported as organic loading and organic waste from water sources. The type of wastewater with “simple Carbohydrate or complex proteins and fats, soluble and particulate matter, organic or inorganic concentrations, and nutrients” (Water Environmental Federation, 2009). Organics in wastewater can measured in terms of BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) or COD (Chemical Oxygen Demand) in the amount of effluent water next to the onsite treatment, such as the treatment of septic waste from toilets in individual households, wastewater collection systems, including water

used by the local administration. It makes the concentration of organic matter in the wastewater become low but organic compounds are present, especially in the form of nitrogen and phosphorus that will effectively contribute to eutrophication due to the nitrogen and phosphorus, finally, algae is used for rapid growth (Chislock et al., 2013). For the organic compounds of nitrogen, no treatment will affect water salinity due to nutrient limitation (Thomann & Linker, 1998). Arranging a proper sewage system of local government is one of the main measures to control and prevent pollution.

Over the course of 20 years in Thailand, the government has allocated a budget for managing municipal wastewater. In particular, wastewater treatment and collection systems have been constructed 87 plants for communities, of which have many are faced with problems in

commissioning and maintenance that cannot be operated effectively that survey of 77 of wastewater plants that have only a the 13 of wastewater plants are in the good criteria (Pollution Control Department, 2015), it also has limitations in terms of the budget for the construction of wastewater treatment plants and wastewater treatment cannot be provided to all communities, such as in the area of the Songkhla lake basin (SLB), which is regarded as a large source of wastewater that covers three provinces, namely Songkhla, Phatthalung and Nakhon Si Thammarat. The Songkhla wastewater discharges into the lake in the equivalent amount of 13,595 kg BOD₅ per day and discharges from communities is 7,086 kg BOD₅ per day. There are only four sewage systems, located in the Hat Yai municipality, Songkhla municipality, Sadao municipality and Tambon Klonglee Administration Organization. However, the amount of contaminated wastewater in small communities in Songkhla lake basin is unable to be managed.

The major cause of the deterioration of water quality is due to the discharge of waste into the water was not along by law, which wastewater from sewage, community wastewater and agriculture wastewater showed 70, 20, and 10 percentage, respectively. (Pollution Control Department, 2007) of the data suggests that the deterioration of water resources is mainly due to wastewater and is continuing to rise. As long as the causes of the deteriorating quality of water resources has not been fixed correctly or decreased by a system and wastewater treatment less effective, this will be a major cause of immediate cause spoilage source.

The municipal wastewater treatment evolution that have nutrient removal regulation for ecological reasons (U.S. Environmental Protection Agency, 2008) and the small communities were focused in case of onsite wastewater treatment (clustering) for the loading of nutrients and asset management as a tool to improve regulatory compliance; lower operation and maintenance (O&M) costs and life cycle costs of key facilities (Water Environment Federation, 2007) and support environmental sustainability and stewardship in local governments (Water Environmental Federation).

In this study, we measured carbon and nitrogen loading as a case study during (1) initial installation and (2) setup for a period of 3-5 years and monitoring operation and maintenance. We also hypothesized that goals of the causes from engineering and management of onsite wastewater treatment plant in the Songkhla lake basin.

Research Objectives

1. To evaluate and analyze the performance of wastewater treatment plant adjacent to the area of Songkhla Lake Basin.
2. To determine the amount of carbon and nitrogen loading of the onsite treatment as a case study during (1) initial installation and (2) setup for a period of 3-5 years in the Songkhla lake basin.
3. To evaluate the causes and solutions of problems onsite wastewater management systems in Songkhla lake basin.

Conceptual Framework

The research is adopts an applied research technique to examine the loading of carbon and nitrogen in a wastewater treatment system mounted over a short-term period, or within 24 hours, divided into four stages to goal of causes and solutions of wastewater management systems, the amount of carbon and nitrogen loading and efficiency of onsite wastewater treatment system in the Songkhla lake basin.

Research Hypothesis

Each type of onsite wastewater treatment system shows that carbon and nitrogen loading were different.

1. The independent variable; aeration tank, the anaerobic tank and a filter tank with attached microorganisms with a case study during (1) initial installation and (2) setup for a period of 3-5 years in the Songkhla lake basin

2. The dependent variable; variables of the amount of carbon and nitrogen loading.

Finally, conclusion the causes of onsite waste water treatment and management in Songkhla lake basin.

Research Methodology

1. Survey of Onsite wastewater treatment systems in the Songkhla Lake Basin.

This step aimed to monitor the amount of carbon and nitrogen loading of the wastewater treatment system with the aeration tank, the

anaerobic tank and a filter tank with attached microorganisms. This is an issue of concern for water management, wastewater treatment system mounted in the Songkhla lake basin in the systems and control systems and the management of wastewater management.

2. Sampling influent water and effluent water in the wastewater treatment plant and sludge in the Aeration tank, the anaerobic tank and a filter tank with attached microorganisms as a case study during (1) initial installation and (2) setup for a period of 3-5 years in the Songkhla lake basin.

This step is aimed to study and trials of the system in the short-term, or within 24 hours. The collected data parameters such as flow rate and the effluent of a wastewater treatment plant with every second hour (12 samples/day) to collect a composite sample were analyzed for a total BOD_5 , soluble BOD_5 , total COD, soluble COD soluble, TKN, SS, NO_3^- , and NO_2^- and analyzing samples analyzed by standard methods (American Public Health Association, 2005). In step two, which is derived from the monitoring system, wastewater treatment was examined as well as the problem of wastewater treatment.

3. Analyze water quality, sludge and the insights of a wastewater treatment plant

This step is aimed to report results of the analyzed water quality and sludge for the loading of carbon and nitrogen, and the efficiency of onsite wastewater treatment in the Songkhla lake basin, which is the result of the analysis and characterization of water consumption and

wastewater treatment system integrated as a case study of the transformation of water into the sewage system is equipped with a case study characteristics of wastewater before treatment systems analysis. The effluent treatment efficiency of wastewater treatment will show the cause of the problem and the data collection system and wastewater treatment plant adjacent to the case study.

4. Conclusion of the results of the causes and solutions to manage wastewater.

From the three steps taken to conclude the analysis of the causes and solutions to manage wastewater treatment system with a case study to analyze the cause of the problem, the management of wastewater treatment systems by Ishikawa's techniques.

Finally, all steps will analyzed in terms of the goals of the causes from engineering and management for solutions of onsite wastewater management systems, the amount of carbon and nitrogen loading and efficiency of wastewater treatment in the Songkhla lake basin.

Results

1. The situation of the problem regarding water management with an onsite wastewater treatment plant in the Songkhla Lake Basin.

The result of management with six onsite wastewater treatment plants in the Songkhla lake basin are intended to inform about the general context of the management of wastewater, with onsite wastewater treatment plants, including

general information. Wastewater management control system problems and suggestions from the past and present and the data were obtained from the officer in charge of wastewater. The owner installed a septic system and controlled the system. The data was collected during the months of July, 2014 - July, 2016 by using a questionnaire and survey technique employed throughout the areas that will be included in the process as well with various factors and related to wastewater management then summarized and presented in order to analyze the reasons that led to the problems of onsite wastewater treatment. The details are as follows.

1.1 Treatment and control systems.

The result of treatment and control systems with six of onsite wastewater treatment plants in the Songkhla lake basin are located in separate buildings each of which may have 1-3 units or be as a separate unit. Because the buildings are well-spaced or are very large in order to process more water that may have to install more treatment systems.

The results of the analysis of the parameters that are able to control the conditions that may influence the performance of the system.

The pH in the septic tank, anaerobic filter treatment system equipped with advanced show the chemicals used in the washing process. If the pH is higher than 7.5 to 8.0, a type of bacteria will produce methane (CH_4) less frequently and slowly. When the pH reached 9.0, the system used to decompose organic matter will not work and the organic removal process is greatly reduced (Udomsinroj, 2000).

The amount of dissolved oxygen in the aeration tank and a tank with an adherence of microorganisms less than 1 mg/L will contribute to the growth of microbes that use oxygen which grows low volume and slow and the effectiveness of the treatment is reduced. The general control of dissolved oxygen is between 1-2 mg/L; if the amount is too much, it does not affect the effectiveness of the treatment but it does increase the demand for electricity with highly cost engineering (Environmental Engineering Association of Thailand, 1997).

The amount of sludge in the aeration tank at the MLSS was found to be SV_{30} which means that only a small amount of microbes are present. As a result, the treatment efficiency is reduced as it was found that for the wastewater entering the treatment system, the amount of organic matter and nutrients was at its lowest (low ratio of carbon to nitrogen). The conditions are not suitable for microorganisms include when the pH is lower than 6.6 or higher than 8.0, dissolved oxygen is below 1 mg/L, as in a tank with attached microorganisms that cannot measure the MLSS and SV_{30} because bacteria sticks to the surface media. As a result, it may be required to measure the respiration rate of the microbes that occur in the system.

The amount of sediment in the water is too heavy for the aeration tank. Often, this is due to the volume flow rate of water being too much for the duration of time and the layers of sediment in the sedimentation tank to simulate the high fog settling in the tank.

While chlorine added to water at adequate and consistent level can be relatively effective for disinfection of virus by damaging nucleic acids, the viral coat protein, or both (Hoff, 1986; Dennis, Olivieri & Krusé, 1979; Kim & Min, 1979; Tenno, Fujioka & Loh, 1980). In this study showed the residual chlorine in the water cannot be detected because the chlorination process is not efficient. A general control of chlorine for disinfection added at 2-8 mg/L and required 15-30 minutes (Korich et al., 1990).

2. Analysis and characterization of wastewater.

Because this step aims to study and perform trials of the system in the short-term, or within 24 hours, the collected data parameters system like flow rate and the effluent of a wastewater treatment plant with every second hour (12 samples/day) to collect a composite sample were analyzed for total BOD_5 , soluble BOD_5 , total COD, soluble COD soluble, TKN, SS, NO_3^- , and NO_2^- and analyzing samples analyzed by standard methods (American Public Health Association, 2005) that can be attributed to the information supplied and guidelines for the right way to effectively manage wastewater.

2.1 Data on water use of the onsite wastewater treatment system.

The data from the survey showed that the amount of wastewater only in respect of the activities in the building connected to the sewage system and influent wastewater enters the treatment

system during the day is not significantly different and some of the wastewater did not enter the sewage system, such as wastewater from washing floors and vascular damage that causes the water to flow out. Thus, the external monitoring with transports water and wastewater collection system can save water consumption. The resulting wastewater is critical to manage water more efficiently with advanced of cost engineering (AACE International, 1997).

2.2 Typical hourly variations in flow and strength of wastewater into the onsite wastewater treatment system.

The maximum flow rate of wastewater into the sewage system in the cases at 0.30 and 2.30 pm is showed at 1 and 1.1 l/sec. The flow rate was lowest during the night as most of the wastewater from the use of toilets, bathing, washing, and other wastewater is reduced when there is a break or the service drop is behind schedule at 2.30 and 6.30 pm that have generally been found to rang of hourly variations in flow and strength of domestic wastewater (Tchobanoglous, et al., 2004).

2.3 Characteristics of influent wastewater.

Physical appearance: From the physical sample of influent wastewater, it was found that the wastewater coming into the onsite wastewater treatment system has similar characteristics with turbidity and sedimentary in basin and has a brown and dark color, and smells. At certain times, there

is a layer of fat on the surface water that contains food with a slight odor, and in some buildings there was foaming and a smell of disinfectant.

Chemical characterization: Noting the chemical characteristics of the wastewater is very of critical to achieve effective treatment because the microorganisms that each type needs requires optimum conditions that are different from one another. In particular, wastewater with a low carbon to nitrogen ratio and needs adequate nutrients for the micro-organisms (Metcalf & Eddy, 2004) that defined the nutrients in proper form of BOD5: N: P ratio of 100: 5: 1. The result show the ratio of BOD5: TKN in the range of 24.8: 32.5 and 5: 5, respectively. The wastewater from other buildings have a high nitrogen to carbon ratio that is appropriate to the function of the microorganisms for being nutrients for plants.

The loading of wastewater: The wastewater that flows into the treatment system will vary according to the pollution of water sources which can be used to calculate the amount of pollution in the form of loading at volume (weight: kg) of pollutants into the system at any given time. The pollution load multiplied by the rate of flow of wastewater into the sewage system at each time (days), each system can support a load of pollution which varies depending on the design of the system. The loading rate of the treatment system, which determines the rate of loading, shows that the system can handle the volume

of wastewater pollution as well. For the loading rate of pollution, it is defined as the design of the wastewater treatment plant. The formula for the pollution load of wastewater into the onsite wastewater treatment system (Environmental Engineering Association of Thailand, 2002) is:

$$L = Q \times S$$

When L = load (kg/day).

Q = flow rate (m³/day).

S = concentration of pollutants in wastewater (kg/m³)

Table 1

The pollution load of wastewater into the sewage system is attached to the case

System	Case	Organic loading (Kg/Day)			
		TSS	COD	BOD ₅	TKN
Aeration tank	- initial installation	7.6	22.5	12.3	1.7
	- setup for 3-5 years	6.3	22.7	12.9	1.7
Anaerobic tank	- initial installation	9.7	21.5	10.9	2.2
	- setup for 3-5 years	7.8	21.7	11.5	2.4
Filter tank with attached microorganisms	- initial installation	8.9	19.4	13.6	2.1
	- setup for 3-5 years	7.6	20.0	11.8	1.9

The loading of wastewater in the form of TSS, COD, BOD₅ and TKN into the onsite wastewater system at 6.3 to 9.7, 19.4 to 22.7, 10.9 to 13.6, and 1.7 to 2.4 kg / day, respectively. The onsite wastewater system in the case of an initial installation of anaerobic tanks performs by receiving the pollution load is highest. The second is an initial installation of aeration tank and setup for 3-5 years of anaerobic tanks, respectively.

The criteria of design for the anaerobic capacity is able receive the loading rate of 3.2 to 32 kg COD/m³ - day and 0.5-3.2 kg BOD₅/m³ - day in Environmental engineering association of Thailand (2002).

The loading of wastewater can be used to analyze the performance of the wastewater treatment plant by comparing the design of the system in the form of organic matter such as the septic have BOD₅ of 40 percent and a loading rate of aeration tank is in the range of 0.8 kg BOD₅/m³ - day. This is shown in table 2.

The results of the analysis show the design of onsite wastewater treatment system in the case study can support a load of more than BOD₅ and be used to perform treatment which must use other factors such as flow rate, and characterization of wastewater.

Table 2

The performance of the loading system in the form of BOD₅ (continue)

System	Case	Volume (m ³)	Loading of BOD ₅ (kg/day)		
			Influent wastewater	Wastewater from septic tank	Criteria design of aeration tank
Aeration tank	- initial installation	2.56	12.3	0.12	2.05
	- setup for 3-5 years	2.56	12.9	0.16	2.05
Anaerobic tank	- initial installation	8.28	10.9	0.39	6.62
	- setup for 3-5 years	8.28	11.5	0.27	6.62
Filter tank with attached microorganisms	- initial installation	2.56	13.6	0.36	2.05
	- setup for 3-5 years	2.56	11.8	0.26	2.05

2.4 Analysis the quality of effluent water from onsite wastewater treatment system.

The analysis looked at the average quality of the effluent water from the onsite wastewater treatment system to measure the effectiveness of pollution in wastewater and provide information for the planning and control system, as shown in table 3 and 4.

From table 3, the data from the analysis of average wastewater from onsite effluent wastewater shows that most parameters passed the effluent quality standard. However, in the group of organic loading, such as carbon and nitrogen, the data is slightly higher than the effluent quality standard, therefore, it is necessary to track down and identify the cause in order to solve this problem.

From table 4, Biological nitrogen removal typically increase solid production as a result of the nitrification and denitrification processes and the oxygen and nitrogen (CHON) composition and is formulated in mole units, based on conservation of C, H, O, N and COD in sludge (Koch et al., 1990) this research showed sludge from all system led to a significant oxygen uptake, indicating the importance of aerobic biodegradation and significant to produce methane with sludge digestion by anaerobic processes, conventional rate digestion and high rate digestion (Dilek et al., 2011).

2.5 The performance of onsite wastewater treatment system.

The characterization of influent wastewater and effluent wastewater from treatment systems. Sampling was conducted on the same day in which the composite sample was analyzed and the effective

treatment and wastewater management planning. This research conducted an analysis of polluted wastewater treatment efficiency in terms of total BOD_5 , soluble BOD_5 , total COD, soluble COD, SS, TKN, NO_3^- and NO_2^- as shown in table 5.

The efficiency of the wastewater treatment plant in this case study in terms of total BOD_5 , soluble BOD_5 , total COD, soluble COD, SS, TKN, NO_3^- and NO_2^- that total BOD_5 included in the range of 77-91 percent, soluble BOD_5 in water in the range of 78-91 percent, in the total COD 80-88 percent, soluble COD in water in the range of 82-90 percent, SS in the range of 71-92 percent, TKN in the range of 88-94 percent, respectively. When the efficiency of the wastewater is compared to the criteria design of the wastewater treatment system, it is shown that the treatment is effective under the design of the system as there is a high rate of removal of BOD_5 and soluble BOD_5 , according to the data characteristics of influent wastewater when compared together. The Environmental Engineering Association of Thailand (1997) suggests that to determine the effectiveness of treatment BOD_5 in anaerobic tank

is in the range of 30-60 and an aerobic tank is in the range of 85-95 percent, and 25- 100 percent (Metcalf & Eddy, 2004).

3. The analysis of the causes and solutions to manage onsite wastewater treatment system.

From the primary and secondary data obtained by questioning and monitoring onsite wastewater treatment system, two issues can be presented that are common for managing wastewater by applying a participatory approach and using Ishikawa's (Ishikawa, 1968) technique also including an analysis of the problems and the priorities with suggested solutions. This work presented the problem of storage and advice on the technical engineering environment to engage in management practices to handle the wastewater treatment system of wastewater with the appropriate local case studies.

3.1 Analysis of the causes of the problem of managing onsite wastewater treatment system.

The main causes of inefficient water management are shown in figure 1

Table 3

Analysis the quality of effluent water from onsite wastewater treatment system

Parameters														
Sample*	Temp (°C)	pH	BOD ₅ total (mg/L)		BOD ₅ soluble(mg/L)		COD total (mg/L)		COD Soluble(mg/L)		SS (mg/L)		TKN (mg/L)	
			Inf	Eff	Inf	Eff	Inf	Eff	Inf	Eff	Inf	Eff		
(1)	29.0	7.4	225.3	43.5	218.4	23.1	466.8	74.4	387.6	57.6	158.4	49.2	35.7	3.1
(2)	30.3	7.9	269.1	33.9	232.8	25.9	472.8	64.8	438	51.6	130.8	38.4	36.2	3.7
(3)	28.9	7.5	227.2	52.2	195.6	43.6	446.4	90	410.4	73.2	201.6	19.2	45.7	5.6
(4)	29.9	7.9	239.4	47.1	206.4	37.9	451.2	70.8	403.2	63.6	162	15.6	49.5	4.9
(5)	28.9	8.1	283.5	26.5	235.2	22.3	403.2	56.4	356.4	34.8	186	21.6	43.6	3.7
(6)	30.6	8.3	245.7	23.2	219.6	20.8	415.2	51.6	362.4	39.6	158.4	13.2	39.2	2.5

*Sample is (1) Aeration tank initial installation (2) Aeration tank setup for 3-5 years (3) Anaerobic tank initial installation (4) Anaerobic tank setup for 3-5 years (5) Filter tank with an attached microorganism initial installation (6) Filter tank with an attached microorganism setup for 3-5 years

Table 4*Analysis the CHONS in sludge (% Elements) from onsite wastewater treatment system*

Sample*	CHONS in Sludge (% Elements)				
	C	H	O	N	S
(1)	0.58	9.42	48.60	< 0.01	< 0.01
(2)	0.57	9.78	55.23	< 0.01	< 0.01
(3)	0.38	10.06	33.52	< 0.01	< 0.01
(4)	0.43	10.09	26.07	< 0.01	< 0.01
(5)	0.64	10.96	43.95	< 0.01	< 0.01
(6)	0.67	11.18	46.20	< 0.01	< 0.01

*Sample is (1) Aeration tank initial installation (2) Aeration tank setup for 3-5 years (3) Anaerobic tank initial installation (4) Anaerobic tank setup for 3-5 years (5) Filter tank with an attached microorganism initial installation (6) Filter tank with an attached microorganism setup for 3-5 years

Table 5*The performance of onsite wastewater treatment system*

Sample	Percent Reduction (%)					
	BOD ₅ total	BOD ₅ Soluble	COD total	COD Soluble	SS	TKN
(1)	83	89	84	88	71	90
(2)	87	89	86	82	90	88
(3)	77	78	80	84	90	90
(4)	80	82	84	90	88	91
(5)	91	91	86	89	92	94
(6)	90	90	88	88	71	90

*Sample is (1) Aeration tank initial installation (2) Aeration tank setup for 3-5 years (3) Anaerobic tank initial installation (4) Anaerobic tank setup for 3-5 years (5) Filter tank with an attached microorganism initial installation (6) Filter tank with an attached microorganism setup for 3-5 years

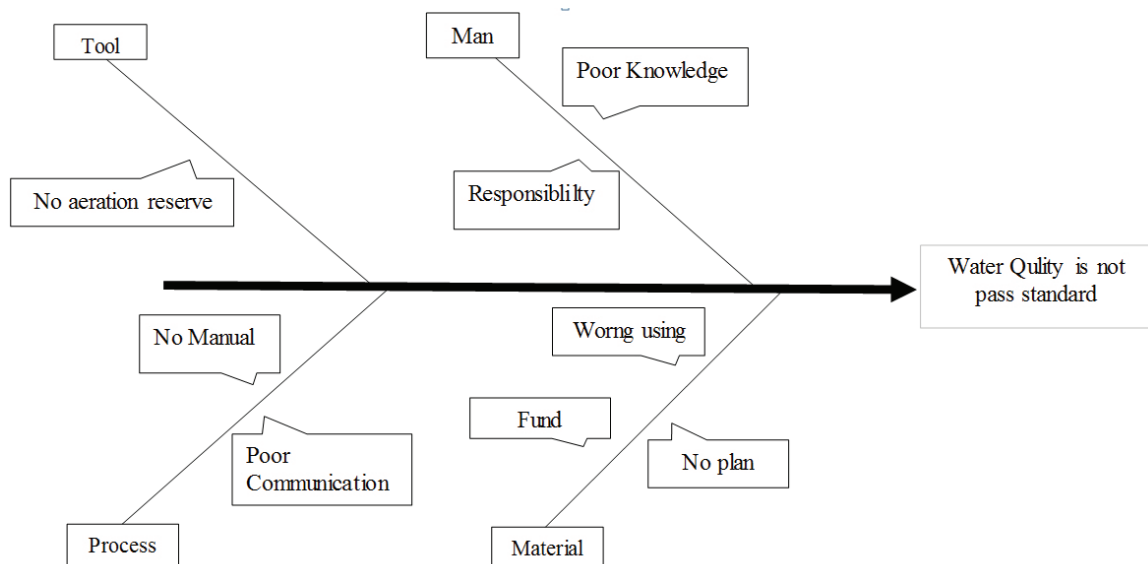


Figure 1 The cause of the problem of onsite wastewater management in Songkhla lake basin by Ishikawa's techniques

3.2 Recommended solutions for onsite wastewater treatment system.

From the data in figure 2, the root cause of the five problems can be resolved. The results suggest that the most important factors are the person who controls the system, (due a lack of understanding of how the treatment system works), while the second most important factor is a lack of cooperation from the user of building and that last and does not have to be checked for the treatment to continue.

The advantages of using Ishikawa's technique is that a conclusion can be reached in order to determine the root cause of the problem from the relevant stakeholders which received cooperation from those involved as well, so it can be used to determine the exact cause before taking corrective action.

Conclusion

By measuring the amount of water during the day, the volume of wastewater flowing into the system at any time was found. The maximum flow rate of wastewater into the sewage system in the case on 0.30 and 2.30 pm was shown at 1 and 1.11/sec. The flow rate was at its lowest during the night as most of the wastewater from the use of toilets, bathing, washing, and wastewater is reduced when there is a break or the service drop is behind schedule at 2.30 and 6.30 pm.

The characteristics and properties of water compared to the needs of the micro organisms found that the proportion of BOD₅ per N in the form of TKN in the range of 24.8: 5 and 32.5: 5, respectively, resulting in a low ratio of carbon to nitrogen in terms of the proportion of nitrogen compared the BOD₅.

The loading volume of wastewater in the form of TSS COD BOD₅ and TKN into the sewage system, mounted on a 6.3 to 9.7, 19.4 to 22.7, 10.9 to 13.6, and 1.7 to 2.4 kg/day, respectively. The onsite wastewater system in the case of an initial installation of anaerobic tanks performed by receiving the pollution load at its highest. The second is an initial installation of aeration tank and setup for 3-5 years of anaerobic tanks, respectively.

The study can be summarized in the overall management of wastewater into the onsite treatment system which can be divided into two aspects: engineering and management and then divided into human, raw materials, processes, and the tool used by the most important factor, which is the person who controls the system, a lack of understanding of the treatment system, while the second factor is a lack of cooperation from the user resulting in treatment having to be checked constantly.

Overall, the data from this study can be utilized by the Songkhla Provincial Office of Natural Resources and Environment as well as local authorities as a guide to how to manage onsite wastewater treatment system control in the Songkhla lake basin.

Recommendation

1. The design and operation professional will need to meet local land-use requirements and follow development process established by the community.

2. Meeting the neighbors in communities during the design phase to explain the specific steps that grease and food debris from kitchens create problems in wastewater treatment that are impossible to separate. If the two types of water sources can be separated, then this will help solve the problem sufficiently.

3. Increased interest and reliance is being placed on reuse of reclaimed water in response to increasing demands in urban and higher effluent quality requirements.



References

- AACE International. (1997). *Cost estimate classification system*. Virginia: Author.
- American Public Health Association. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington D.C.: Author.
- Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A., & Wilson, A. E. (2013). Eutrophication: Causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. *Nature Education Knowledge*, 4(4), 10.
- Dennis, W. H., Olivieri, V. P., & Krusé, C.W. (1979). Mechanism of disinfection: Incorporation of 36CL into f2 virus. *Water Research*, 13(4), 363-369.

- Environmental Engineering Association of Thailand. (1997). *The schedule designed septic systems*. Bangkok: Author. (in Thai)
- Environmental Engineering Association of Thailand. (2002). *Manual of water pollution control systems*. Bangkok: Author. (in Thai)
- Hoff, J. C. (1986). *Inactivation of microbiological agents by chemical disinfectants*, EPA-600/S2-86-067. Ohio: Environmental Protection Agency.
- Ishikawa, K. (1968). *Guide to quality control*. Tokyo: JUSE
- Kim, C. L., & Min, K. H. (1979). *Inactivation of bacteriophage f2 with chlorine*. Misaengmul Hakhoe Chi, 16(2), 62.
- Koch, C., Cavallos, M.A., Pascucci, J., & Lindner, G. (1990). Spreadsheet for estimating sludge production. *Water Environmental Technology*, 2(11), 65-69.
- Korich, D. G., Mead, J. R., Madore, M. S., Sinclair, N. A., & Sterling, C. R. (1990). Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine and monochloramine on cryptosporidium parvum oocyst viability. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(5), 1423-1428.
- Pollution Control Department. (2007). *The situation of pollution in the year 2007*. Retrieved from <http://infofile.pcd.go.th/mgt/report50.pdf> (in Thai)
- Pollution Control Department. (2015). *Wastewater and sewage systems*. Retrieved from http://www.pcd.go.th/Info_serv/water_wt.html (in Thai)
- Sanin, F. D., Clarkson, W. W., & Vesilind, P. A. (2011). *Sludge engineering: The treatment and disposal of wastewater sludges*. Pennsylvania: DEStech.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., Metcalf & Eddy., & Burton, F. (2004). *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. Boston: McGraw-Hill.
- Tenno, K. M., Fujioka, R. S., & Loh, P. C. (1980). The mechanism of inactivation of poliovirus by hypochlorous acid. In R. L. Jolley, W. A. Brungs, R. B. Cummin & V. A. Jacobs (Eds.), *Water chlorination: Environmental impact and health effects*, Vol.3. Michigan: Ann Arbor.
- Thomann, R. V., & Linker, L. C. (1998) Contemporary issues in watershed and water quality modeling for eutrophication control. *Water Science & Technology*, 37(3), 93-102.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2008). *Chemical accident protection provisions*. Washington D.C.: Author.
- Udomsinroj, K. (2000). *Wastewater engineering Vol.4*. Nonthaburi: SR. (in Thai)
- Water Environmental Federation. (2009). *Design of municipal wastewater treatment plants*. New York: McGraw-Hill
- Water Environment Federation. (2007). *Implementing asset management: A practical guide*. Washington D.C.: Association of Metropolitan Water Agencies.

อุบัติการณ์และปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน
ของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในโรงพยาบาลอ่างทอง
Incidence and Risk Factors Associated with Readmission within 28 Days
of COPD Patients at Ang Thong Hospital

อุษา เอี่ยมละออ, เยาวเรศ สายสว่าง, ปิยะลักษณ์ ฉายสุวรรณ และอารีย์ โกพัฒน์กิจ
Usa Iamlaor, Yaowares Saisawang, Piyaluck Chaisuwan and Aree Kopattanakit

โรงพยาบาลอ่างทอง
Ang Thong Hospital

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่นอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาลอ่างทอง ปี 2557-2559 วัตถุประสงค์การวิจัยได้แก่ (1) เพื่อศึกษาอุบัติการณ์การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในโรงพยาบาลอ่างทอง (2) เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในโรงพยาบาลอ่างทอง ประชากร ได้แก่ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่นอนรักษาในโรงพยาบาลอ่างทอง จำนวน 516 ราย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพสมรส การสูบบุหรี่ จำนวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน จำนวนปีที่เลิกบุหรี่ ชนิดของ COPD โรคร่วม ค่ารักษาพยาบาลในแต่ละครั้ง ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล เก็บรวบรวมข้อมูลจากประวัติในเวชระเบียนผู้ป่วย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ร้อยละ chi square และหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันในผู้ป่วย COPD โรงพยาบาลอ่างทอง ผลการศึกษาพบว่า อุบัติการณ์การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันในผู้ป่วย COPD ร้อยละ 23.8 การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันในผู้ป่วย COPD โรงพยาบาลอ่างทองมีความสัมพันธ์กับเพศ (OR = 5.78) อายุ (OR = 1.47) สถานภาพสมรส (OR = 2.13) จำนวนมวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน (OR = 1.46) $p < 0.001$ และมีความสัมพันธ์กับอาชีพ (OR = 1.61) ชนิดของ COPD (OR = 0.77) อาชีพ (RR = 1.61) จำนวนปีที่เลิกบุหรี่ (OR = 1.76) ผลการวิจัยสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วย COPD ที่คลินิก COPD หอผู้ป่วย และแผนกฉุกเฉินและนำไปใช้ในการส่งเสริมสุขภาพประชากรเกี่ยวกับการสูบบุหรี่และการเลิกบุหรี่

คำสำคัญ: การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน, โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง, ปัจจัยเสี่ยง

Abstract

A Cross-sectional study about readmission within 28 days of COPD patients was conducted at Ang Thong hospital during 2014- 2016. The objective of study were incidence to readmission in COPD patients at Ang Thong hospital and factors related to readmission in COPD patients Sample are 516 COPD patients admitted at Ang Thong hospital . Instrument used in this research were demographic questionnaire including age, gender, material status, number of cigarettes per day, number of year

quit -smoking, type of COPD, comorbidity medical expense, and length of stay .Data were collected by using medical records. Chi-square and multiple logistic regression were used. The resulted indicate that the incidence of readmission in COPD patients at Ang Thong hospital was 23.8%. Factors significantly related to readmission in COPD were gender (OR = 5.78) age (OR = 1.47) status (OR = 2.13) occupation (OR = 1.61) number of year to quit smoking (OR = 1.76) $p < 0.001$, Type of COPD (OR = 0.69), number of cigarettes per day (OR = 1.46) were also significantly related to readmission in COPD ($p < 0.05$). Research results can be used to improve COPD care for COPD clinic ward ER patients and to promote health promoting smoking and cessation.

Keywords: readmission, chronic obstructive pulmonary disease, factors associated



บทนำ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังหรือ COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) เป็นสาเหตุหนึ่งของความเจ็บป่วยและการเสียชีวิตของประชากรทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย และเป็นสาเหตุให้ต้องเข้ารับการรักษาห้องฉุกเฉิน เมื่อมีอาการหอบกำเริบเฉียบพลันอาจต้องพึ่งทรัพยากรเพื่อการรักษาเช่นการใช้เครื่องช่วยหายใจ การส่งต่อ การใช้ยาปฏิชีวนะ เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในทางเดินหายใจและโรคหลอดเลือดหัวใจ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตผู้ป่วยกลุ่มนี้ลดลงเมื่อเจ็บป่วยระยะยาวและเข้าสู่ระยะสุดท้ายของโรค ไม่สามารถประกอบกิจวัตรประจำวันได้จนเสียชีวิต จากข้อมูลการเสียชีวิตของคนไทย โดยองค์การอนามัยโลกพบว่าโรกระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเป็นสาเหตุการตายอันดับ 5 ในหลายปีที่ผ่านมา และพบว่าอัตราตายด้วยโรคทางเดินหายใจส่วนล่างนั้นมีสาเหตุหลักเกิดจากโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พบว่ามีอุบัติการณ์การตายเป็นอันดับที่ 6 ของโลก และพยากรณ์ว่าจะมีอัตราตายเป็นอันดับที่ 3 ในปี พ.ศ.2563 (World health organization, 2007) เป้าหมายการรักษาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังคือให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อาการน้อยลง สมรรถภาพปอดดีขึ้น ป้องกันการกำเริบของโรค และป้องกันการเสียชีวิต หลักการดูแลรักษาที่สำคัญคือ การป้องกันและควบคุมไม่ให้เกิดการติดเชื้อซ้ำ การดูแลให้มีการระบายเสมหะ

อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะหากมีการค้างคั่งของเสมหะจะทำให้ขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซ อาจส่งผลให้ผู้ป่วยมีภาวะพร่องออกซิเจน ทำให้ระบบหายใจล้มเหลวต้องใส่เครื่องช่วยหายใจ หรืออาจเสียชีวิตได้

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาสูงเป็นอันดับ 5 ในแผนกอายุรกรรม ผู้ป่วยโรคนี้มักมีอาการกำเริบของโรคบ่อย มีอัตราการใช้เครื่องช่วยหายใจสูงระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลนาน การกลับเข้ามารับการรักษาซ้ำในโรงพยาบาลบ่อยครั้ง ค่าใช้จ่ายผู้ป่วยในที่มาเข้ารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในปี 2559 จำนวน 3,873,330 บาท ต่อผู้ป่วยที่มารักษาทั้งหมด (Ang Thong Hospital, 2016)

สำหรับประเทศไทย พบว่าร้อยละ 5 ของประชากรไทยอายุเกิน 30 ปีขึ้นไป ป่วยเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาอุบัติการณ์การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในโรงพยาบาลอ่างทอง
2. เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในโรงพยาบาลอ่างทอง

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังหรือ Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) ได้แก่ ปัจจัยทางพันธุกรรม การสัมผัสกับสิ่งกระตุ้น การอักเสบของถุงลมปอด เช่นหมอกควัน ฝุ่นละออง หรือควันบุหรี่ (Spurzem & Rennard, 2005) งานวิจัยในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่า COPD มีความสัมพันธ์กับกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ความดันโลหิตสูง เป็นต้น (Graat-Verboom et al., 2009) โดยในปัจจุบันมีตัวชี้วัดที่สำคัญคือการรับไว้ในโรงพยาบาลซ้ำหรือการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน (readmission)

ปัจจุบันโรค COPD เป็นปัญหาสำคัญของโรงพยาบาลอ่างทอง ในปี 2559 โรงพยาบาลในจังหวัดอ่างทอง พบว่าจำนวนครั้งของการรับไว้รักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง 1,059 ครั้ง และอัตราการรับไว้รักษาในโรงพยาบาลทั้งหมดในจังหวัดอ่างทองจำนวน 445.03 ครั้งต่อแสนประชากร สำหรับโรงพยาบาลอ่างทอง พบว่าจำนวนครั้งของการรับไว้รักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในปี 2559 จำนวน 280 ครั้ง และอัตราการรับไว้รักษาในโรงพยาบาลในจังหวัดอ่างทอง 603.87 ครั้งต่อแสนประชากร ซึ่งมีอัตราที่สูงกว่าเป้าคือ < 130/แสนประชากร อายุ 15 ปีขึ้นไป สัดส่วนของผู้ป่วยโรคนี้

ต่อแพทย์และพยาบาลของแผนกอายุรกรรมไม่สมดุลกัน ส่งผลให้การดูแลไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ผู้ป่วยมีความรู้และความสามารถในการดูแลตนเองลดลง ต้องพึ่งพาผู้อื่น ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกคุณค่าในตนเองลดลง เกิดความท้อแท้ และเบื่อหน่ายในการดำรงชีวิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาอุบัติการณ์และปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในโรงพยาบาลอ่างทอง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบในการจัดการดูแลรักษาพยาบาลให้มีประสิทธิภาพ เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา อาชีพ รายได้ ปัจจัยเกี่ยวกับการสูบบุหรี่ประกอบด้วย การสูบบุหรี่ จำนวนมวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน จำนวนปีที่เลิกบุหรี่

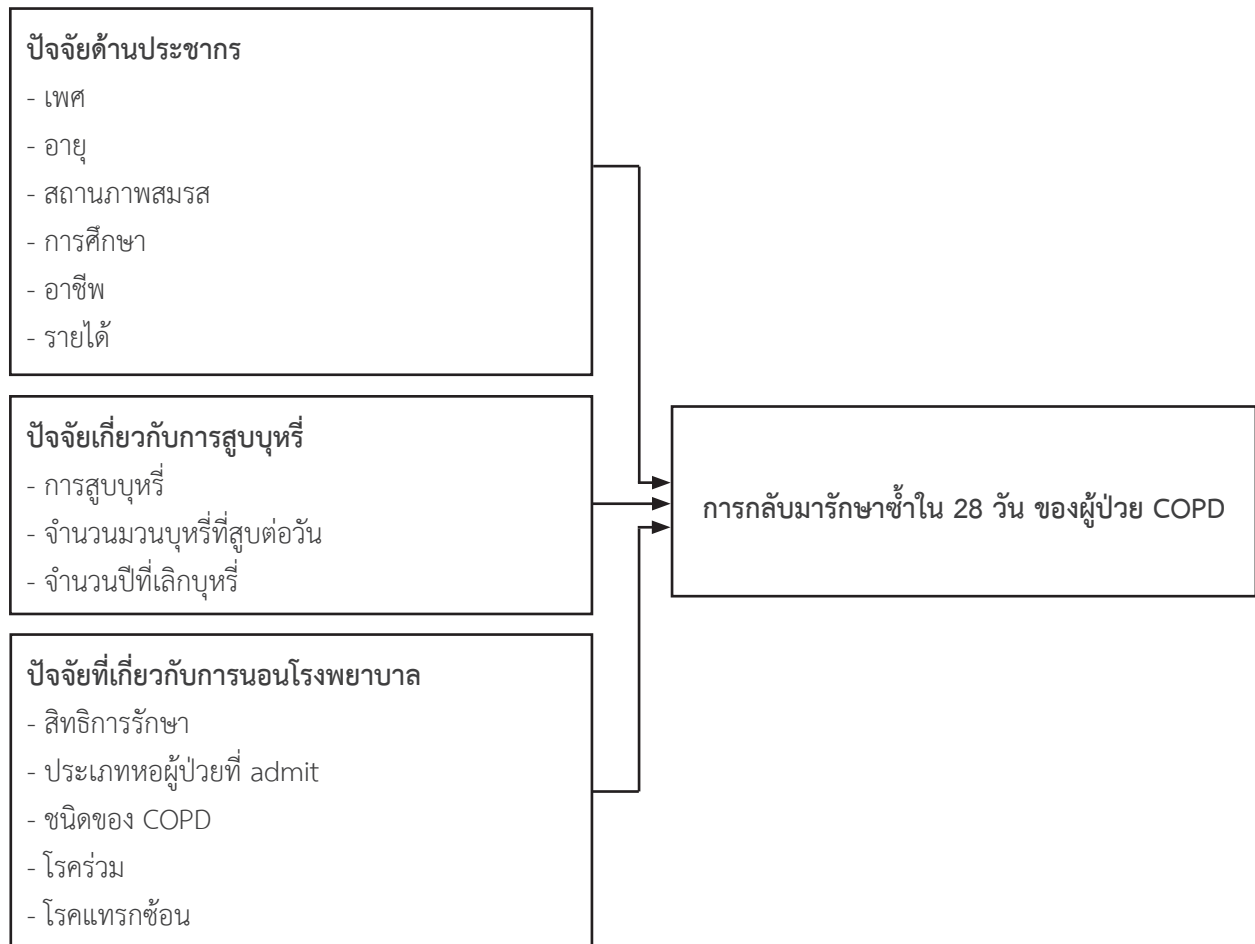
นิยามเชิงปฏิบัติการ

การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน หมายถึง การรับผู้ป่วยใน HN เดียวกัน โดยวันที่รับไว้รักษาครั้งต่อมาห่างจากวันจำหน่ายครั้งก่อนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 28 วัน

COPD หมายถึง การที่ผู้ป่วยมีการวินิจฉัยหลักที่มีการลงรหัสโรคเริ่มต้นด้วย J449 ซึ่งเป็นนิยามที่ปรับจาก Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (2017)

โรคร่วม หมายถึงโรคติดต่อไม่เรื้อรัง ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบของการศึกษาเป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง (cross-sectional study)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่นอนรักษาแพทย์อนุญาตให้ออกจากโรงพยาบาลในโรงพยาบาลอ่างทองปี 2557-2559 จำนวน 516 ราย

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมของคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัยโรงพยาบาลอ่างทอง เลขที่ AEC006/60 ข้อมูลของผู้ป่วยถูกบันทึกโดยรหัสที่ผู้วิจัยกำหนด ไม่มีชื่อหรือเลขที่โรงพยาบาล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ประวัติในเวชระเบียนผู้ป่วยโดยศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพสมรส การศึกษา รายได้ สิทธิการรักษาพยาบาล ปัจจัยที่เกี่ยวกับการนอนโรงพยาบาล ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วย COPD ประเภทของ COPD หอผู้ป่วย โรคร่วม โรคแทรกซ้อน อธิบายข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลลักษณะทั่วไปและปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากประวัติในเวชระเบียนผู้ป่วยโดยศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพสมรส การศึกษา รายได้ สิทธิการรักษาพยาบาล ข้อมูลทั่วไปได้แก่ กลุ่มผู้ป่วย

COPD ประเภทของ COPD หอบผู้ป่วยโรคร่วมโรคแทรกซ้อน อธิบายข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลลักษณะทั่วไปและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

2. ใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ร้อยละ Chi-square และใช้สถิติ Multiple logistic regression หาปัจจัยเสี่ยงต่อการเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD ในโรงพยาบาลอ่างทอง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยดังแสดงในตาราง 1-4

ตาราง 1

อุบัติการณ์การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันในผู้ป่วย COPD

ปี	จำนวนผู้ป่วย COPD ที่รักษาโรงพยาบาล	readmission		No readmission	
		N	%	N	%
2557-2559	N = 516	123	23.83	393	76.16
2557	N = 155	19	12.3	136	87.7
2558	N = 176	54	30.7	122	69.3
2559	N = 185	50	27.0	135	73.0

จากตาราง 1 พบว่าการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD จำนวน 123 ราย ร้อยละ 23.83 จำแนกรายปีพบว่าปี 2558 มีจำนวนผู้ป่วย COPD ที่กลับมารักษา

ซ้ำใน 28 วัน มากที่สุดร้อยละ 30.7 รองลงมาคือปี 2558 ร้อยละ 27.0 และปี 2557 ร้อยละ 12.3 ตามลำดับ

ตาราง 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

ปัจจัย	readmission		No readmission		p-value
	N	%	N	%	
เพศ					0.001*
- ชาย	121	25.7	350	74.3	
- หญิง	2	4.4	43	95.6	
อายุ (ปี)					0.014*
< 65	54	30.2	125	69.8	
≥ 65	69	20.5	268	79.5	

ตาราง 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

ปัจจัย	readmission		No readmission		p-value
	N	%	N	%	
สถานภาพสมรส					< 0.001*
- โสด	34	43.0	45	57.0	
- คู่	81	23.0	271	77.0	
- หม้าย, หย่า, แยก	8	9.4	77	90.6	
การศึกษา					0.086
- ไม่ได้เรียน, ประถม	102	22.6	349	77.4	
- มัธยม, ปริญญาตรี, สูงกว่าปริญญาตรี	21	32.3	44	67.7	
อาชีพ					0.011*
- เกษตรกร, รับจ้าง	64	29.1	156	70.9	
- ค้าขาย, รับราชการ	12	31.6	26	68.4	
รายได้ (บาทต่อเดือน)					< 0.001*
- ไม่มีรายได้	48	16.3	247	13.7	
- น้อยกว่า 5000	59	40.1	88	59.9	
- 5001-10,000	9	17.3	43	82.7	
- 10,000-15,000	5	45.5	6	54.5	
- มากกว่า 15,000	2	18.2	9	81.8	
หอผู้ป่วย					0.420
- อายุรกรรมชาย/หญิง/พิเศษ	117	23.5	38	76.5	
- ICU	6	31.6	13	68.4	
สิทธิการรักษา					0.373
- UC/ประกันสังคม	93	24.9	281	75.1	
- ข้าราชการ/ข้าราชการ	30	21.1	112	78.9	

ตาราง 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD (ต่อ)

ปัจจัย	readmission		No readmission		p-value
	N	%	N	%	
ชนิดของ COPD					0.045*
- COPD ร่วมกับการติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง	4	13.3	26	86.7	
- COPD ร่วมกับการกำเริบเฉียบพลัน	61	21.2	227	78.8	
- COPD ไม่ระบุรายละเอียด	58	29.3	140	140	
โรคร่วม					0.205
- ไม่มี	62	26.5	173	73.5	
- มี	61	21.7	220	78.3	
โรคแทรก					0.877
- ไม่มี	104	24.0	330	76.0	
- มี	19	23.2	63	76.8	

*p-value จาก Chi-square test

จากตาราง 2 ผู้ป่วย COPD ที่ กลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 25.7 ส่วนใหญ่อายุน้อยกว่า 65 ปี ร้อยละ 30.2 (อายุเฉลี่ย 67 ปี) ส่วนใหญ่สถานภาพสมรสโสดร้อยละ 43.0 ส่วนใหญ่มีอาชีพค้าขาย รับราชการร้อยละ 31.6 ส่วนใหญ่มีรายได้ 10001-15000 บาท ชนิดของ COPD ส่วนใหญ่เป็น COPD ไม่ระบุรายละเอียด ร้อยละ 29.3

เพศ อายุ สถานภาพสมรส รายได้ มีความสัมพันธ์ การกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) อาชีพ ชนิดของ COPD มีความสัมพันธ์กับการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การศึกษา หอผู้ป่วยที่นอนรักษา สิทธิการรักษา โรคร่วม และโรคแทรก ไม่มีความสัมพันธ์กับการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

ตาราง 3

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการสูบบุหรี่กับการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน ของผู้ป่วย COPD

ปัจจัย	readmission		No readmission		p-value
	N	%	N	%	
การสูบบุหรี่	123				0.001*
- สูบ	79	25.4	232	74.6	
- ไม่สูบ	44	21.5	161	78.5	
จำนวนที่สูบ (มวนต่อวัน)	113				< 0.001*
- จำนวน 0 มวน	44	21.5	161	78.5	
- จำนวน 1-10 มวน	13	7.1	63	82.9	
- จำนวน 11-20 มวน	49	39.8	74	60.2	
- มากกว่า 20 มวน	7	33.3	14	66.7	
จำนวนการเลิกบุหรี่	123				0.020*
- กำลังสูบ	35	33.7	69	63.3	
- ไม่สูบ	44	21.4	162	78.6	
- เลิกสูบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี	13	34.2	25	65.8	
- เลิกสูบ 2- 5 ปี	8	22.9	27	77.1	
- เลิกสูบมากกว่า 5-10 ปี	23	17.3	110	82.7	

*p-value จาก Chi-square test

จากตาราง 3 จำนวนมวนบุหรี่ที่สูบต่อวันมีความสัมพันธ์กับการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$ ผู้ป่วย COPD ที่กลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD ส่วนใหญ่

สูบบุหรี่ 11-20 มวนต่อวัน ร้อยละ 39.8 จำนวนปีที่เลิกบุหรี่มาแล้วความสัมพันธ์กับผู้ป่วย COPD ที่กลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ส่วนใหญ่เลิกสูบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี

ตาราง 4

ค่า Odd ratio (OR) ของการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD ในแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	Relative risk (RR)	95%CI ของ RR	p-value
- เพศชาย	5.78	1.47-22.59	0.001*
- อายุ 65 ปีหรือน้อยกว่า	1.47	11.08-2.00	0.014*
- สถานภาพโสด	2.13	1.55-2.92	< 0.001*
- การศึกษาสูงกว่าประถมศึกษา	1.42	0.96-2.11	0.086
- มีอาชีพเกษตรกรหรือรับจ้าง	1.61	1.17-2.22	0.002*
- มีรายได้	2.08	1.51-2.86	< 0.001*
- นอนรักษาที่หอผู้ป่วยหนัก	1.34	0.67-2.64	0.420
- สิทธิ UC/ประกันสังคม	1.17	0.81-1.69	0.373
- COPDร่วมกับการกำเริบเฉียบพลัน	0.69	0.51-0.94	0.021*
- ไม่มีโรคร่วม	1.21	0.89-1.65	0.205
- ไม่มีโรคแทรก	1.03	0.67-1.58	0.877
- การสูบบุหรี่	1.18	0.85-1.63	0.304
- จำนวนมวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน	1.46	1.05-2.06	0.021*
- จำนวนปีที่เลิกบุหรี่	1.76	1.28-2.41	< 0.001

*Odd Ratio (OR) จาก Multiple logistic regression

จากตาราง 4 ปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD คือเพศ โดยเพศชายมีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน 5.78 เท่าของเพศหญิง

สถานภาพโสดมีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันเป็นจำนวน 2.13 เท่าของผู้ที่แต่งงานแล้ว ผู้ที่มีรายได้มีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน เป็นจำนวน 2.08 เท่าของผู้ที่ไม่มีรายได้

ผู้ที่สูบบุหรี่มีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วันเป็นจำนวน 1.18 เท่าของผู้ไม่สูบบุหรี่ จำนวนมวนบุหรี่ที่สูบต่อวันมีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน เป็นจำนวน 1.46 เท่าของผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ จำนวนปีที่เลิกบุหรี่มีโอกาสกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน เป็นจำนวน 1.76 เท่าของผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีเสี่ยงต่อการกลับมารักษาซ้ำใน 28 วัน

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง ในช่วงเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่นอนโรงพยาบาลในโรงพยาบาลอ่างทอง ปีพ.ศ.2557-2559

อุบัติการณ์การ Readmission ในผู้ป่วย COPD ร้อยละ 23.8 เปรียบเทียบกับการศึกษาของสมิทธิ์ เกิดสินธุ์ และระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาตย์ (Kerdsin & Suphanchaimat, 2016) พบว่าอัตราการรับผู้ป่วยในซ้ำของผู้ป่วย COPD มีค่าร้อยละ 24.0 แต่ต่ำกว่าการศึกษาของวีระพล จันทรดียิ่ง และคณะ (Jandeeying et al., 2016) ที่ทำการศึกษาศักยภาพเสี่ยงเกี่ยวพันการกลับเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลซ้ำภายใน 28 วัน กรณีโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบและ การศึกษาของ Garcia-Aymerich et al. (2003) ที่ทำการศึกษา ปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมานอนซ้ำในโรงพยาบาล พบว่าอัตราการรับผู้ป่วยในซ้ำของผู้ป่วย COPD มีค่าร้อยละ 32.69 และ 63 ตามลำดับ

กลุ่มผู้ป่วย Readmission ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pothirat et al. (2007) และการศึกษาของอุษา วรรณม่วง และอรสา พันธุ์ภักดี (Wannamoung & Panpakdee, 2012) เนื่องจากในอดีตวัยรุ่นชายมีความนิยมในการสูบบุหรี่กันมาก

ผู้ป่วย Readmission ส่วนใหญ่อายุเฉลี่ย 67 ปี สอดคล้องกับการศึกษาของพิเชษฐ พัวพันกิจเจริญ (Paupankitcharean, 2008) เนื่องจากอาการโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังนั้นต้องใช้ระยะเวลานานนับสิบปีจึงแสดงอาการ ทำให้ผู้ป่วยส่วนมากที่เป็น COPD ได้รับการวินิจฉัยในช่วงที่มีอายุมากและมีอาการแสดงของโรคที่ชัดเจนแล้วผู้ป่วย Readmission ส่วนใหญ่ใช้สิทธิการรักษาส่วนใหญ่เป็นสิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและประกันสังคมร้อยละ 24.9 สอดคล้องกับการศึกษาของสมิทธิ์ เกิดสินธุ์ และระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาตย์ (Kerdsin & Suphanchaimat, 2016) ที่พบว่าผู้ป่วย COPD สิทธิการรักษาส่วนใหญ่เป็นสิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและประกันสังคมร้อยละ 83.9

ปัจจัยเสี่ยงต่อการ readmission ในผู้ป่วย COPD ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล โดยเพศชายมีโอกาสเสี่ยงต่อการกลับมานอนซ้ำใน 28 วัน มากกว่าเพศหญิง

5.78 เท่า ($p < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Garcia-Aymerich et al. (2003) การกลับมานอนซ้ำใน 28 วัน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชนิดของ COPD

ปัจจัยเสี่ยงเกี่ยวกับการสูบบุหรี่คือ จำนวนบุหรี่ที่สูบต่อวันและจำนวนปีที่เลิกบุหรี่ มีโอกาสกลับมานอนซ้ำใน 28 วัน 1.46 เท่าเมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ ($OR = 1.46$) ($p < 0.001$) ผู้ที่เลิกบุหรี่แล้วและกำลังสูบบุหรี่โอกาสเสี่ยงต่อการ readmission 1.76 เท่าเมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ ($OR = 1.76$) ($p < 0.005$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Garcia-Aymerich et al. (2003) และพบว่าความสัมพันธ์แวดล้อมที่มีการสูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับการกลับมานอนซ้ำใน 28 วัน ซึ่งเพิ่มปัจจัยเสี่ยงของการกลับมานอนซ้ำใน 28 วัน และการศึกษาของ González et al. (2004) พบว่าผู้ที่สูบบุหรี่มีปัจจัยเสี่ยงมากกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ 1.03 เท่า ($OR = 1.03$) เนื่องจากการสูบบุหรี่ เป็นสาเหตุที่สำคัญและพบบ่อยสุด ซึ่งรวมถึงบุหรี่ที่ทำจากใบจากด้วย ปริมาณและระยะเวลาที่สูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรค ยิ่งจำนวนของบุหรี่ที่สูบบ่อยและสูบนานหลายปี ก็มีโอกาสดังกล่าวได้มาก โดยโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นโรคคือ ผู้ที่สูบบุหรี่ประมาณวันละ 1 ซองติดต่อกันเป็นเวลา 20 ปี แต่ก็ไม่จำเป็นว่าผู้ที่สูบบุหรี่ทุกคนจะต้องกลายเป็นโรคนั้น นอกจากนี้ผู้ที่ไม่ได้สูบบุหรี่เอง แต่ได้รับควันบุหรี่จากผู้อื่น ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ทำให้มีโอกาสเกิดโรคได้ การวิจัยนี้จึงควรนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงโครงการให้มีความสำคัญกับการส่งเสริมสุขภาพในผู้ป่วยและประชาชนที่สูบบุหรี่มากขึ้น รวมทั้งควรให้ความรู้ในโทษและพิษภัยของบุหรี่ในประชาชนที่ไม่สูบบุหรี่ เด็กชายวัยรุ่นโดยเริ่มตั้งแต่ประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา ต่อดันและขยายกิจกรรมเพื่อนำไปสู่โครงการร่วมกับโรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล และชุมชนมากขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การลดอัตราการรับผู้ป่วยใน COPD ซ้ำลดและเพิ่มคุณภาพชีวิตผู้ป่วย COPD ให้ดีขึ้นต่อไป

ปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวกับการนอนโรงพยาบาล ได้แก่ การมีโรคร่วมไม่มีความสัมพันธ์กับการกลับมานอนซ้ำใน 28 วันของผู้ป่วย COPD แต่โรคร่วมความสัมพันธ์กับชนิดของ COPD ที่มีการกำเริบเฉียบพลันสอดคล้องกับ

การศึกษาของ Pouw et al. (2000) Garcia-Aymerich et al. (2003) และ Groenewegen et al. (2003) ที่พบว่า COPD มีความสัมพันธ์กับกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ความดันโลหิตสูง สอดคล้องกับการศึกษาของสมิทธิ์ เกิดสินธุ์ และระพีพงศ์ สุพรรณไชยมาตย์ (Kerdsin & Suphanchaimat, 2016) ที่ว่ากลุ่มที่รับไว้ในโรงพยาบาลมีแนวโน้มที่จะมีโรคร่วมมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการรับเข้าอย่างมีนัยสำคัญและงานวิจัยในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่า COPD มีความสัมพันธ์กับกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ความดันโลหิตสูง เป็นต้น (Graat-Verboom et al., 2009) เป็นต้น การวิจัยนี้จึงนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงโครงการให้มีความสำคัญกับการคัดกรองโรคร่วมกลุ่มไม่ติดต่อเรื้อรังมากขึ้นและขยายกิจกรรมนำไปสู่โครงการร่วมกับโรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบล และชุมชนมากขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การลดอัตราการรับผู้ป่วยใน COPD ซ้ำลดและเพิ่มคุณภาพชีวิตผู้ป่วย COPD ให้ดีขึ้นต่อไป

ดังนั้นบทบาทของผู้บริหารองค์กรพยาบาลจึงควรพัฒนารูปแบบการวางแผนจำหน่ายผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยมีรูปแบบการวางแผนจำหน่ายผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ประกอบด้วย 3 กลวิธี ได้แก่ (1) แผนการดูแลผู้ป่วยแบบสหสาขาวิชาชีพ (2) รูปแบบการให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและผู้ดูแล (3) การส่งต่อเพื่อการดูแลต่อเนื่องมี

การกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการทำกิจกรรมของแต่ละวิชาชีพให้ชัดเจน และเน้นให้ผู้ดูแลที่เป็นผู้รับผิดชอบหลักในการดูแลผู้ป่วยเมื่อกลับไปอยู่บ้าน เข้ามามีส่วนร่วมในการดูแล ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่องและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

เนื่องจากเป็นงานวิจัยแบบภาคตัดขวางช่วงระยะเวลาในเวลาหนึ่ง และศึกษาจากเวชระเบียนผู้ป่วยที่ออกจากโรงพยาบาลไปแล้ว ทำให้เป็นข้อจำกัดในงานวิจัยชิ้นนี้ที่ทำให้ขาดตัวแปรที่เป็นปัจจัยเสี่ยงด้านพยาธิสภาพของโรค COPD เช่น พันธุกรรม การสัมผัสต่อสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ การสัมผัสควันบุหรี่มือสอง หรือ จำนวนครั้งของการกลับมาอนเข้าในผู้ป่วยแต่ละคน

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

ควรเลือกศึกษาปัจจัยที่สามารถอธิบายจากพยาธิสภาพของผู้ป่วยเชื่อมโยงกับปัจจัยเสี่ยงต่อการกลับมาอนเข้าใน 28 วันของผู้ป่วย COPD

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยแบบไปข้างหน้าเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตและแรงสนับสนุนทางสังคมของผู้ป่วย COPD
2. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมารับบริการของผู้ป่วย COPD ที่ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลอ่างทอง



References

- Ang Thong Hospital (2016). *Chronic obstructive pulmonary disease statistics*. Ang Thong: Author. (in Thai)
- Garcia-Aymerich, J., Farrero, E., Félez, M. A., Izquierdo, J., Marrades, R. M., & Antó, J. M. (2003). Risk factors of readmission to hospital for a COPD exacerbation: A prospective study. *Thorax*, 58(2), 100-105.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2017). *Global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD*. Retrieved from <https://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd/>
- González, C., Servera, E., Ferris, G., Blasco, M. L., & Marín, J. (2004). Risk factors of readmission in acute exacerbation of moderate-to-severe chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol*, 40(11), 502-507.
- Graat-Verboom, L., Wouters, E. F., Smeenk, F. W., Van Den Borne, B. E., Lunde, R., & Spruit, M. A. (2009). Current status of research on osteoporosis in COPD: A systematic review. *European Respiratory Journal*, 34(1), 209-218.
- Groenewegen, K. H., Schols, A. M., & Wouters, E. F. (2003). Mortality and mortality-related factors after hospitalization for acute exacerbation of COPD. *Chest*, 124(2), 459-467.
- Jandeeying, V., Palanupap, K., Wacharamaneekarn, K., Kamaid, T., Tretrisitti, P., & Kanpasa, P. (2016). Risk factor 128-day readmission for a chronic obstructive pulmonary disease exacerbation. *Naresuan Phayao Journal*, 9(2), 13-16. (in Thai).
- Kerdsin, S., & Suphanchaimat, R. (2016). Outcome of service development programme on within-28-days readmissions of chronic obstructive pulmonary diseases (COPD) patients: A Case Study of Somdejphrajaotaksinmaharaj hospital, Tak province. *Journal of Health Science*, 25(2), 246-254. (in Thai)
- Paupankitcharean, P. (2008). Emergency room visit of patients with chronic obstructive pulmonary disease at Nakhon Nayok hospital. *The Pharmaceutical and Health Science Journal*, 3(1), 73-79. (in Thai)
- Pothirat, C., Phetsuk, N., Deesomchok, A., Theerakittikul, T., Bumroongkit, C., & Liwsrisakun, C. (2007). Clinical characteristics, management in real practice and long-term survival among COPD patients of northern Thailand COPD club members. *Journal of Medical Association Thailand*, 90(4), 653-662.
- Pouw, E. M., Ten-Velde, G. P., Croonen, B. H., Kester, A. D., Schols, A. M., & Wouters, E. F. (2000). Early non-elective readmission for chronic obstructive pulmonary disease is associated with weight loss. *Clinical Nutrition*, 19(2), 95-99

Spurzem, J. R., & Rennard, S. I. (2005). Pathogenesis of COPD. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 26(2), 142-153

Wannamoung, U., & Panpakdee, O. (2012). *The relationship among perceived therapeutic self-care demand, self-care ability, and social support in patients with COPD at the stage of exacerbation*. Master of Nursing Science Thesis, Mahidol University. (in Thai)

World health organization. (2007). Chronic respiratory disease. Retrieved from <http://www.who.int/respiratory/COPD/diagnosis/en/index.html>



ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ
ในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น
Predictors of Preventing Sexual Risk Behaviors among
Female Teenagers Studying in Lower Secondary School

อุทัยวรรณ สกุลวเลิธร, ศิริยุพา สนั่นเรืองศักดิ์ และนฤมล อีระรังสิกุล
Uthaiwan Sakulwaleethorn, Siriyupa Sananreangsak and Narumon Teerarungsikul

หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลเด็ก มหาวิทยาลัยบูรพา
Master of Nursing Science Program in Pediatric Nursing, Burapha University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทำนาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ และปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศของวัยรุ่นหญิงตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอายุ 12-16 ปี จำนวน 98 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม พฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ การกำกับดูแลของบิดามารดา ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ได้ค่าความเชื่อมั่น (reliability) เท่ากับ .72, .73, .73, .79 และ .84 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และวิเคราะห์พหุคูณถดถอยแบบเชิงชั้น ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากเท่ากับ 4.93 (SD = 1.44) ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ พบว่า ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ สามารถร่วมกันทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 44.8 ($R^2 = .448$, $F_{change} = 7.746$, $p < .01$) จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะว่า ควรส่งเสริมทักษะคิด และการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพื่อให้วัยรุ่นสามารถป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากการพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ

คำสำคัญ: พฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ, วัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น

Abstract

This research is a predictive research. The purpose was to study sexual risk prevention behaviors and predictors of preventing sexual risk behaviors among female early adolescents. 98 junior high school students aged 12-16 years were recruited by stratified random. Research instrument were sexual risk prevention behaviors, parental monitoring, knowledge about preventing sexual risk behaviors, attitude towards preventing sexual risk behaviors and self-efficacy to preventing sexual risk behaviors. Reliability of this questionnaires were .72, .73, .73, .79 and .84 respectively. Data were analyzed using descriptive statistics and Hierarchical regression analysis. Result revealed that the mean

score of sexual risk prevention behaviors were 4.93 (SD = 1.44). The predictor of preventing sexual risk behaviors were attitude towards preventing sexual risk behaviors and self-efficacy to preventing sexual risk behaviors, together accounted for 44.8% of the variance ($R^2 = .448$, $F_{change} = 7.746$, $p < .01$). The results of this study suggest that nurses should promote attitude towards preventing sexual risk behaviors and self-efficacy to protect female early adolescents from the sexual risk behaviors.

Keywords: preventing sexual risk behavior, female teenager studying in lower secondary



บทนำ

พฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ หมายถึง การเอาตัวรอดจากเหตุการณ์เสี่ยงทางเพศที่นำไปสู่การป้องกันการตั้งครรภ์ การป้องกันโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ โดยใช้ทักษะปฏิเสธในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ (Phoochaemchot & Chomnirat, 2012; Fisher, 1997) ในสถานการณ์ปัจจุบันทั้งทั่วโลกและไทย วัยรุ่นเป็นวัยที่มีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศมากโดยเฉพาะวัยรุ่นหญิง มีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร ดังการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของวัยรุ่นหญิง ในรัฐเวสเวอร์จิเนียประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า วัยรุ่นเริ่มมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกอายุน้อยกว่า 15 ปี มีเพศสัมพันธ์มากกว่า 6 ครั้ง/เดือน มีคู่นอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ไม่มีการป้องกันการตั้งครรภ์มากกว่าร้อยละ 50 (Wang et al., 2008) สำหรับประเทศไทย จากการสำรวจของสำนักส่งเสริมและพิทักษ์เยาวชน (Youth Promotion and Protection Office, 2010) พบว่า เด็กวัยรุ่นหญิงมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกเมื่ออายุน้อยเพียง 10 ปีเท่านั้น

ผลของการมีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิง ทำให้เกิดการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ จากข้อมูลการสำรวจของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (Department of Health, 2010) พบว่า วัยรุ่นหญิงอายุต่ำกว่า 20 ปี มีการตั้งครรภ์แบบไม่พึงประสงค์สูงอันดับที่ 1 ของทวีปเอเชีย ถึงร้อยละ 16.2 ในปี 2553 และสูงเป็นอันดับที่ 2 ของโลก ซึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา มีอัตราการคลอดบุตรของมารดาที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี ร้อยละ 0.71 มากเป็นอันดับ 8 ของประเทศไทย และมากเป็นอันดับที่ 1 ของศูนย์อนามัยที่ 3 และที่สำคัญจากการสำรวจผู้ที่มารับบริการฝากครรภ์คลอด

ที่โรงพยาบาลบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ในปี 2554 ของปัญญา เอี่ยมสำอางค์, รุ่งรัตน์ ศรีสุริยเวศน์ และ พรนภา หอมสินธุ์ (Aeamsamarng, Srisuriyawet & Homsin, 2013) พบว่า มีหญิงตั้งครรภ์วัยรุ่นที่มารับบริการมากถึงร้อยละ 30 ของหญิงตั้งครรภ์ทั้งหมด ซึ่งเกินกว่าที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 1995) ได้กำหนดไว้ว่า อัตราการตั้งครรภ์วัยรุ่นหญิงอายุต่ำกว่า 20 ปี ควรน้อยกว่าร้อยละ 10 ดังชี้ให้เห็นว่าปัญหาการตั้งครรภ์ในวัยรุ่นเป็นปัญหาที่สำคัญ

พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ สามารถป้องกันและแก้ไขได้จากการลดพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศเกิดจากการไม่ได้ตั้งใจจะมีเพศสัมพันธ์ (Piumwattanasup, Chantaluk, 2009) อิทธิพลต่อกลุ่มเพื่อน (Prasartwanakit, Songwathana & Phetcharat, 2009) สื่อวัยรุ่นทางเพศ (Saipanich, Suntrayuth & Thongson, 2012) การดื่มแอลกอฮอล์ (Jackson, Sweeting & Haw, 2013) ขาดความรู้สึกลึกซึ้งมีคุณค่าต่อตนเอง (Rawajai, 2011)ทัศนคติต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ (Chaikoolvatana, Praditsathaporn & Kamkhieo, 2013) สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ นำไปสู่การมีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ และส่งผลให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมา จึงต้องมีการป้องกันการเกิดพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิง ดังการศึกษาของ ณฐาภ ระวะใจ (Rawajai, 2011) ที่ศึกษาพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ พบว่า นักศึกษาในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในระดับปานกลาง

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่าพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศมีความสำคัญยิ่งต่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้น เพื่อนำผลของการวิจัยไปเป็นข้อมูลในการวางแผนการพยาบาลด้านการลดผลกระทบของการมีเพศสัมพันธ์ รวมถึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสอนสุขศึกษาในโรงเรียนในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้นให้มีประสิทธิภาพ และมั่นคงถาวร

วัตถุประสงค์การวิจัย

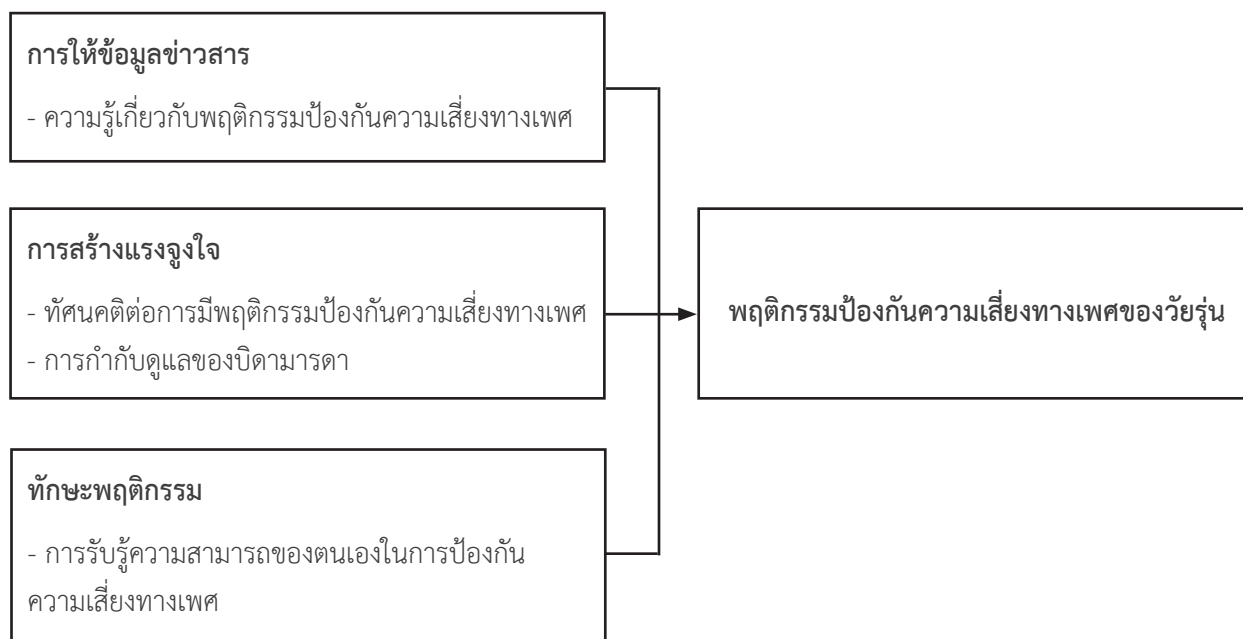
1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้น
2. เพื่อศึกษาปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศของวัยรุ่นหญิงตอนต้น

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการให้ข้อมูลข่าวสาร การสร้างแรงจูงใจ และทักษะพฤติกรรม (The Information Motivation Behavioral Skills--IMB Model) (Fisher, Fisher & Shuper, 2009) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการคือ (1) การให้ข้อมูลข่าวสาร (information) ได้แก่ ปัจจัยความรู้ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมสุขภาพ เป็นความเข้าใจเบื้องต้นที่จะปฏิบัติ หรือป้องกันตนเองให้รอดพ้นจากพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ (2) การสร้างแรงจูงใจ (motivation) ได้แก่ ปัจจัยระดับบุคคล เจตคติ ความเชื่อ ความรู้สึกต่อ

พฤติกรรมนั้น รวมถึงความเชื่อเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรค ปัจจัยระดับสังคม การรับรู้ของบุคคลกลุ่มที่บุคคลอาศัยอยู่ มีความสำคัญกับบุคคลนั้น และต้องการให้บุคคลนั้นปฏิบัติ หรือไม่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นมากน้อยเพียงใด เป็นทัศนคติหรือแรงจูงใจ จากครอบครัวหรือสังคม และสิ่งแวดล้อม ที่เป็นสิ่งยึดเหนี่ยว และโน้มน้าวให้เกิดแรงจูงใจที่จะปฏิบัติพฤติกรรมการป้องกัน และ (3) ทักษะพฤติกรรม (behavior skill) ได้แก่ ทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติพฤติกรรม การที่บุคคลมีการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้งในด้านทักษะการตัดสินใจ หรือทักษะการปฏิเสธ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีดังนี้ (1) การให้ข้อมูลข่าวสาร ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ (Mongkuo, Mushi, & Thomas, 2010; Cai et al., 2013) (2) การสร้างแรงจูงใจ ได้แก่ ทัศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ (Taikanong, Chomson, & Nimitarnan, 2011; Puntang, Toonsiri & Junpraasert, 2014) และการกำกับดูแลของบิดามารดา (Tipwareerom & Sarapanich, 2012; Bunyat, 2013; Diloksumpun, Namma & Niemkul, 2013) และ (3) ทักษะพฤติกรรม ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ (Huy et al., 2010; Batcharuen, Panan & Arpaporn, 2012) กล่าวคือ หากวัยรุ่นหญิงตอนต้นมีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศที่ดี ทัศนคติต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศเชิงบวก มีการกำกับดูแลของบิดามารดาที่ดี และการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ดี จะแสดงพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศที่ดีได้ แสดงกรอบแนวคิดของงานวิจัยได้ดังภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ การกำกับดูแลของบิดามารดา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ สามารถทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบหาความสัมพันธ์เชิงทำนาย (correlational predictive research) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตร ของ Tabachnick and Fidell (2007) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 82 คนและเพื่อเพิ่มอำนาจการทดสอบทางสถิติ และลดความคลาดเคลื่อน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้เก็บกลุ่มตัวอย่างเพิ่มอีกประมาณร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการสูญหาย (Srisatidnarakul, 2010) จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 98 คน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified sampling) จากประชากรซึ่งเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังศึกษาอยู่ในเขตอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 11 โรงเรียน ประกอบด้วยโรงเรียนขยายโอกาส จำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดสามแยก โรงเรียนวัดบางกระเจ็ด โรงเรียนวัดใหม่บางคล้า โรงเรียนวัดสาวชะโงก โรงเรียนวัดเสม็ดเหนือ โรงเรียนวัดศรีสุตาราม และโรงเรียนวัดปากน้ำ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 6 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดเปี่ยมนิโคธาราม และโรงเรียนบางคล้าพิทยาคม โรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเทศบาล 1 วัดแจ้ง โรงเรียนเทศบาล 2 วัดโพธิ์ มีจำนวนนักเรียนหญิงตอนต้น รวมทั้งหมด 680 คน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยนำรายชื่อโรงเรียนทั้ง 11 แห่งมาจับฉลากคัดเลือกแบบไม่ใส่คืน ได้โรงเรียนขึ้นมา 4 แห่ง ตามเกณฑ์การสุ่มเลือกร้อยละ 30 (Worrakitkasemkul, 2011) ได้แก่ โรงเรียนบางคล้าพิทยาคม โรงเรียนวัดเสม็ดเหนือ โรงเรียนเทศบาล 1 วัดแจ้ง และโรงเรียนวัดเปี่ยมนิโคธาราม หลังจากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากแต่ละโรงเรียนตามสัดส่วนขนาดกลุ่มตัวอย่าง

โดยการจับฉลากสุ่มเลือกห้องเรียน และเก็บข้อมูลนักเรียนหญิงทั้งหมดในห้องเรียน ดังต่อไปนี้

โรงเรียนบางคล้าพิทยาคม จำนวน 6 ห้องเรียน จับฉลากสุ่มแบบไม่ใส่คืนขึ้นมา 3 ห้องเรียน คือ 1/2, 2/2 และ 3/1 จำนวน 20 คน โรงเรียนวัดเสม็ดเหนือ จำนวน 3 ห้องเรียน จับฉลากสุ่มแบบไม่ใส่คืนขึ้นมา 2 ห้องเรียน คือ 1/1 และ 3/1 จำนวน 32 คน โรงเรียนเทศบาล 1 วัดแจ้ง มี 9 ห้องเรียน จับฉลากสุ่มแบบไม่ใส่คืน ขึ้นมา 3 ห้องเรียน คือ 2/1, 2/3 และ 3/1 จำนวน 43 คน และ โรงเรียนวัดเปี่ยมนิโคธาราม มี 3 ห้องเรียน ฉลากสุ่มแบบไม่ใส่คืน ขึ้นมา 1 ห้องเรียน คือ 3/1 จำนวน 20 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 115 คน หลังจากนั้นเก็บข้อมูลนักเรียนหญิงทั้งหมดในห้องเรียน จากการเก็บข้อมูลพบว่าตอบแบบสอบถามไม่สมบูรณ์ 17 คน ผู้วิจัยจึงตัดออก เหลือกลุ่มตัวอย่างจำนวน 98 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนหญิง ได้แก่ อายุ เกรดเฉลี่ย ระดับการศึกษา ประวัติการมีครรภ์ และข้อมูลทั่วไปของผู้ปกครอง ได้แก่ อายุ สถานภาพของบิดามารดา อาชีพ รายได้ของครอบครัว

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ โดยผู้วิจัยนำมาจากแบบวัดพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของณัฐภาพ ระวังใจ (Rawajai, 2011) ซึ่งแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) มี 6 ระดับ ประกอบด้วย “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” โดยมีข้อความทั้งทางบวกและทางลบ โดยข้อความทางบวกมีทั้งหมด 9 ข้อ ได้แก่ 1, 2, 3, 5, 7, 13, 15, 16 และ 19 ข้อความทางลบมีทั้งหมด 12 ข้อ ได้แก่ 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20 และ 21 รวมแบบสอบถามมีจำนวน 21 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางบวก “จริงที่สุด” เท่ากับ 6 คะแนน คะแนนจะลดลงตามลำดับจนถึง “ไม่จริงเลย” เท่ากับ 1 คะแนน และถ้าเป็นข้อความทางลบ คะแนนจะตรงกันข้ามกับทางบวก คะแนนมีตั้งแต่ 21-126 คะแนน

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จำนวน 15 ข้อ แบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก เกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน คะแนนมีตั้งแต่ 0-15 คะแนน

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามทัศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ วัดโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) มี 5 ระดับ ประกอบด้วย “เห็นด้วยมากที่สุด” จนถึง “ไม่เห็นด้วยเลย” โดยมีข้อความทางบวก และทางลบ โดยมีข้อความทางบวกทั้งหมด 6 ข้อ ได้แก่ 1, 2, 4, 5, 9 และ 10 ข้อความทางลบมี 7 ข้อ ได้แก่ 3, 6, 7, 8, 11, 12 และ 13 รวมแบบสอบถามมีทั้งหมด 13 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางบวก “เห็นด้วยมากที่สุด” เท่ากับ 5 คะแนน คะแนนจะลดลงตามลำดับจนถึง “ไม่เห็นด้วยเลย” เท่ากับ 1 คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางลบ คะแนนจะตรงกันข้ามกับทางบวก คะแนนมีตั้งแต่ 13-65 คะแนน

ส่วนที่ 5 แบบสอบถามการกำกับดูแลของบิดามารดา ผู้วิจัยนำมาจากแบบสอบถามของกรรณิกา บัญญัติ (Bunyat, 2013) วัดโดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (rating scale) มี 4 ระดับ ประกอบด้วย “เป็นประจำ” จนถึง “ไม่เคยเลย” โดยมีข้อความทั้งทางบวก และทางลบ โดยข้อความทางบวกมี 10 ข้อ ได้แก่ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 และข้อความทางลบ มี 1 ข้อ คือ ข้อ 3 รวมแบบสอบถามมีจำนวน 11 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางบวก ให้ “เป็นประจำ” เท่ากับ 3 คะแนน คะแนนจะลดลงตามลำดับจนถึง “ไม่เคยเลย” เท่ากับ 0 คะแนน และถ้าเป็นข้อความทางลบ คะแนนจะตรงกันข้ามกับทางบวก คะแนนมีตั้งแต่ 0-33 คะแนน

ส่วนที่ 6 แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง วัดโดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (rating scale) มี 5 ระดับ ประกอบด้วย “ทำได้มั่นใจมากที่สุด”

จนถึง “ทำไม่ได้” โดยมีข้อความทั้งทางบวกและทางลบ โดยข้อความทางบวกมีทั้งหมด 9 ข้อ ได้แก่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ข้อความทางลบมี 1 ข้อ คือ ข้อ 10 รวมแบบสอบถามมีจำนวน 10 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางบวก “ทำได้นั้นใจมากที่สุด” เท่ากับ 5 คะแนน คะแนนจะลดลงมาตามลำดับจนถึง “ทำไม่ได้” เท่ากับ 1 คะแนน ถ้าเป็นข้อความทางลบ คะแนนจะตรงข้ามกับทางบวก คะแนนมีตั้งแต่ 10-50 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้แบบสอบถาม ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยพินิจสิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยเสนอคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านการรับรองจริยธรรม รหัส 02-02-2559
2. นำหนังสือจากคณบดีคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เสนอผู้อำนวยการโรงเรียนทั้ง 4 แห่ง เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อได้รับอนุญาตแล้ว ผู้วิจัยจะเข้าพบครูประจำชั้น และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแนะนำตนเอง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย และขอความร่วมมือในการทำวิจัย
3. ผู้วิจัยมอบเอกสารชี้แจงและใบยินยอมการเข้าร่วมวิจัย ให้ผู้ปกครองตอบ และให้นักเรียนนำกลับมาส่งในวันต่อมาตามที่ได้นัดหมายไว้
4. ผู้วิจัยจะอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีตอบแบบสอบถามที่เตรียมไว้ หากมีข้อสงสัยกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ตลอดเวลา กำหนดเวลาในการตอบแบบสอบถาม 50 นาที เมื่อตอบแบบสอบถามเสร็จแล้วให้นำมาใส่กล่องที่บิที่เตรียมไว้ให้หน้าห้องเพื่อเป็นการรักษาความลับข้อมูลที่ตอบในแบบสอบถาม เมื่อได้แบบสอบถามครบตามจำนวน 98 คนแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาคิดคะแนนตามเกณฑ์แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติที่ได้วางแผนไว้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป โดยกำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป โดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพิสัย
2. วิเคราะห์อำนาจทำนาย ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติสมการถดถอยแบบเชิงชั้น (hierarchical multiple regression)

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิง มีอายุระหว่าง 12-16 ปี มีอายุเฉลี่ย 13.6 ปี ($SD = .89$) เกรตเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.17 ($SD = .49$) นักเรียนหญิงส่วนมากเคยมีแฟนแล้ว (ร้อยละ 74.5) ในจำนวนนี้มีแฟนมากกว่า 1 คน (ร้อยละ 79.7) และมีแฟนคนเดียว (ร้อยละ 20.3) นักเรียนส่วนมากอาศัยอยู่กับมารดาและบิดา ร้อยละ 50 รองลงมา อยู่กับมารดา (ร้อยละ 14.3) สถานภาพของบิดามารดา อาศัยอยู่ด้วยกัน (ร้อยละ 57.2) ผู้ปกครองส่วนมากประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 51) โดยส่วนมากมีรายได้ไม่น้อยกว่า 10,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 57.2)
2. คะแนนความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ การกำกับดูแลของบิดามารดา การรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ และพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันความผิดปกติความเสี่ยงทางเพศในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 10.08 ($SD = 1.82$) มีทัศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.51 ($SD = .45$) ได้รับการกำกับดูแลของบิดามารดาในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 21.86 ($SD = 6.45$) มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศในระดับมาก

มีค่าเฉลี่ย 3.97 (SD = .73) และพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้น พบว่านักเรียนหญิง

มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศโดยรวมเท่ากับ 4.93 (SD = 1.44) อยู่ในระดับมาก ดังตาราง 1

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ การกำกับดูแลของบิดามารดา และการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ (n = 98)

ตัวแปร	ค่าที่เป็นไปได้	ค่าที่เป็นจริง	$\bar{X}$	SD	ระดับ
- ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ	1-15	4-14	10.08	1.82	ปานกลาง
- ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ	1-5	1-5	3.51	.45	ปานกลาง
- การกำกับดูแลของบิดามารดา	0-33	6-33	21.86	6.50	ปานกลาง
- การรับรู้ความสามารถของตนเองในการ ป้องกันความเสี่ยงทางเพศ	1-5	1-5	3.97	.73	มาก
- พฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้น	1-6	1-6	4.93	1.44	มาก

3. ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ทฤษฎีการให้ข้อมูลข่าวสาร การสร้างแรงจูงใจ และทักษะพฤติกรรม พบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักในการทำนายสูงสุด คือ ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ($\beta = .478$)

รองลงมาคือ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ($\beta = .242$) โดยทั้ง 2 ตัวแปรสามารถร่วมกันทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 44.8 ($R^2 = .448$, $F_{change} = 7.746$, $p < .01$) ดังตาราง 2

ตาราง 2

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรทำนายกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น (n = 98)

ตัวแปรทำนาย	ขั้นที่ 1			ขั้นที่ 2			ขั้นที่ 3		
	B	SE(B)	β	B	SE(B)	β	B	SE(B)	β
- ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ	2.455	.800	.299**	1.000	.695	.122	.625	.684	.076
- ทักษะคิดต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ				1.372	.213	.540***	1.215	.213	.478***
- การกำกับดูแลของบิดามารดา				.329	.192	.143	.207	.190	.090
- การรับรู้ความสามารถของตนเองต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ							.490	.176	.242**

ตาราง 2

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรทำนายกับพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น ($n = 98$) (ต่อ)

ตัวแปรทำนาย	ขั้นที่ 1			ขั้นที่ 2			ขั้นที่ 3		
	B	SE(B)	β	B	SE(B)	β	B	SE(B)	β
R^2		.089			.402			.448	
Adj R^2		.080			.383			.424	
R^2 change		.089			.312			.046	
F change		9.416**			24.549***			7.746**	

p < .01, *p < .001

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลตามสมมติฐานของการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

ปัจจัยทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ทฤษฎีการให้ข้อมูลข่าวสาร การสร้างแรงจูงใจ และทักษะพฤติกรรม พบว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักในการทำนายสูงสุด คือ ทศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ($\beta = .478$) รองลงมาคือ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ($\beta = .242$) โดยทั้ง 2 ตัวแปรสามารถร่วมกันทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 44.8 สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านการสร้างแรงจูงใจ ผลการศึกษาพบว่า ทศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ สามารถทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 36.1 เมื่อพิจารณาข้อมูลเป็นรายข้อพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทศนคติต่อการมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศอยู่ในระดับมากในเรื่องไม่ชอบดูภาพโป๊ ($\bar{X} = 4.45$, $SD = 1.15$) ไม่ชอบไปไหนมาไหนกับเพื่อนชายสองต่อสอง ($\bar{X} = 4.29$, $SD = 1.06$) และสามารถปฏิเสธเมื่อเพื่อนชายชวนมีเพศสัมพันธ์ ($\bar{X} = 3.87$, $SD = 1.58$) อภิปรายได้ว่า ทศนคติและค่านิยมในตัวบุคคลเกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ภายในตัวบุคคล และเกิดจากครอบครัว ถ้าบุคคลมีความเชื่อว่าทำพฤติกรรมใดแล้วได้ผลทางบวก ก็มีแนวโน้มที่ดีต่อทศนคตินั้น (Ajzen, 1991)

ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่กลุ่มตัวอย่างส่วนมากอาศัยอยู่กับบิดามารดาหรือผู้ปกครอง มีที่พึ่งทางจิตใจ และได้รับการอบรมสั่งสอนในการปฏิบัติตนในทางที่เหมาะสมให้ตั้งใจศึกษาเล่าเรียน โดยทางโรงเรียนได้มีการสอนให้ความรู้เรื่องเพศศึกษารอบด้าน เป็นการปรับทัศนคติที่ดีในเรื่องเพศให้กับนักเรียน และได้มีการให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมให้การอบรมสั่งสอนให้นักเรียนมีทัศนคติและการปฏิบัติตนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการตั้งครรภ์ในวัยรุ่น จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการให้ข้อมูลข่าวสาร การสร้างแรงจูงใจ และทักษะพฤติกรรมของ Fisher, Fisher and Shuper (2009) ได้กล่าวไว้ว่าบุคคลจะมีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้นั้น เกิดจากทัศนคติภายในตัวบุคคลที่ได้รับการสนับสนุนทางสังคมและครอบครัวที่เคารพนับถือ สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของเยาวชนไทยในกลุ่มนักศึกษาในมหาวิทยาลัย พบว่า ทศนคติที่มีต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ สามารถทำนายพฤติกรรมทางเพศได้ร้อยละ 63.3 (Vantamay, 2007)

2. ปัจจัยด้านทักษะพฤติกรรม ผลการวิจัยพบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันความเสี่ยงทางเพศ สามารถทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 7.2 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนสามารถปฏิเสธการมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 1.06$) และการไม่อยู่กับ

ฝ่ายชายสองต่อสอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, $SD = 1.20$) อภิปรายได้ว่า นักเรียนมีความเชื่อว่าตนเองมีความสามารถคิดวิเคราะห์ปฏิบัติพฤติกรรมที่เหมาะสมที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการให้ข้อมูลข่าวสาร การสร้างแรงจูงใจ และทักษะพฤติกรรมของ Fisher, Fisher and Shuper (2009) ที่กล่าวไว้ว่า บุคคลจะปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศได้ขึ้นอยู่กับทัศนคติการตัดสินใจ และการรับรู้ความสามารถของตนเองที่จะปฏิบัติพฤติกรรมนั้น หรือการรับรู้วิทยาการทางด้านการแพทย์ต่างๆ ก็จะมีแนวโน้มในการปฏิบัติพฤติกรรมในการป้องกัน ซึ่งถ้าบุคคลมีแรงจูงใจที่เกิดจากตัวบุคคลมีความเชื่อมั่นในตัวบุคคล ก็ต้องป้องกันไม่ให้เกิดพฤติกรรมเสี่ยงจากตัวบุคคล (Bandura, 1989; Fisher & Fisher, 1992) สอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรภรณ์ บัตรเจริญ, ปาหนัน พิชยภิญโญ และอาภาพร เผ่าวัฒนา (Batcharuen, Panan, & Arpaporn, 2012) ที่พบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองในการหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ มีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศและสามารถทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 39.5 และการศึกษาของวรรณศิริ ประจันโน (Prachanno, 2017) พบว่า การรับรู้ความสามารถในการปฏิเสธพฤติกรรมที่นำไปสู่การมีเพศสัมพันธ์สามารถทำนายพฤติกรรมเพศของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายได้ร้อยละ 30.6

3. ปัจจัยที่ไม่สามารถทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ และการกำกับดูแลของบิดา ไม่สามารถทำนายพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงมัธยมศึกษาตอนต้นได้ สามารถอภิปรายได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-ม.3) ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในระดับปานกลาง จึงทำให้ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ นักเรียนส่วนมากมีเกรดเฉลี่ยระดับปานกลางถึงดี ($\bar{X} = 3.17$, $SD = .49$) และอยู่ในพื้นที่ชนบทมีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของณฐาภ ระวะใจ (Rawajai, 2011) พบว่านักศึกษาที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน มีพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศไม่แตกต่างกัน

การกำกับดูแลของบิดามารดา สามารถอภิปรายได้ว่า กลุ่มตัวอย่างยังเป็นเด็กวัยรุ่นตอนต้นที่อยู่ในช่วงที่เปลี่ยนผ่านระหว่างเด็กกับวัยรุ่น และส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่โรงเรียนจึงให้ความสำคัญกับกลุ่มเพื่อนและมีพฤติกรรมเลียนแบบเพื่อนมากกว่า ที่จะปรึกษาบิดามารดาในเรื่องการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ (Rawajai, 2011) ดังนั้นการกำกับดูแลของบิดามารดาจึงไม่มีผลต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่นหญิงตอนต้นด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของวัชรภรณ์ บัตรเจริญ, ปาหนัน พิชยภิญโญ และอาภาพร เผ่าวัฒนา (Batcharuen, Panan, & Arpaporn, 2012) ที่พบว่า การอาศัยอยู่กับบิดามารดาไม่สามารถทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของวัยรุ่นได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของวรรณศิริ ประจันโน (Prachanno, 2017) พบว่าการควบคุมกำกับติดตามของผู้ปกครองไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

1. เป็นแนวทางให้พยาบาลวางแผนในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในเด็กวัยรุ่นตอนต้นโดยส่งเสริมให้เด็กวัยรุ่นประเมินความสามารถของตนเองในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ เพื่อเสริมสร้างทักษะการดูแลตนเอง และรู้เท่าทันสถานการณ์สภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป
2. เป็นแนวทางในการสร้างเสริมทักษะ และแรงจูงใจในการให้เด็กวัยรุ่นมีทัศนคติที่เหมาะสมในการป้องกันปัญหาพฤติกรรมทางเพศที่ไม่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาอิทธิพลของเพื่อนต่อพฤติกรรมป้องกันความเสี่ยงทางเพศในเด็กวัยรุ่น
2. ควรนำผลการวิจัยไปสร้างโปรแกรมการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในวัยรุ่น เน้นการปรับทัศนคติให้เด็กวัยรุ่น และการรับรู้ความสามารถในการดูแลตนเอง เพื่อป้องกันแก้ไขปัญหามีเพศสัมพันธ์ที่ไม่เหมาะสมในวัยรุ่นให้รู้เท่าทันกับสถานการณ์ปัจจุบันอย่างยั่งยืน

References

- Aeamsamarng, P., Srisuriyawet, R., & Homsin, P. (2013). Risk factors of unintended repeat pregnancy among adolescents. *The Public Health Journal of Burapha University*, 8(1), 55-67. (in Thai)
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior & Human Decision Process*, 50(2), 179-212.
- Bandura, A. (1989). Perceived self-efficacy in the exercise of control over AIDS infection. In V. M. Mays, G. W. Albee & S. M. Schneider (Eds.), *Primary prevention of AIDS*. California: Sage.
- Batcharuen, W., Panan, P., & Arpaporn, P. (2012). Factors related to sexual risk behaviors among female lower secondary Thai students. *Journal of public health*, 42(1). 30-40. (in Thai)
- Bunyat, K. (2013). *Influence of parenting style, sexual communication and parental monitoring on sexual behavior among early adolescents*. Master of Nursing Science (Pediatric Nursing) Thesis, Burapha University. (in Thai)
- Cai, Y., Wang, Y., Zheng, Z., Wang, J., Yao, W., & Ma, J. (2013). *Predictors of reducing sexual and reproductive risk behaviors based on the information-motivation-behavioral skills (IMB) model among unmarried rural-to-urban female migrants in Shanghai, China*. Retrieved from <http://www.plosone.org>
- Chaikoolvatana, C., Praditsathaporn, C., & Kamkhieo, W. (2013). Predictors of sexual risk behavior among adolescents in Phayao province. *Journal of Nursing and Education*, 6(4), 104-115.
- Department of Health. (2010). *Health promotion and youth health problems*. Retrieved from [http://rh.anamai.moph.go.th/all_file/research/text_new_rev160855\[1\].pdf](http://rh.anamai.moph.go.th/all_file/research/text_new_rev160855[1].pdf) (in Thai)
- Diloksumpun, C., Namma, P., & Niemkul, K. (2013). The risk behavior for having sex of Mattayomsuksa 3 female student in Banphue, Udonthani. *Advanced Sciences Journal*, 13(1), 172-183. (in Thai)
- Fisher, J. D., & Fisher, W. A. (1992). *Changing AIDS risk behavior*. *Psychological Bulletin*, 111(3), 455-474.
- Fisher, J. D., Fisher, W. A., & Shuper, P. A. (2009). The information motivation behavioral skill model of HIV prevention behavior. In R. J. DiClemente, R. A. Crosby & M. C. Kegler (Eds.), *Emerging theory in health promotion practice and research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Fisher, W. A. (1997). A theory-based framework for intervention and evaluation in STD/ HIV prevention Canadian. *Journal of Human Sexuality*, 6(2), 105-111.
- Huy, N. V., Dunne, M. P., Debattista, J., Hien, N. T., & Minh An, D. T., (2014). Association of human immunodeficiency virus (HIV) preventive information, motivation, self-efficacy and depression with sexual risk behaviors among male freelance laborers. *Journal of AID and HIV Research*, 3(1), 20-29.

- Jackson, C., Sweeting, H., & Haw, S. (2013). Clustering of substance use and sexual risk behavior in adolescence: Analysis of two cohort studies. *BMJ Open*, 2(1), 1-10.
- Mongkuo, M. Y., Mushi, R. J., & Thomas, R. (2010). Perception of HIV/ AID and socio-cognitive determinants of safe sex practices among college students attending a historically black college and university in the United States of America. *Journal of AID and HIV Research*, 2(3), 32-47.
- Phoochaemchot, P., & Chomnirat, W. (2012). Development guideline to prevent sexual risk behaviors among adolescent. *Graduate Research Conference*, Khon Kaen. (in thai)
- Piumwattanasup, A., & Chantaluk, S. (2009). Factors relating to sexual behaviors of early Adolescents: Case of adolescents in Pattaya city's school, Chonburi province, 2007. *Office of Disease Prevention and Control 3 Chonburi Journal*. 2(2), 56-68. (in thai)
- Prachanno, W. (2017). *Factors influencing small behaviors among primary school student based on the information motivation behavioral skill model*. Master of Nursing Science (Community Nursing) Thesis, Burapha University. (in Thai)
- Prasartwanakit, A., Songwathana, P., & Phetcharat, B. (2009). Sexual beliefs and patterns among Thai adolescent and youths in educational institutions in Songkhla Province. *Songklanagarind Medical Journal*, 27(5), 369-380. (in Thai)
- Puntang, P., Toonsiri, C., & Junpraasert, S. (2014). Factors influencing intention to prevent sexual risk behaviors of female secondary school students under the department of general education the secondary education service area office 2 in Chonburi province. *7th Academic Conference Rajamangala University of Technology Eastern*, Chonburi. (in Thai)
- Rawajai, N. (2011). Factors influencing sexual risk preventive behaviors of students in vocational education commission Bangkok metropolis. *Sripatum Chonburi Journal*, 9(1), 113-120. (in Thai)
- Saipanich, L., Suntrayuth, D. & Thongson, P. (2012). The model of risk behavior for sexual prevention of vocational education students in eastern area. *Journal of Educational Administration Burapha Universit*, 6(1), 157-170. (in Thai)
- Srisatidnarakul, B. (2010). *The methodology in nursing reseacrch*. Bangkok: U & I Inter Media.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistic*. Boston: Allyn and Bacon.
- Taikanong, K., Chomson, S. & Nimitrarnan, N. (2011). The factors influencing of the intention of sexual risk behavior amongst high school students. *Christian University of Thailand Journal*, 17(1), 168-193. (in Thai)
- Tipwareerom, W., & Sarapanich, N. (2012). The development of risky sexual behavior prevention program among junior high school students in Plaichumpon sub-district, Mueang district, Phitsanulok province. *Journal of nursing and health sciences*, 6(3), 94-106. (in Thai)

- Vantamay, S. (2007). An Assessment of sexual risk behavior among Thai youth in university student groups in Bangkok metropolitan area. *National Demographic Conference 2007*, Bangkok. (in Thai)
- Wang, J. F., Simoni, P. S., Wu, Y., & Banvard, C. (2008). Female adolescent' attitude towards sexually risk behaviors. *Journal of International Women's Studies*, 10(2), 120-133.
- World Health Organization. (1995). *Adolescent health and development: The key to the future*. Geneva: Author.
- Worrakitkasemkul, S. (2011). *Research methodology for behavioral and social science*. Udon Thani: Agsornsinsin. (in Thai)
- Youth Promotion and Protection Office. (2010). *Summary of Child and Youth Situation Report annual 2006 – 2007*. Bangkok: Ministry of Social Development and Human Security. (in Thai)



ผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดในผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน
ที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน ตำบลวังสาวบ จังหวัดขอนแก่น

Effects of Exercise and Meditation Therapy among Homebound Elders with
Non-Insulin-Dependent Diabetes in Wang Sawap Subdistrict, Khon Kaen Province

อมรรัตน์ แก้วโพนเพ็ก

Amornrat Kaewponpek

หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Master of Public Health Program in Public Health Administration, Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ (1) ศึกษาลักษณะส่วนบุคคลของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสาวบ (2) เปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสาวบ (3) ศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสาวบ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่อยู่ในกลุ่มติดบ้านจำนวน 30 คนที่มีคุณสมบัติดังนี้ เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน สามารถเข้าร่วมการวิจัยเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีระดับน้ำตาลเลือดมากกว่า 130 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ติดต่อกัน 3 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบบันทึกพฤติกรรม ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 คู่มือฝึกปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด แบบประเมินการรับประทานอาหาร เครื่องมือที่ใช้คือเครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งได้รับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทุกครั้ง และแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน (BADL) จากกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข คู่มือวิธีการปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดด้วยเทคนิค SKT 3 ที่พัฒนาเทคนิคโดยสมพร กันทรดุษฎี-เตรียมชัยศรี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า (1) ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและไม่เคยออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด ร้อยละ 100 (2) หลังการเข้าร่วมกิจกรรมระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95 ($\bar{X} = 95$, $SD = 12.89$) ซึ่งต่ำกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ (3) พบว่าหลังการเข้าร่วมกิจกรรมมีระดับคะแนนของ BADL มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15.17 ($\bar{X} = 15.17$, $SD = 1.95$) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันว่าอยู่ระดับที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ (กลุ่มติดสังคม)

คำสำคัญ: การออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด, ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน, โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน, ระดับน้ำตาลในเลือด

Abstract

The purpose of this quasi-experimental research was to (1) determine the personal characteristics (2) compare the blood glucose levels before and after exercise and meditation therapy

and (3) study the effects of exercise with meditation therapy, amongst elderly homebound persons with non-insulin-dependent diabetes in the Wang Sawap subdistrict of Khon Kaen province. The sample group consisted of 30 elderly people who had were diabetic and not depend on insulin. Participants in the study had a blood glucose level of more than 130 mg/dl on 3 consecutive occasions for 8 weeks. The tools used in the research were: behavioral recording with reliability of 0.91; exercise training manual with meditation; and the eating evaluation form. The instruments used were blood glucose monitors, which were checked for quality every time, and activities of daily living assessment form developed by the department of health, ministry of public health. A practical guide to exercise therapy with SKT 3 developed by Somporn Kantaradhaya-Teriyimchasri. Statistics used in data analysis were mean, standard deviation and t-test. Results: (1) most of the study population were female (56.67%) and all participates had never exercised (2) after Join an activity the participant's blood glucose level was 95 ($\bar{X} = 95, SD = 12.89$) which was significantly lower than before participation at the 0.05 level of significance (3) after participating in the activity, the average BADL score was 15.17 ($\bar{X} = 15.17, SD = 1.95$). The result indicate that the participants able to perform a daily living with self-sufficient (well elder).

Keywords: exercise and meditation therapy, homebound elderly person, non-insulin-dependent diabetes, blood sugar level



บทนำ

โรคเบาหวานเกิดจากความผิดปกติของการทำงานของระบบการเผาผลาญกลูโคสในร่างกาย โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ที่พบมากที่สุดมี 2 ชนิดคือ โรคเบาหวานแบบพึ่งอินซูลินพบร้อยละ 10 และ โรคเบาหวานแบบไม่พึ่งอินซูลินพบร้อยละ 90 โรคเบาหวานชนิดที่ 1 เกิดจากการที่ตับอ่อนไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้เนื่องจากเบต้าเซลล์ (beta cells) ของตับอ่อนถูกทำลายด้วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ผู้ป่วยจึงได้รับอินซูลินด้วยการฉีด โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นเบาหวานที่พบเป็นส่วนใหญ่เกิดจากการที่ตับอ่อนสามารถสร้างอินซูลินได้แต่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย หรือเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินร่วมกับความผิดปกติในการหลั่งอินซูลินของตับอ่อนลดลง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือด สูงกว่าปกติ การมีอายุเพิ่มมากขึ้นในวัยสูงอายุเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยเมื่อ

เข้าสู่วัยสูงอายุมีผลให้เกิดความบกพร่องของเบต้าเซลล์ในการหลั่งอินซูลินจึงมีผลทำให้ปริมาณอินซูลินไม่เพียงพอและยังมีความไวต่อการตอบสนองของอินซูลินลดลงร้อยละ 50 จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น เมื่อผู้ป่วยโรคเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อตัวผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นไปตามเป้าหมาย

ในปัจจุบันได้มีการกำหนดแนวปฏิบัติสำหรับการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลให้เป็นไปตามเป้าหมาย สามารถประเมินได้จากระดับน้ำตาลในเลือด (fasting blood sugar) ซึ่งแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ. 2551 กำหนดเป้าหมายอยู่ระหว่าง 70-125 mg% โดยการควบคุมระดับน้ำตาลมีหลากหลายวิธีด้วยการใช้ยาและไม่ใช้ยาถึงแม้ว่าในการใช้ยาจะให้ผลดีในการควบคุมโรคระดับน้ำตาล

ในเลือด แต่การใช้น้ำในผู้สูงอายุ นั้นมักทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของตับและไตลดลง เกิดการสะสมของยา โอกาสที่จะเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เป็นอันตรายจากการใช้น้ำตามมามากในภายหลังโดยเฉพาะหากผู้สูงอายุได้รับยาในปริมาณมากและติดต่อกันยาวนาน (American Diabetes Association, 2009)

แนวทางในการดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานในจังหวัดขอนแก่น เน้นเรื่องการดูแลการรับประทานอาหารและยาเป็นสำคัญ ในส่วนของการออกกำลังกาย เช่น มีการฝึกรำไม้พอง ซึ่งส่วนใหญ่จะดูแลแบบครอบครัว ทุกกลุ่มไม่ได้แยกเฉพาะเจาะจงจากข้อมูลสถานการณ์ผู้สูงอายุตำบลวังสวาบ พบว่าในปี พ.ศ.2556 พ.ศ.2557 และพ.ศ.2558 มีจำนวนผู้สูงอายุ คิดเป็นร้อยละ 12.7, 27.6 และ 37.4 ตามลำดับ และจากข้อมูลปัญหาจากเวทีประชุมของตำบลวังสวาบในปี พ.ศ.2558 พบว่า ปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุเป็นเรื่องที่ต้องได้รับการแก้ไข เนื่องจากมีประชากรผู้สูงอายุในตำบลคิดเป็น ร้อยละ 37.4 ของประชากรทั้งหมด ซึ่งถือว่าเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (aging society) จากจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มมากขึ้นนี้ยังขาดผู้ดูแลป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ประสบภาวะทุพพลภาพหรือพิการ ต้องพึ่งพิงผู้อื่นในการใช้ชีวิตประจำวัน โดยผู้สูงอายุเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และจากการประเมินความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ขึ้นพื้นฐานดัชนีบาร์เธลเอดีแอล (Barthel Activity Daily Living Index --BADL) เป็นผู้สูงอายุติดเตียงคิดเป็นร้อยละ 1.33 ผู้สูงอายุติดบ้านคิดเป็นร้อยละ 4.44 และผู้สูงอายุติดสังคมคิดเป็นร้อยละ 94 จำนวนผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง คิดเป็นร้อยละ 53.47 โรคเบาหวาน 23.74 โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตร้อยละ 2.37 และโรคอื่น ๆ 4.57 ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 15.85 ซึ่งผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวาน มีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันบางอย่างด้วยตนเอง จำเป็นต้องมีผู้ดูแลช่วยเหลือ หากไม่มีแนวทางการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุกลุ่มดังกล่าวที่อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานตามมา เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ภาวะจอประสาทตาเสื่อมหรือเสียจากระดับน้ำตาลในเลือดสูง และภาวะหลอดเลือดสมอง ซึ่งอาจส่งผลต่อภาวะ

ทุพพลภาพตามมา และอาจกลายเป็นผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียงที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ จากการทบทวนวิธีปฏิบัติ การออกกำลังกายร่วมกับการทำสมาธิหรือที่เรียกว่า สมาธิบำบัดแบบ SKT แต่ละเทคนิคแล้วผู้วิจัยพบว่าผู้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคที่ 1-2 ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งสามารถทำให้น้ำตาลในเลือดลดลงได้จริง แต่ยังไม่มีการศึกษาเทคนิค SKT 3 ที่เป็นหลักฐานปรากฏแน่ชัด

จากความเป็นมาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจทำการทดสอบประสิทธิผลของการทำสมาธิบำบัดด้วยเทคนิค SKT 3 ซึ่งเป็นการฝึกโดยการนั่งทำสมาธิและออกกำลังกายแขนทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวาน เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลผลการวิจัยที่ได้จะเป็นข้อมูลที่จะสามารถช่วยให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุตัดสินใจเลือกใช้วิธีการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุให้มีสุขภาพดี ไม่มีภาวะแทรกซ้อน สามารถทำกิจกรรมประจำวันได้และสามารถออกนอกบ้านไปมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคมได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะส่วนบุคคลของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสวาบ จังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสมาธิของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสวาบ จังหวัดขอนแก่น
3. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสมาธิของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินในตำบลวังสวาบ จังหวัดขอนแก่น

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคเบาหวาน โดยโรคเบาหวานในผู้สูงอายุเกิดจากความผิดปกติของตับอ่อนที่

สร้างฮอร์โมนอินซูลินได้ไม่เพียงพอและออกฤทธิ์ ทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้ไม่ดี มีผลให้กลูโคสในเลือดสูงจนล้นออกมาในปัสสาวะ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหลังการรักษาทำให้สามารถประเมินได้ชัดเจนว่าการรักษานั้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด เนื่องจากระดับน้ำตาลเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน แต่ละเวลา ขึ้นอยู่กับอาหาร และกิจกรรมการออกกำลังกาย (Chongjaroen, 2007)

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับผู้สูงอายุ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (1) กลุ่มติดสังคม คือ ผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ดี (2) กลุ่มติดบ้าน คือ ผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้าง และ (3) กลุ่มติดเตียง คือ ผู้สูงอายุที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้เลย ดังนั้นการคงสุขภาพที่ดีไว้ให้นานที่สุดเพื่อลดทอนโอกาสและระยะเวลาที่ต้องตกอยู่ภาวะพึ่งพิงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญการมีระบบบริการที่สามารถรองรับความต้องการของประชาชนได้ทั้งการส่งเสริมการป้องกันการรักษาและการฟื้นฟูสมรรถภาพ

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการปฏิบัติสมาธิบำบัด SKT 3 เป็นการปฏิบัติสมาธิ ร่วมกับการผสมผสานการออกกำลังกายแบบยืดเหยียด การปฏิบัติสมาธิ SKT 3 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทในสมอง การปฏิบัติสมาธิทำให้ระดับของสารสื่อประสาทเซโรโทนินที่เป็นสารสื่อประสาทช่วยให้งานนอนหลับง่ายขึ้น มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์การปฏิบัติกิจวัตรประจำวันเกี่ยวกับพฤติกรรมนอนหลับ การกิน รวมทั้งความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเวลากลางวันและกลางคืน วิธีการปฏิบัติสมาธิ SKT 3 คือนั่งบนพื้นราบหรือบนที่นอนในท่าที่สบายเหยียดขาเข้าตึงหลังตรงเท้าชิดกันคว่ำฝ่ามือบนต้นขาสุดลมหายใจเข้าทางจมูกลึก ๆ ซ้ำ ๆ นับ 1-5 กลับลมหายใจไว้ชั่วคราวนับ 1-3 ซ้ำ ๆ เป่าลมหายใจออกทางปาก ซ้ำ ๆ นับ 1-5 หายใจเข้าลึก ๆ พร้อมกับค่อย ๆ โน้มหรือก้มตัวไปข้างหน้าพลิกฝ่ามือทั้งสองข้างไปด้านหลัง จนปลายมือจรดนิ้วเท้าฝึกสมาธิเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ 30 รอบ กลับมาในท่านั่งเดิม คือตัวตรง หลังตรง ฝ่ามือคว่ำที่ต้นขาปฏิบัติวันละ 3 รอบ ก่อนหรือหลังอาหาร 30 นาที ท่านั่งจะช่วยลดไขมันหน้าท้องลดพุงและลดระดับน้ำตาลในเลือดได้เป็นอย่างดี (Triamchaisri, 2009)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การดูแลผู้สูงอายุโรคเบาหวาน เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลให้เป็นไปตามเป้าหมาย สามารถประเมินได้จากระดับน้ำตาลในเลือด (fasting blood sugar) ซึ่งแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ. 2551 ซึ่งกำหนดเป้าหมายอยู่ระหว่าง 70-125mg% โดยการควบคุมระดับน้ำตาลมีหลากหลายวิธีด้วยการใช้ยารักษาและไม่ใช้ยารักษาถึงแม้ว่าในการใช้ยารักษาจะให้ผลดีในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แต่การใช้ยาในผู้สูงอายุนั้นมักทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของตับและไตลดลง เกิดการสะสมของยา โอกาสที่จะเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เป็นอันตรายจากการใช้ยาตามมาในภายหลังโดยเฉพาะหากผู้สูงอายุได้รับยาในปริมาณมากและติดต่อกันยาวนาน ซึ่งการใช้ยาอย่างเดียวยังอาจไม่ได้ทำให้สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งต้องมีปัจจัยอื่น ๆ ตามมา เช่น การออกกำลังกาย และการควบคุมอาหาร ควบคู่ไปกับการรับประทานยาที่สม่ำเสมอ ผู้วิจัยจึงสนใจทำการทดสอบประสิทธิผลของการทำสมาธิบำบัดด้วยเทคนิค SKT 3 ในการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวาน เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลวิธีการดำเนินวิจัยใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นระยะเวลานาน 8 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 1 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลและการฝึกปฏิบัติ และสัปดาห์ที่ 2-8 เป็นการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองที่บ้าน มีการประเมินระดับน้ำตาลก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรม ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นข้อมูลที่จะสามารถช่วยให้ผู้ดูแลผู้สูงอายุหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุตัดสินใจเลือกใช้วิธีการดูแลผู้สูงอายุเพื่อส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุให้มีสุขภาพดี ไม่มีภาวะแทรกซ้อน สามารถทำกิจกรรมประจำวันได้และสามารถออกนอกบ้านไปมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคมได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยขอหนังสืออนุมัติการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประธานกรรมการประจำสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

2. ผู้ศึกษารวบรวมแบบสอบถามด้วยตนเอง ตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน ความตรงประเด็น และตรวจสอบความผิดพลาดของแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลตามความต้องการและติดตามข้อมูลให้ครบถ้วน

การประเมินผล (1) ได้รับการเจาะเลือดเพื่อตรวจ คาร์บอนน้ำตาลในเลือด (2) ได้รับการประเมิน BADL เพื่อตรวจประเมินความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวัน (3) ได้รับการประเมินพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ได้รับการประเมินความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน อยู่ในกลุ่มติดบ้าน มีโรคประจำตัวคือ โรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน และไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ คือมีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 130 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ติดต่อกัน 3 เดือน จำนวน 30 คน ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คู่มือการฝึกปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดด้วยเทคนิค SKT 3 ที่พัฒนาเทคนิคโดยสมพร กันทรดุษฎี-เตรียมชัยศรี (Triamchaisri, 2009) อาจารย์ประจำภาควิชาการพยาบาลสาธารณสุข คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

2. แบบบันทึกพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติกิจกรรมที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91

3. เครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยน้ำยาเฉพาะทุกครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สัปดาห์ที่ 1 ผู้วิจัยสัมภาษณ์และบันทึกข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่างได้รับการเจาะเลือดเพื่อตรวจคาร์บอนน้ำตาล

ในเลือด กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนวิธีการปฏิบัติ การออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดและได้รับคู่มือวิธีการฝึกปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด

สัปดาห์ที่ 2-8 ปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดวันละ 2 ครั้ง หลังอาหาร 30 นาที เข้า-เย็นทุกวัน โดยสัปดาห์ที่ 2-8 ผู้วิจัยมอบหมายให้ อสม. เป็นผู้ดูแล (ก่อนการเก็บข้อมูล อสม. ทุกคนได้รับการอบรมวิธีการใช้คู่มือและการประเมินโดยผู้วิจัย) และสังเกตการณ์ จดบันทึกพร้อมถ่ายภาพ การปฏิบัติการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็น วิธีการออกกำลังกายด้วยเทคนิค SKT3 คือนั่งเหยียดเท้าราบไปกับพื้น ยืดหลังตรงและวางมือทั้งสองข้างไว้ที่หัวเข่าจากนั้นโน้มตัวไปด้านหน้าพร้อมกับสูดหายใจเข้าลึกกลั้นไว้ 3 วินาที จากนั้นเอนตัวไปด้านหลังพร้อมเป่าลมออกทางปากยาว ทำเช่นนี้ 30 ครั้ง ปฏิบัติที่บ้านจนครบ 8 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยจะลงสังเกตการณ์ สัปดาห์ละ 1 วัน คือวัน พุธสัปดาห์ ช่วงหลังอาหารเช้าและบันทึกผลการตรวจระดับน้ำตาล ตามกำหนดการนัดตรวจ ตารางการวิจัยหลังการเข้าร่วมกิจกรรมในวันสุดท้ายของสัปดาห์ที่ 8

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย

1. คุณลักษณะส่วนบุคคล

ประชากรที่ศึกษาประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้มีจำนวน 30 คน เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 56.67) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 43.33) พบว่าส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 71-80 ปี (ร้อยละ 33.33) รองลงมาอายุระหว่าง 81-90 ปี (ร้อยละ 26.67) พบว่าส่วนใหญ่มีสภาพสมรสคู่ (ร้อยละ 80) และกลุ่มตัวอย่างไม่เคยออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด (ร้อยละ 100) ในด้านภาวะสุขภาพ พบว่ากลุ่ม

ตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ในเกณฑ์สูงกว่าปกติโดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.32 ($\bar{X} = 23.32$, $SD = 3.89$) กิโลกรัมต่อตารางเมตร ก่อนการเข้าร่วมการอบรมมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดอยู่เฉลี่ย 147.07 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ($\bar{X} = 147.07$, $SD = 12.66$) ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยการเดิน (ร้อยละ 63.33) และส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมรับประทานอาหารหวาน (ร้อยละ 60)

2. ข้อมูลความสม่ำเสมอในการปฏิบัติกิจกรรมการรับประทานยาและการควบคุมอาหาร

จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน มีผู้ปฏิบัติกิจกรรมสม่ำเสมอครบตามเกณฑ์ จำนวน 27 คน มีเพียง 3 คนที่ไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ทุกวันเนื่องจากต้องไปพบแพทย์ตามนัด แต่ไม่ขาดการปฏิบัติกิจกรรมเกิน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งตามเกณฑ์การคัดออก หากไม่สามารถปฏิบัติตามการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดต่อเนื่องกันโดยปฏิบัติน้อยกว่า สัปดาห์ละ 3 วัน จะต้องคัดออก จากการวิจัยในครั้งนี้ในด้านความสม่ำเสมอในการปฏิบัติกิจกรรม การรับประทานยา และการควบคุมการรับประทานอาหารพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างสม่ำเสมอ ($\bar{X} = 120.20$, $SD = 4.40$) ขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีการรับประทานยาลดระดับน้ำตาลในเลือดอย่างสม่ำเสมอ ($\bar{X} = 118.43$, $SD = 6.35$) และขณะเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมรับประทานที่ถูกต้อง คือ มีการควบคุมการรับประทานอาหาร ($\bar{X} = 116.83$, $SD = 7.95$)

3. ข้อมูลการประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน

ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีระดับคะแนนของ BADL มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.7 ($\bar{X} = 10.07$, $SD = 1.01$) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันว่าอยู่ระดับที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้บ้าง (กลุ่มติดบ้าน) ส่วนหลังการเข้าร่วมกิจกรรมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับคะแนนของ BADL มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15.17 ($\bar{X} = 15.17$, $SD = 1.95$) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันว่าอยู่ในระดับที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ (กลุ่มติดสังคม) และ

เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของ BADL หลังการเข้าร่วมกิจกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด

ระดับน้ำตาลในเลือดในผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินระดับน้ำตาลในเลือดก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมมีค่าเฉลี่ย 147.48 ($\bar{X} = 147.48$, $SD = 13.09$) ภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมครบ 8 สัปดาห์ มีระดับน้ำตาลในเลือดลดลงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95 ($\bar{X} = 95$, $SD = 12.89$) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดหลังการเข้าร่วมกิจกรรมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

การอภิปรายผล

จากการวิจัยการผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดในผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินตำบลวังสวาบ จังหวัดขอนแก่น ในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง แบบหนึ่งกลุ่มเปรียบเทียบก่อนและหลังการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีประเด็นสำคัญที่จะอภิปรายผลดังนี้

1. ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ที่ได้รับการเข้าร่วมกิจกรรมภายหลังการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด มีระดับน้ำตาลในเลือด ต่ำกว่าก่อนการออกกำลังกายร่วมกับการปฏิบัติสมาธิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมพร กันทรดุษฎี-เตรียมชัยศรี (Triamchaisri, 2009) พบว่าในการศึกษาการปฏิบัติสมาธิ การออกกำลังกายประสาธน์ผสมด้วยเทคนิค SKT 1-2 ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน สามารถทำให้ระดับน้ำตาลลดลง โดยการตรวจระดับน้ำตาลจำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนฝึกปฏิบัติสมาธิ หลังรับประทานอาหาร 1 ชั่วโมง หลังฝึกปฏิบัติสมาธิ 30 นาที และหลังฝึกปฏิบัติสมาธิ

2. พฤติกรรมการรับประทานอาหารของผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดพบว่า ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม คือชอบรับประทานอาหารที่มีรสหวาน เช่น ขนมหวาน ข้าวเหนียว มะขามหวาน มะม่วงสุก และน้ำหวาน แต่หลังการเข้าร่วมกิจกรรมพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น คือ เปลี่ยนจากการรับประทานข้าวเหนียว 3 มื้อ คงเหลือไว้ 1 มื้อคือมื้อเช้า งดการรับประทานขนมหวาน มะขามหวาน มะม่วงสุก และน้ำหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิมลรัตน์ จงเจริญ (Chongjaroen, 2007) ที่ศึกษารูปแบบการส่งเสริมการดูแลตนเองเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่า ด้านพฤติกรรมการดูแลตนเองที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ งดอาหารหวานไม่ได้ ควบคุมอาหารได้ไม่ต่อเนื่อง รับประทานอาหารไขมันสูง มีกากใยน้อย และปัจจัยที่เป็นอุปสรรคได้แก่ ติดในรสชาติอาหาร ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ดังนั้นบทบาทของพยาบาลในด้านการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคในผู้ป่วยเบาหวาน เป็นบทบาทสำคัญที่จะต้องทำให้ผู้ป่วยเบาหวาน มีความรู้ ความเข้าใจในโรคที่ตัวเองเป็นอยู่ ประเมินตนเอง รู้ปัญหา รู้วิธีการจัดการกับตนเองและสามารถดูแลตนเองได้อย่างถูกต้อง

3. ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด มีความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน (Barthel Activities of Daily Living--BADL) ที่ดีขึ้นจากการประเมินการประกอบกิจวัตรประจำวันก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม กล่าวคือก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมผู้สูงอายุอยู่ในกลุ่มติดบ้าน ไม่ค่อยออกไปพบปะเพื่อนบ้าน หลังการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัด ผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้าน สามารถประกอบกิจวัตรประจำวันของตนเอง

ได้มากขึ้น พึ่งพาผู้ดูแลน้อยลง เช่น สามารถรับประทานอาหารได้เอง สามารถขึ้นลงบันไดบ้านได้ สามารถออกไปเข้าร่วมงานประเพณีที่ชุมชนจัดขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิลาสินี เดิมเศรษฐีเจริญ (Termsetteejareun, 2012) ในการศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพต่อคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ พบว่าเมื่อผู้สูงอายุมีภาวะพึ่งพิงกล่าวคือสามารถดำเนินกิจวัตรประจำวันของตนเองได้บ้าง มีโรคเรื้อรังและมีภาวะแทรกซ้อนหลายอย่าง เมื่อได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพพบว่า มีคุณภาพชีวิตทางด้านร่างกายดีขึ้น สามารถปฏิบัติกิจวัตรของตนเองได้มากขึ้นและเข้าร่วมกิจกรรมของชมรมผู้สูงอายุในชุมชนได้

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน ให้ครอบคลุมในกลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วยยาฉีดอินซูลิน กลุ่มที่นอนรักษาในโรงพยาบาล รวมทั้งกลุ่มที่ต้องควบคุมพฤติกรรมโดยยังไม่ต้องรับประทานยาลดระดับน้ำตาลในเลือด

2. ควรมีการศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดต่อการควบคุมโรคเบาหวานในผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน ในผู้สูงอายุระยะยาว โดยเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเป็น 6 เดือน และมีการติดตามค่าระดับฮีโมโกลบินเอวันซี ในระยะ 6 เดือน เพื่อให้เห็นว่าผู้สูงอายุสามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้จริง

3. ควรมีการศึกษาความยั่งยืนของการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน อย่างน้อยในระยะเวลา 6 เดือน เพื่อดูพฤติกรรมในการออกกำลังกายร่วมกับสมาธิบำบัดอย่างต่อเนื่องในการควบคุมโรคเบาหวาน



References

- American Diabetes Association. (2009). *Insulin administration diabetes care*. Retrieved from http://care.diabetesjournals.org/content/27/suppl_1/s106
- Chongjaroen, W. (2007). Self-care promotion model for glycemic control. In the blood of diabetic patients Type 2. *Songklanagarind Medical Journal*, 26(1), 71-84. (in Thai)
- Termsetteejareun, W. (2012). Effectiveness of health promotion programs on the quality of life of the elderly in the community. *The Journal of Nursing Mahidol University*, 30(2), 35-45. (in Thai)
- Triamchaisri,S. (2009). *Meditation practices for health remedies*. Bangkok: Three Charoen Phanit. (in Thai)



ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

Factors Influencing Tooth Cleaning Behaviors for Dental Caries Prevention of Grade 6 Students in Muang District, Phitsanulok Province

ณัฐวัฒน์ สุวคนธ์ และปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์

Natthawat Suwakhon and Pramote Wongsawat

หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

Master of Public Health Program, Naresuan University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาคุณลักษณะส่วนบุคคล การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคฟันผุ การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ (2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ และศึกษาความสามารถของปัจจัยการรับรู้ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม และคุณลักษณะส่วนบุคคล ในการพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อ.เมือง จ.พิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 367 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคฟันผุ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ และปัจจัยเอื้อ อยู่ในระดับสูง การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ ปัจจัยเสริม และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ อยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ เรียงลำดับดังนี้ การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ (X_1) ปัจจัยเสริมพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ (X_2) อายุของนักเรียน (X_3) และจำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน 20-31 บาทต่อวัน (X_4) โดยตัวแปรสามารถร่วมกันพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุ (Y) ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้ $Y = -8.534 + 0.308(X_1) + 0.618(X_2) + 0.947(X_3) + 1.212(X_4)$ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวสามารถร่วมกันพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุ ได้ร้อยละ 28.0 ($R^2 = 0.280$) ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ฟันผุ, การดูแลสุขภาพฟัน, พฤติกรรมป้องกันโรคฟันผุ

Abstract

The objectives of descriptive research are (1) to study the personal characteristics, perceived vulnerability of dental caries, perceived severity of dental caries, perceived efficacy of dental caries prevention, self-efficacy of dental caries prevention, enabling factors, reinforcing factors, and

the tooth cleaning behaviors for dental caries prevention (2) to study the factor that affect the tooth cleaning behaviors for dental caries prevention, and to study the capabilities of the perceptive factors, enabling factors, reinforcing factors and personal factors in order to predict the dental caries prevention behavior of the 6th grade students in Muang District, Phitsanulok Province. The sample group in this research are 367 sixth-grade students, randomized with multi-step randomization, collecting data with questionnaire that passed the standard validity and reliability controls and the statistics used for data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation, and stepwise multiple regression analysis. This research found that the factors that the level of perceived severity of dental caries, perceived efficacy of dental caries prevention, self-efficacy of dental caries prevention and enabling factors were on high level. The level of perceived vulnerability of dental caries, reinforcing factors and tooth cleaning behaviors for dental caries prevention were on moderate level. Analysis of the factors that affect the tooth cleaning behaviors for dental caries prevention (Y) showed that the factor affects most are: self-efficacy of dental caries prevention (X_1), reinforcing factors (X_2), age (X_3), and daily allowance about 20-31 Baht per day (X_4) about predicts with tooth cleaning behaviors for dental caries. Follow the equation was $Y = -8.534 + 0.308 (X_1) + 0.618 (X_2) + 0.947 (X_3) + 1.212 (X_4)$. These factors combined can predict 28.0% ($R^2 = 0.280$). The results of this research can be used as a guideline to change the tooth cleaning behaviors for dental caries prevention in the next opportunity.

Keywords: dental caries, tooth cleaning behaviors, dental caries prevention



บทนำ

โรคฟันผุในนักเรียนชั้นประถมศึกษา ยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญในระดับโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน ทั้งทำให้มีกลิ่นปาก อาการเสียวฟันและอาการปวดฟัน ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีผลกระทบต่อนักเรียน ทั้งด้านพัฒนาการ ด้านสติปัญญา ด้านโภชนาการ และด้านบุคลิกภาพ โดยอาการเหล่านี้ส่งผลทำให้เด็กรับประทานอาหารได้น้อยลง นอนไม่หลับ บางคนต้องขาดเรียน ทำให้มีผลต่อการเข้าสังคม และการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าการสูญเสียฟันก่อนวัยอันควร ทำให้มีผลต่อบุคลิกภาพในอนาคต (Kaewsutha et al., 2013) แสดงให้เห็นว่าโรคฟันผุจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพองค์รวมของนักเรียน ทั้งกาย ใจ และสังคม จากรายงานขององค์การอนามัยโลกพบว่า ค่าเฉลี่ยฟัน ผุ อุด ถอน (Decayed-Missing-Filled Teeth--DMFT) ของเด็กอายุ

12 ปีจากทั่วโลก พบว่ามีฟันผุอยู่ในระดับสูง (4.5-6.5 ซี่ต่อคน) ร้อยละ 13 และฟันผุอยู่ในระดับปานกลาง (2.7-4.4 ซี่ต่อคน) ร้อยละ 30 โดยภาพรวมค่าเฉลี่ย ฟุ อุด ถอน ระดับโลกอยู่ที่ประมาณ 2.4 ซี่ต่อคน เมื่อมองในระดับภูมิภาคประเทศเอเชียแปซิฟิก พบว่ามีค่าเฉลี่ยฟัน ผุ อุด ถอน เป็น 2.3 (World Health Organization, 2003) ซึ่งแนวโน้มการลุกลามของโรคฟันผุในประเทศที่กำลังพัฒนามีอัตราฟันผุสูงขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับประเทศไทยนั้น จากการสำรวจสถานะทันตสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 7 พ.ศ.2555 พบว่าสถานะโรคฟันผุในฟันแท้ เด็กอายุ 12 ปี มีประสบการณ์โรคฟันผุ ร้อยละ 52.3 มีค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอน (DMFT) เท่ากับ 1.3 ซี่ต่อคน (Department of Health, 2013)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีอัตราฟันผุของนักเรียนอายุ 12 ปี ที่สูงมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยฟันผุ อุด ถอน (DMFT) เท่ากับ 1.34 1.56 และ 1.75 ซี่ต่อคน ในปี พ.ศ. 2553 2554 และ 2555 ตามลำดับ นับว่าสูงมากกว่า

ค่าเฉลี่ยระดับประเทศไทย เมื่อมาดูร้อยละฟันผุของนักเรียนอายุ 12 ปี เท่ากับ 57.02 59.84 และ 61.02 ในปีพ.ศ. 2553 2554 และ 2555 ตามลำดับ (Phitsanulok Provincial Health Office, 2013) จากข้อมูลข้างต้นพบว่าร้อยละฟันผุในเด็กอายุ 12 ปีมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี นับว่าเป็นค่าฟันผุที่สูงมาก หากไม่มีการส่งเสริมและป้องกันในเรื่องทันตสุขภาพในทางที่ถูกต้องจะทำให้เกิดปัญหาทางด้านทันตสุขภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลา ค่าใช้จ่ายทั้งในระดับส่วนตัว และภาพรวมระดับประเทศ โดยข้อมูลการจัดสรรค่าใช้จ่ายทันตกรรมส่งเสริมป้องกัน พ.ศ. 2556 พบว่ารัฐบาลต้องจัดสรรงบประมาณในงานทันตกรรมส่งเสริมป้องกันโรคฟันผุถึงกว่า 3,231 ล้านบาท (National Health Security Office, 2013) จะเห็นว่าภาครัฐใช้งบประมาณเป็นจำนวนมากเพื่อป้องกัน และแก้ไขปัญหาทันตสุขภาพ

จากสถานการณ์ข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนอายุ 12 ปี มีอัตราการเกิดโรคฟันผุมากขึ้นทุกปี โดยฟันผุเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุร่วมกัน ทั้งด้านชีววิทยาช่องปาก ด้านพฤติกรรม การดูแลสุขภาพช่องปาก ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งเด็กอายุ 12 ปี เป็นวัยที่เด็กกำลังก้าวเข้าสู่วัยรุ่น มีการเจริญเติบโตทางสรีระ และมีการพัฒนาของฮอร์โมนร่างกาย และยังเป็นวัยที่มีฟันแท้ขึ้นครบ 28 ซี่ ในวัยนี้เด็กสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสาร สามารถเรียนรู้ และแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนั้นเด็กวัยนี้จึงเหมาะสมกับการให้สร้างให้เด็กได้มีพฤติกรรมป้องกันฟันผุที่ถูกต้องและเหมาะสม หากเด็กวัยนี้มีการดูแลสุขภาพฟันที่ดีจะสามารถทำให้เด็กเติบโตไปมีสุขภาพฟันที่ดีต่อไปได้ แต่ในทางกลับกันถ้าขาดการดูแลสุขภาพร่างกายหรือสุขภาพฟันอาจจะส่งผลกระทบต่อเด็กในอนาคตได้

การป้องกันโรคฟันผุและเหงือกอักเสบที่มีประสิทธิภาพนั้น คือการดูแลอนามัยช่องปากของตนเอง (Lapying & Puak-insaeng, 2013) ซึ่งสถานการณ์ปัจจุบันของเด็กอายุ 12 ปี พบว่ามีการดูแลสุขภาพช่องปากของตนเองยังไม่ดีเท่าที่ควร โดยเด็กอายุ 12 ปี แปรงฟันหลังอาหารกลางเพียง ร้อยละ 17.8 และแปรงฟันก่อนนอนทุกวันร้อยละ 57.8 (Department of Health, 2013) จะเห็นว่าพฤติกรรมดูแลสุขภาพฟันเด็กยังไม่ดีนัก ดังนั้นการศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มี

ผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ในการวางแผนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทันตสุขภาพเพื่อแก้ไขปัญหาโรคฟันผุในนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

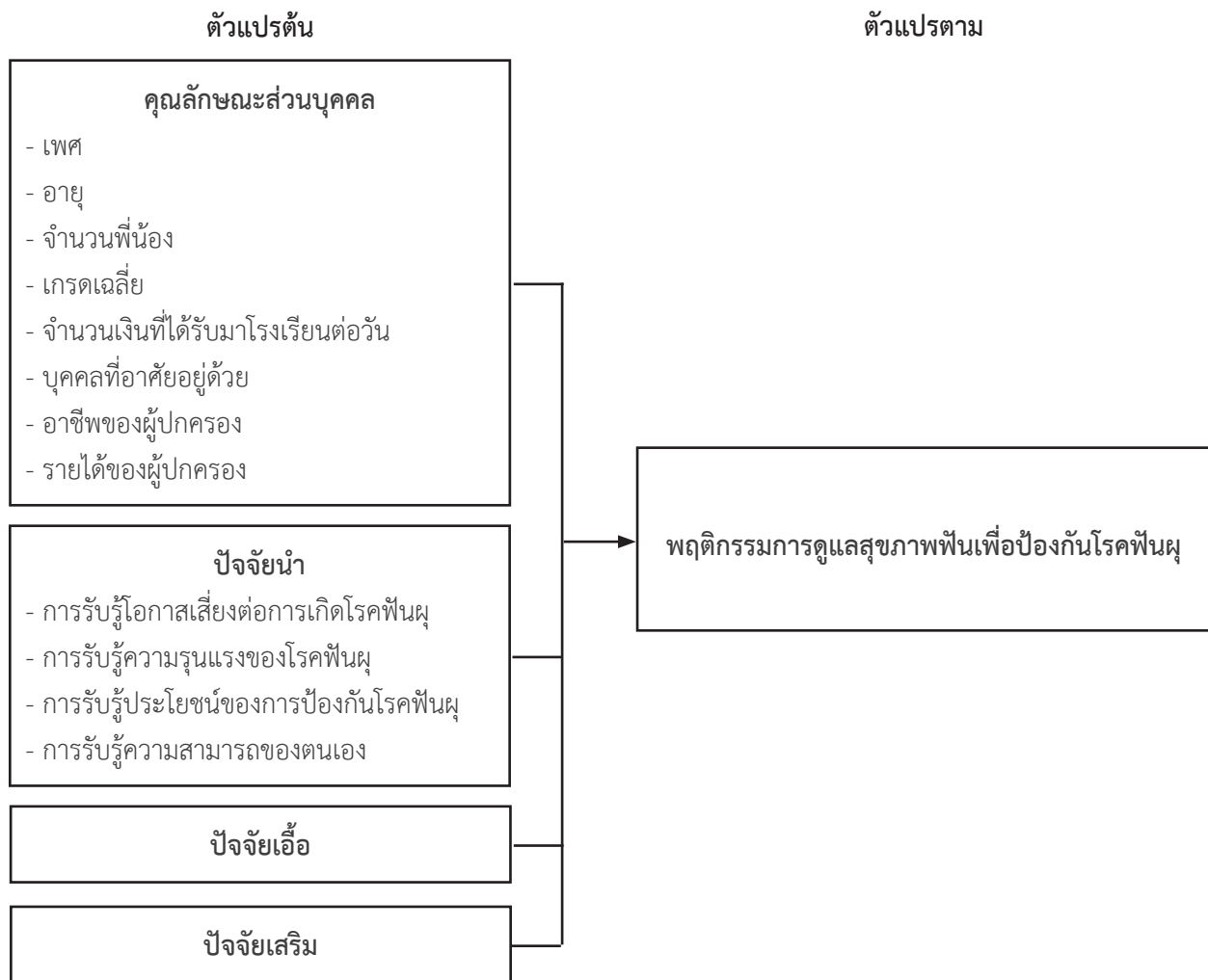
1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะส่วนบุคคล การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรค การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ ปัจจัยเอื้อปัจจัยเสริม และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และศึกษาความสามารถของปัจจัยการรับรู้ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม และปัจจัยส่วนบุคคล ในการพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองการวางแผนส่งเสริมสุขภาพ PRECEDE-PROCEED Model (Green & Kreuter, 1999) ในส่วนของ PRECEDE framework ในขั้นที่ 3 และ 4 มาเป็นกรอบแนวคิดในงานวิจัยได้แก่ 3 ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของพฤติกรรมสุขภาพ ประกอบด้วย ปัจจัย ได้แก่ (1) ปัจจัยนำ (2) ปัจจัยเอื้อ และ (3) ปัจจัยเสริม ร่วมกับทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรค (Prentice-Dunn & Rogers, 1986) เข้ามาใช้ในการส่วนของปัจจัยนำ ซึ่งประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ (1) การรับรู้ความรุนแรงของโรค (2) การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรค (3) การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรค (4) การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรค ซึ่งรายละเอียดแสดงดังกรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2558 จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก เขต 1 ทั้งหมด

58 โรงเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,632 คน (Phitsanulok Primary Educational Service 1st Area Office, 2013)

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 367 คน

การสุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) โดยใช้บัญชีรายนามนักเรียนจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก เขต 1 มาเป็นกรอบในการสุ่ม ดังนี้

1. กำหนดขนาดตัวอย่างด้วยสูตรประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (Cochran, 1975) โดยคำนวณดังสมการ

$$n_0 = \frac{Z^2 \sigma^2}{d^2}$$

โดย n_0 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ
 Z = ระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญ
 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับนัยสำคัญ 0.05
 มีค่า (1.96)

σ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของ
 ประชากร (1.21)

d = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง
 ที่ยอมรับได้ (0.1)

เมื่อดำเนินการได้ค่า n_0 เท่ากับ 464.83 แต่ใน
 งานวิจัยจำนวนประชากรไม่เกิน 10,000 ตัวอย่าง ผู้วิจัย
 จึงปรับสูตร ดังนี้

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

โดย n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ
 n_0 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ (464.83)
 N = จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (1,632)

ซึ่งได้จากการคำนวณกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้
 สูตรประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ได้เท่ากับ 367 คน

2. แบ่งโรงเรียนจำนวน 58 โรงเรียน ออกเป็น
 7 กลุ่ม ตามจำนวนนักเรียน (Phitsanulok Primary
 Educational Service 1st Area Office, 2013)

3. กำหนดขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มขนาด
 โรงเรียน ตามสัดส่วนนักเรียน ในแต่ละขนาดโรงเรียน
 ได้ขนาดตัวอย่างของแต่ละขนาดโรงเรียน

4. สุ่มเลือกโรงเรียนที่จะเข้าไปเก็บข้อมูลโดย
 การสุ่มแบบมีระบบ (systematic random sampling)
 จนได้จำนวนครบตามจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้ในแต่ละ
 ขนาดโรงเรียน

5. ทำการเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 6 ในแต่ละโรงเรียน จนได้จำนวนตัวอย่างรวมทั้งสิ้น
 367 ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
 คือแบบสอบถาม (questionnaire) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดย
 แบบสอบถามฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบความตรงด้าน
 เนื้อหา (content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้
 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อมากกว่า
 หรือเท่ากับ 0.50 (Rovinelli & Hambleton, 1977)
 จากนั้นนำไปทดสอบหาความเชื่อมั่น (reliability)
 ของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไข
 แล้วไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะ
 คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเลือก นักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 8 ตำบลมะขามสูง
 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน คน โดยต้อง
 มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.7 ขึ้นไป
 (Cronbach, 1970)

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 7
 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ จำนวน
 พี่น้อง เกรดเฉลี่ยของนักเรียน จำนวนเงินต่อวันที่ได้รับ
 มาโรงเรียน ผู้ปกครอง อาชีพของผู้ปกครอง และรายได้
 ผู้ปกครอง ลักษณะคำถามเป็นเลือกตอบและเติมคำลงใน
 ช่องว่าง จำนวน 7 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยนำ ประกอบ
 ด้วย แบบวัดการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ
 การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของ
 การป้องกันโรคฟันผุ และการรับรู้ความสามารถตนเองใน
 การป้องกันโรคฟันผุ จำนวน 6, 6, 8 และ 15 ข้อตามลำดับ
 โดยมีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ 0.94 0.96
 0.92 และ 0.94 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของ
 ครอนบาค เท่ากับ 0.74 0.77 0.71 และ 0.76 ตามลำดับ
 โดยลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ
 (rating scale) คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ
 ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เกณฑ์การให้คะแนน
 คือ ข้อคำถามเชิงบวก ให้คะแนน 5 4 3 2 และ 1 คะแนน
 ตามลำดับ และข้อคำถามเชิงลบ ให้คะแนน 1 2 3 4 และ
 5 คะแนน

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเอื้อต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟัน จำนวน 9 ข้อ ลักษณะข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบคือ ใช่ และ ไม่ใช่ มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.76 และมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ข้อคำถามเชิงบวก ให้คะแนน 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ และข้อคำถามเชิงลบ ให้คะแนน 0 และ 1 คะแนน ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับเสริมต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพฟัน จำนวน 7 ข้อ มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ 0.93 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.71 ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ มีตัวเลือกคำตอบ คือ เป็นประจำ นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย เกณฑ์การให้คะแนนคือ ข้อคำถามเชิงบวก ให้คะแนน 3 2 และ 1 คะแนน ตามลำดับ และข้อคำถามเชิงลบ ให้คะแนน 1 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับ

ส่วนที่ 5 พฤติกรรมดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ จำนวน 8 ข้อ มีค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ 0.90 และค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.70 ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) คือ ทุกครั้ง เกือบทุกครั้ง เป็นบางครั้ง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคยปฏิบัติ เกณฑ์การให้คะแนนคือ ข้อคำถามเชิงบวก ให้คะแนน 5 4 3 2 และ 1 คะแนน ตามลำดับ และข้อคำถามเชิงลบ ให้คะแนน 1 2 3 4 และ 5 คะแนน ตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ภายหลังวิจัยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ส่งหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลในการวิจัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนแต่ละโรงเรียน เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในสังกัด และกำหนดวันที่จะไปเก็บข้อมูล โดยขออนุญาตจากอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาในช่วงเวลาที่กำหนด

2. ผู้วิจัยนัดหมายกับครูประจำชั้นเพื่อจัดเตรียมสถานที่ที่เอื้อต่อการเก็บข้อมูล และพบกลุ่มตัวอย่างนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบทดสอบ พร้อมทั้งให้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ทำแบบสอบถาม

3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้ศึกษาเป็นผู้แจกแบบทดสอบให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และรอรับกลับคืนด้วยตัวเอง โดยแยกเก็บข้อมูลแต่ละโรงเรียน 16 โรงเรียน

4. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตอบกลับมามาตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของเนื้อหา

ด้านการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างนั้น คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ให้การรับรองการยกเว้นพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ตามเอกสารรับรองการยกเว้นพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัย COA No. 100/2016 IRB No. 024/59 สำหรับข้อมูลที่ได้จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยเก็บเป็นความลับและไม่นำมาเปิดเผย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ จำนวนพี่น้อง เกรดเฉลี่ยของนักเรียน จำนวนเงินต่อวันที่ได้รับมาโรงเรียน ผู้ปกครอง อาชีพของผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง เพศ โดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis)

3. กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นเกณฑ์ ในการยอมรับสมมติฐาน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมด 367 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 52.9 นักเรียนมีอายุ 11 ปี มากที่สุด ร้อยละ 59.1 รองลงมาอายุ 12 ปี ร้อยละ 37.9 นักเรียนมีจำนวนพี่น้อง 2 คนมากที่สุด ร้อยละ 33.8 รองลงมาคือมีจำนวนพี่น้อง 1 คน ร้อยละ 32.7 เกรดเฉลี่ยของนักเรียน 3.51 ขึ้นไปมากที่สุด ร้อยละ 31.9 รองลงมาเกรดเฉลี่ย 3.01 ถึง 3.50 ร้อยละ 27.0 นักเรียนได้รับเงินมาโรงเรียน

วันละ 20-30 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.4 รองลงมาคือ ได้รับเงินวันละ 31-40 บาท และ 51 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 22.3 เท่ากัน

นักเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับพ่อ/แม่ ร้อยละ 78.2 รองลงมาคือ ปู่/ย่า/ตา/ยาย ร้อยละ 16.1 อาชีพของผู้ปกครองพบว่ามีอาชีพ รับจ้างทั่วไปมากที่สุด ร้อยละ 37.1 รองลงมาคืออาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 19.3 ผู้ปกครองมีรายได้ 5,000-10,000 บาทต่อเดือนมากที่สุด ร้อยละ 38.1 รองลงมาคือ มากกว่า 20,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 19.3

ตาราง 1

จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล (n=367)

คุณลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	194	52.9
ชาย	173	47.1
อายุ		
10 ปี	1	0.3
11 ปี	217	59.1
12 ปี	139	37.9
13 ปี	4	1.1
14 ปี	6	1.6
จำนวนพี่น้อง		
ไม่มี	67	18.3
1 คน	120	32.7
2 คน	124	33.8
3 คน	31	8.4
4 คน	17	4.6
5 คน	8	2.2

ตาราง 1

จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล (n=367) (ต่อ)

คุณลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เกรดเฉลี่ยของนักเรียน		
น้อยกว่า 2.00	20	5.4
2.01 ถึง 2.50	57	15.5
2.51 ถึง 3.00	74	20.2
3.01 ถึง 3.50	99	27.0
มากกว่า 3.50	117	31.9
จำนวนเงินที่ได้รับมาโรงเรียน		
น้อยกว่า 20 บาท	37	10.1
20-30 บาท	119	32.5
31-40 บาท	82	22.3
41-50 บาท	47	12.8
มากกว่า 50 บาท	82	22.3
ผู้ปกครองที่อาศัยอยู่ด้วย		
พ่อ/แม่	287	78.2
ปู่/ย่า/ตา/ยาย	59	16.1
ลุง/ป้า/น้า/อา	14	3.8
พี่สาว/พี่ชาย	1	0.3
อื่น ๆ	6	1.6
อาชีพผู้ปกครอง		
รับจ้างทั่วไป	136	37.1
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	71	19.3
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	61	16.6
พนักงานบริษัท/โรงงาน	36	9.8
เกษตรกร	35	9.5
ทำงานบ้าน/แม่บ้าน	16	4.4
อื่น ๆ	12	3.3

ตาราง 1

จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคุณลักษณะส่วนบุคคล (n=367) (ต่อ)

คุณลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รายได้ผู้ปกครอง		
น้อยกว่า 5,000 บาทต่อเดือน	62	16.9
5,000-10,000 บาทต่อเดือน	140	38.2
10,001-15,000 บาทต่อเดือน	64	17.4
15,001-20,000 บาทต่อเดือน	30	8.2
มากกว่า 20,000 บาทต่อเดือน	71	19.3

2. ระดับการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคฟันผุ การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม และปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ

พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกัน

โรคฟันผุ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.90 \pm 0.48$, 3.31 ± 0.75 ตามลำดับ) การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคฟันผุ การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ ปัจจัยเสริมต่อการป้องกันโรคฟันผุ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12 \pm 0.54$, 3.77 ± 0.42 , 3.88 ± 0.47 และ 1.36 ± 0.17 ตามลำดับ) ดังตาราง 2

ตาราง 2

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของกลุ่มตัวอย่าง

	$\bar{X}$	$\pm$	SD	แปลผล
การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุ	3.90	$\pm$	0.48	ปานกลาง
การรับรู้ความรุนแรงของโรคฟันผุ	4.12	$\pm$	0.54	มาก
การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคฟันผุ	3.77	$\pm$	0.42	มาก
การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ	3.88	$\pm$	0.47	มาก
ปัจจัยเสริมต่อการป้องกันโรคฟันผุ	1.36	$\pm$	0.17	มาก
พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ	3.31	$\pm$	0.75	ปานกลาง

3. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยเรียงลำดับตามความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของการปฏิบัติงานจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 1 คือ การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 19.8 (R-square = 0.198) กล่าวคือเมื่อ นักเรียนมีคะแนนการรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.308 คะแนน (B = 0.308)

ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 2 คือ ปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมการป้องกันฟันผุ มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 19.8 เป็นร้อยละ 26.1 (R-square change = 0.062, R-square = 0.261) โดยเมื่อกล่าวคือเมื่อ นักเรียนมีคะแนนการรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ

เพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.618 คะแนน (B = 0.618)

ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 3 คือ อายุของนักเรียน มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 26.1 เป็นร้อยละ 27.1 (R-square change = 0.010, R-square = 0.271) กล่าวคือเมื่อ อายุของนักเรียนเพิ่มขึ้น 1 ปี จากอายุ 11 ปี จะมีคะแนนพฤติกรรมปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.947 คะแนน (B = 0.947)

ตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 4 คือ จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน 21-30 โดยมีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.1 เป็นร้อยละ 28.0 (R-square change = 0.009, R-square = 0.280) กล่าวคือเมื่อนักเรียนได้รับเงินมาโรงเรียน 21 -30 บาท จะมีคะแนนพฤติกรรมปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 1.212 คะแนน (B = 1.212) ดังตาราง 3

ปัจจัยดังกล่าวสามารถร่วมกันพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้ร้อยละ 28.0 (R-square = 0.280) ดังตาราง 3

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ตัวแปรพยากรณ์	R-square	R-square Change	B	Beta	t	p-value
การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ	0.198	0.198	0.308	0.375	8.102	0.000
ปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมการป้องกันฟันผุ	0.261	0.062	0.618	0.244	5.265	0.000
อายุ	0.271	0.010	0.947	0.098	2.172	0.031
ได้รับเงินมาโรงเรียน 20 -30 บาท	0.280	0.009	1.212	0.095	2.119	0.035

*Constant (a) = -8.534, R-square = 0.280, Adjust R-square = 0.272, F = 34.936, P < 0.05

สามารถเขียนสมการพยากรณ์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในรูปคะแนนดิบได้ดังนี้

พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันฟันผุ
= $-8.534 + 0.308$ (การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ) $+ 0.618$ (ปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมการป้องกันฟันผุ) $+ 0.947$ (อายุของนักเรียน) $+ 1.212$ (ได้รับเงินมาโรงเรียน 20-30 บาท)

การอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ กล่าวคือเมื่อ นักเรียนมีคะแนนการรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.308 คะแนน ($B = 0.308$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อนักเรียนมีทักษะที่เพียงพอต่อการดูแลสุขภาพฟันแล้วนั้น การรับรู้ความสามารถของตนจะมีอิทธิพลให้นักเรียนเกิดความมั่นใจที่เพียงพอจะทำให้รู้สึกว่าการปฏิบัติได้จริง จึงเกิดผลทำให้นักเรียนเกิดการแสดงพฤติกรรมออกมาได้ (Prentice-Dunn & Rogers, 1986) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริพรรณ (Panpibul, 2014) ที่ศึกษาปัจจัยด้านชีวสังคม ปัจจัยหลักปัจจัยร่วม กับพฤติกรรมทันตสุขภาพของผู้สูงอายุ จังหวัดอำนาจเจริญ พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทันตสุขภาพ ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมการป้องกันฟันผุ มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ กล่าวคือเมื่อ นักเรียนมีคะแนนการรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.618 คะแนน ($B = 0.618$) ทั้งนี้จากผลการวิจัยข้างต้นพบว่า หากตัวบุคคล เช่น ผู้ปกครอง เพื่อน หรือครู มีอิทธิพลต่อนักเรียน แล้วตัวบุคคลนั้นได้มีการกระทำใด ๆ เช่น คำชมเชยเมื่อปฏิบัติ หรือ

การตักเตือนเมื่อละเว้นการปฏิบัติ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนได้เกิดพฤติกรรม หรือยับยั้งการเกิดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ (Green & Kreuter, 1999) ดังเช่นผลการวิจัย ซึ่งการดูแลสุขภาพฟันนั้นเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ หากผู้ปกครอง ครู หรือเพื่อน สนับสนุนให้เขาปฏิบัติ หรือให้คำชมเมื่อเขาปฏิบัติมากขึ้น ตัวนักเรียนจะเกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติพฤติกรรมทำความสะอาดฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทริชัยสายทอง (Saithong, 2008) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคฟันผุนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ผลการศึกษาพบว่า การสนับสนุนทางสังคมมีผลทางบวกกับพฤติกรรมป้องกันโรคฟันผุ การศึกษาของนิธยา เจริญกุล (Jaroenkul, 2014) ที่พบว่า การได้รับการสนับสนุนทางสังคมจากครอบครัว มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของตนเอง พบว่าการใช้แรงสนับสนุนจากเพื่อน ก็มีผลต่อทันตสุขภาพเช่นเดียวกัน นั่นคือเมื่อนักเรียนได้รับตัวอย่างการดูแลสุขภาพตนเองจากครอบครัวหรือเพื่อน มีผลให้ตนเองเกิดพฤติกรรมดูแลสุขภาพตนเอง และการศึกษาของสุนีย์ พลภานุมาศ (Ponpanumas, 2015) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสม่ำเสมอในการแปรงฟันก่อนนอนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดนครนายก พบว่าการสนับสนุนของครอบครัว มีผลต่อความสม่ำเสมอในการแปรงฟันก่อนนอนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.001

อายุของนักเรียน มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ กล่าวคือเมื่ออายุของนักเรียนเพิ่มขึ้น 1 ปี จากอายุ 11 ปีจะมีคะแนนพฤติกรรมปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 0.947 คะแนน ($B = 0.947$) จากผลวิจัยข้างต้นสามารถอธิบายตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom, 1975) พฤติกรรมดูแลสุขภาพฟันเป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย โดยทักษะในการแปรงเกิดจากการฝึกฝนและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการใช้แปรงสีฟัน รวมไปถึงไหมขัดฟัน จำเป็นต้องใช้การฝึกฝน ถ้านักเรียนมีประสบการณ์ในการแปรงฟันก็มาก จะทำให้สามารถแปรงฟันได้คล่องแคล่ว และรวดเร็วมากขึ้น นอกจากนี้การที่นักเรียนมีกล้ามเนื้อมัดเล็กที่พัฒนามากขึ้นก็จะทำให้ทักษะการแปรงฟันได้ดีขึ้น

ดังนั้นเมื่อนักเรียนมีอายุมากก็จะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรม การแปรงฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุมากขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้อง กับงานวิจัยของปิยนารถ ลอประสิทธิ์ (Lorprasit, 2004) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสร้างเสริมทันตสุขภาพ ในโรงเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตำบล บางไผ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ผลการศึกษา พบว่า อายุ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริม ทันตสุขภาพของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน 21-30 มีผลต่อ พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ กล่าวคือเมื่อนักเรียนได้รับเงินมาโรงเรียน เพิ่มจากได้รับ เงินมาโรงเรียนน้อยกว่า 20 บาทต่อวัน เป็นได้รับเงินมา 21-30 บาทต่อวัน จะมีคะแนนพฤติกรรมปฏิบัติ ตนเพื่อป้องกันโรคฟันผุเพิ่มขึ้น 1.212 คะแนน ($B = 1.212$) จากผลการวิจัยสามารถอธิบายได้ว่าการที่ นักเรียนได้รับ เงินมาโรงเรียนที่มากขึ้น นั้นบ่งบอกถึงรายได้ครอบครัว ที่สูงขึ้น ทำให้ครอบครัวสามารถสนับสนุนในเรื่องของ แปรงสีฟัน ยาสีฟัน ให้แก่นักเรียนได้มากกว่าครอบครัว ที่มีรายได้ที่ต่ำกว่า ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของทศพล ยุทธโยธี (Yutthayothee, 2009) ซึ่งศึกษาการเลี้ยงดู นักเรียนประถมศึกษาตอนต้นเปรียบเทียบระหว่างพ่อแม่ และญาติ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เลี้ยงดูที่เป็นพ่อแม่ส่วน ใหญ่มีรายได้เฉลี่ยสูงกว่าผู้เลี้ยงดูที่เป็นญาติ ทำให้นักเรียน ที่เลี้ยงดูโดยพ่อแม่ได้รับค่าขนมมากกว่านักเรียนที่เลี้ยงดู โดยญาติ ซึ่งจะพบว่าการที่มีพ่อแม่เป็นผู้ปกครองมีส่วน ช่วยในการแปรงฟันให้เด็กจะสามารถลดการเกิดฟันผุใน บริเวณผิวเรียบของฟันได้ตัวอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

1. ในการจัดกิจกรรมหรือโครงการที่ส่งเสริม ทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกัน โรคฟันผุควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการรับรู้ ความสามารถตนเองในการป้องกันโรคฟันผุ รวมถึงจัด ปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมป้องกันโรคฟันผุ เนื่องจากผล การวิจัยพบว่าการรับรู้ความสามารถตนเองในการป้องกัน โรคฟันผุ และปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมป้องกันโรคฟันผุ มีผลทางบวกต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกัน โรคฟันผุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟัน เพื่อป้องกันฟันผุในนักเรียน ควรมุ่งเน้นในกลุ่มนักเรียน ที่ได้รับเงินมาโรงเรียนน้อยกว่า 20 บาทต่อวัน เพราะว่ จากการศึกษาพบว่านักเรียนในกลุ่มนี้มีคะแนนพฤติกรรม การดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุน้อยกว่านักเรียน ที่ได้รับเงินมาโรงเรียน 21-30 บาทต่อวัน รวมถึงนักเรียนที่ อายุ น้อย เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าอายุมีผลทางบวกต่อ พฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุ ดังนั้น ในนักเรียนอายุน้อยจะมีคะแนนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ ฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุน้อยกว่านักเรียนที่อายุมากกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปทดลองไปใช้ ใน การโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟัน เพื่อป้องกันโรคฟันผุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิจัยแบบกึ่งทดลอง ว่าจะมีประสิทธิผลมากน้อยเพียงใด

2. ควรนำเทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพเข้ามา ใช้เพื่อค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสาเหตุหรือเงื่อนไขของ การมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟัน ผุเพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยให้ทราบสาเหตุเชิงพฤติกรรมป้องกัน โรคฟันผุได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

3. เนื่องด้วยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะนักเรียน ในเขต อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก ฉะนั้นวิจัยครั้งต่อไป อาจศึกษาในนักเรียนในอำเภออื่น ๆ เพื่อนำผลการวิจัยไป ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ ต่อไป

4. ควรนำแนวคิดทฤษฎีอื่น ๆ เช่น ทฤษฎี แรงสนับสนุนทางสังคม เพราะจากการวิจัยพบว่าปัจจัย เสริมมีผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกัน โรคฟันผุ ดังนั้น ควรนำทฤษฎีแรงสนับสนุนทางสังคมมา ประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่อไป เพื่อจะระบุปัจจัยเสริม เช่น เพื่อน ผู้ปกครอง หรือ ครู ว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อพฤติกรร มการดูแลสุขภาพฟันเพื่อป้องกันโรคฟันผุในนักเรียน เพื่อ จะสร้างตัวแปรที่เป็นสาเหตุของพฤติกรรมป้องกันโรค ฟันผุได้ครบถ้วนยิ่งขึ้น

References

- Bloom, Benjamin S.J. (1975). *Taxonomy of education objective, hand book 1: Cognitive domain*. New York: David Mckay.
- Department of Health. (2013). *Report of the 7th Thailand national oral health survey 2008-2012*. Nonthaburi: Bureau of Dental Health. (in Thai)
- Cochran, W. G. (1975). *Sampling techniques*. New York: John Wiley and Sons.
- Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of psychological test*. New York: Harper Collins.
- Green, L., & Krueter, M. (1999). *Precede-proceed model - health promotion planning an education approach*. Toronto: Mayfield.
- Jaroenkul, N. (2014). Factors associated with oral health behavior of dental service: Case study Wiang Sa crown prince hospital. *SDU Research Journal Sciences and Technology*, 7(3), 17-30. (in Thai)
- Kaewsutha, N., Intarakamhang, U., & Duangchan, P. (2013). The causal factors of oral health care behavior of early adolescents. *Journal of Behavioral Science*, 19(2), 153-163. (in Thai)
- Lapying, P., & Puak-insaeng, S. (2013). *Bureau of dental health, opinions of stakeholders on the development of the national oral health strategy 2012-2016*. Nonthaburi: Bureau of Dental Health. (in Thai)
- Lorprasit, P. (2004). *Factors affecting the dental health promotion behavior of upper primary education students in Bangchalong subdistrict, Bang Phli district, Samut Prakan province*. Master of Science (Health Education) Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- National Health Security Office. (2013). *Manual of national health security fund management, fiscal year 2013*. Bangkok: Sri Muang. (in Thai)
- Panpibul, S. (2014). Dental health behaviors of the elderly in Amnat Charoen province. *Research and Development Health System Journal*, 7(2), 146-154.
- Phitsanulok Primary Educational Service 1stArea Office. (2013). *Profile of school, teacher and student June 10, 2015*. Retrieved from <http://www.phitsanulok1.go.th/admin/FCKeditor/upload/File/10june2558.xls>
- Phitsanulok Provincial Health Office. (2013). *Report of performance of oral health services, fiscal year 2016: First round*. Phitsanulok: Author. (in Thai)
- Ponpanumas, S. (2015). Factors influencing the regularity of bedtime tooth brushing behavior of the junior high school students in Nakhon Nayok province. *Thailand Journal of Dental Public Health*, 20(3), 44-56.

- Prentice-Dunn, S., & Rogers, R. W. (1986). Protection motivation theory and preventive health: Beyond the health belief model. *Health Education Research*, 1(3), 153-161.
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2(1977), 49-60.
- Saithong, T. (2008). Factors affecting preventive behaviors towards dental caries among school children grade 5 and 6 in Watthananakhon sub-district, Watthananakhon district, Sa Kaew province. *Journal of Health Science*, 17(3), 485-495. (in Thai)
- World Health Organization. (2003). *The world oral health report 2003*. Geneva: Author.
- Yutthayothee, T. (2009). Which caregiver yielded more risk to dental caries in primary students: Parents or relatives?. *Lampang Med Journal*, 30(2), 58-66. (in Thai)



แนะนำหนังสือ

Book Review

โดย ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย

By Prapaporn Kullimratchai

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Engineering, Eastern Asia University



ชื่อเรื่อง: ทรัพย์สินทางปัญญากับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ผู้แต่ง: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน)

สำนักพิมพ์: ผู้แต่ง

ปีที่พิมพ์: 2559

จำนวนหน้า: 162 หน้า

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นโดยศูนย์กฎหมายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Law Center) ภายใต้สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) ซึ่งเห็นถึงความสำคัญของการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา เนื้อหาภายในเล่มได้อธิบายถึงทรัพย์สินทางปัญญาและการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศเบื้องต้น เพื่อปูพื้นฐานให้ผู้อ่านได้ทราบถึงหลักเกณฑ์ของการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจเป็นการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งแนวทางการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสม โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาในสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ

กล่าวถึงแนวคิดของการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งมีพื้นฐานมาจากหลักการของ “ทรัพย์สิน” กล่าวคือ ผู้เป็นเจ้าของทรัพย์สิน สามารถนำทรัพย์สินของตนไปใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการ ตราบเท่าที่ใช้ประโยชน์ในทรัพย์สินดังกล่าวไม่ขัดต่อบทบัญญัติของกฎหมาย ความหมายของทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งเป็นทรัพย์สินที่เกิดขึ้นมาจากการทุ่มเทสร้างสรรค์งานด้วยการใช้สติปัญญาของมนุษย์ ประเภทของทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ทรัพย์สินทางอุตสาหกรรม (industrial property) และ ลิขสิทธิ์ (copyright) อธิบายถึงลักษณะของการคุ้มครอง

ทรัพย์สินทางปัญญาประเภทต่าง ๆ และยกตัวอย่างงานในสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา อาทิเช่น งานลิขสิทธิ์ประเภทงานศิลปกรรมงานลิขสิทธิ์ประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สิทธิบัตรอากาศยานไร้คนขับ (drone) เป็นต้น

ส่วนที่ 2 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเกี่ยวกับงานที่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา

กล่าวถึงรายละเอียดลักษณะของงานและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวันที่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งหลักเกณฑ์สำคัญของการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลิขสิทธิ์ สิทธิบัตร เครื่องหมายการค้า และความลับทางการค้า โดยจะกล่าวถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินทางปัญญา ทั้งในแง่ของผู้ใช้ ผู้ประกอบธุรกิจ นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และผู้ดูแลเว็บไซต์ เพื่อให้ตระหนักถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกวิธี โดยไม่เป็นการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา

ส่วนที่ 3 การใช้งานอันมีลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยไม่ละเมิดลิขสิทธิ์

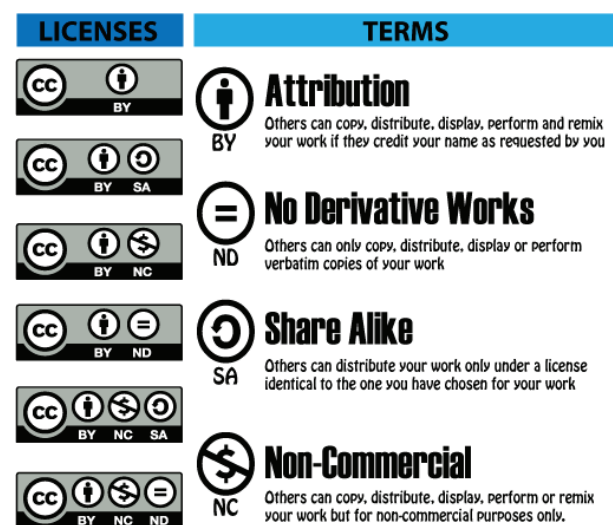
กล่าวถึงงานอันมีลิขสิทธิ์และเหตุผลในการคุ้มครองลิขสิทธิ์นั้น สิทธิแต่ผู้เดียวของเจ้าของลิขสิทธิ์ ประเภทการใช้งานอันมีลิขสิทธิ์ การขออนุญาตให้ใช้ลิขสิทธิ์ ปัญหาของการขออนุญาตใช้ลิขสิทธิ์พร้อมทั้งยกตัวอย่างปัญหาที่เกิดขึ้น การใช้งานลิขสิทธิ์อย่างเป็นธรรม หรือในบางประเทศ เรียกว่า “Fair Use” ถือเป็นข้อยกเว้นการละเมิดลิขสิทธิ์ตามกฎหมายที่ยอมให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานนั้นได้ทันทีโดยไม่ต้องขออนุญาตเจ้าของลิขสิทธิ์ ตราบเท่าที่การใช้งานนั้นยังเป็นการใช้อย่างเป็นธรรมอยู่ พร้อมทั้งยกตัวอย่างของการใช้งานลิขสิทธิ์อย่างเป็นธรรม การใช้งานที่เป็นสมบัติสาธารณะ (public domain) สิ่งที่ไม่ถือว่าเป็นงานลิขสิทธิ์ งานที่เจ้าของลิขสิทธิ์สละลิขสิทธิ์ และงานที่สิ้นอายุการคุ้มครองลิขสิทธิ์แล้ว

ส่วนที่ 4 โครงการครีเอทีฟคอมมอนส์ (Creative Commons)

กล่าวถึงแนวคิด ความหมาย และตัวอย่างการนำครีเอทีฟคอมมอนส์ไปใช้งาน ซึ่งครีเอทีฟคอมมอนส์เป็น

ทางเลือกหรือกรอบในการคุ้มครองลิขสิทธิ์ เพื่อเปิดโอกาสให้มีการแบ่งปันข้อมูลกันได้สะดวกมากขึ้น โดยเปิดทางเลือกให้ผู้สร้างสรรค์แต่ละคนเลือกได้ว่าจะยอมอนุญาตให้นำผลงานไปใช้ได้แค่ไหน ซึ่งผู้ใช้ “สัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์” หรือ “Creative Commons licenses” สามารถใช้สัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์ควบคู่ไปกับการบังคับสิทธิตามกฎหมายลิขสิทธิ์ได้

สัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์ ทั้ง 6 แบบ ดังภาพ 1



ภาพ 1 สัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์

ส่วนที่ 5 แนวทางป้องกันและโทษที่เกี่ยวข้องกับการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาจากการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ

กล่าวถึงแนวทางป้องกันการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา การออกแบบเว็บไซต์กับประเด็นละเมิดลิขสิทธิ์ การบังคับสิทธิเมื่อมีการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา โทษที่เกี่ยวข้องกับการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา และกรณีศึกษาเกี่ยวกับการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาในด้านต่าง ๆ อันได้แก่ การละเมิดลิขสิทธิ์ การละเมิดเครื่องหมายการค้า การละเมิดสิทธิบัตร และการละเมิดความลับทางการค้า เป็นต้น

ส่วนที่ 6 บทสรุป

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน และกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับทรัพย์สินทางปัญญา ในบริบทของผู้ใช้ผู้ประกอบการ นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และผู้ให้บริการ ซึ่งผู้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่ว่าเพื่อกิจกรรมใดและในบทบาทใดก็ตาม ควรมีความเข้าใจและปฏิบัติให้ถูกต้อง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการถูกดำเนินคดีเกี่ยวกับการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา

บทสรุป

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักเกี่ยวกับกฎหมายทรัพย์สินทางปัญญาเบื้องต้นให้แก่ผู้ใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการนำเสนอด้วยรูปแบบที่อ่านง่าย แยกเป็นหมวดหมู่ชัดเจน เหมาะสำหรับประชาชนทั่วไป ผู้ที่สนใจหนังสือเล่มนี้ สามารถอ่านได้จากเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) www.etda.or.th



ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



1. ประเภทสมาชิก

☐ สมัครสมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุ

1.1 ☐ ประเภท บุคคล

ชื่อ _____ นามสกุล _____ เลขที่สมาชิก _____

1.1.1 บุคลากรภายใน: มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

☐ 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 มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย)

☐ โอนเงินเข้าบัญชี ☐ ธนาคารกรุงเทพ สาขาคลองหลวง บัญชีกระแสรายวัน เลขที่ 222-3-01198-8

☐ ธนาคารกรุงไทย สาขารังสิต-นครนายก คลอง 4 บัญชีกระแสรายวัน เลขที่ 148-6-00715-5

☐ ธนาคารกสิกรไทย สาขาคลอง 6 ธัญบุรี บัญชีออมทรัพย์ เลขที่ 416 -222712-8

เมื่อโอนแล้ว กรุณาส่งหลักฐานการโอนเงินกลับทาง E-Mail: phimlada@eau.ac.th หรือ Fax 02-577-1053

การออกใบเสร็จ

☐ ไม่ต้องการ

☐ ต้องการ ออกใบเสร็จในนาม _____

ลงชื่อผู้สมัคร _____

(_____)

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ

ชั้น 4 อาคารชวน ขวัญชัย (ห้อง C423) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
200 หมู่ 1 ถ.รังสิต-นครนายก ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
(วงเล็บมุมของด้านขวา "สมาชิกวารสาร EAU")

สำหรับเจ้าหน้าที่

หมายเลขสมาชิก _____ หมายเลขใบเสร็จ _____

ตั้งแต่ฉบับที่ _____ ลงชื่อผู้รับสมัคร _____



โทรศัพท์ : 0-2577-1028 ต่อ 377, 378 โทรสาร : 0-2577-1053

<http://eauheritage.eau.ac.th/>

