



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Udon Thani Rajabhat University Journal of Science and Technology

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565) | Vol.10 Issue.1 (2022) | ISSN 2287-0083

บทความ

- การศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผสมเถ้าลอยชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์
จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา 1
- ผลของโปรแกรมการฝึกกระโดดประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิสที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของวัยรุ่นชาย
กรวรรณ โหม่งพุด, ธนัมพร ทองลง, และ เพ็ญเพ็ญ บุชมงคล 17
- ภูมิปัญญาการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อบ่งชี้เพศของต้นกล้วยในพื้นที่เขตจังหวัดสกลนคร
นพดล หงษ์สุวรรณ, รัตนา อินทเกตุ, อาทิตยา โคตรสมบัติ และ บุชราภรณ์ ทับสีแก้ว 27
- การพัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
สำหรับห้องแม่ข่าย
เอกรัตน์ สุขสุคนธ์, สมชิต พวงสันเทียะ, บัณฑิต คักดีเจริญชัยกุล และ พิชากร ขอบใจ 45
- ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเล
ในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ และแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลบางแก้ว อำเภอมือง
จังหวัดสมุทรสงคราม
นิธินาถ เจริญโกคราช, วลัยพร ผ่องแผ้ว, เพชรพนม จิตมั่น และ วิสูตร นวมศิริ 55
- ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันต่ออายุการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการ
เก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80
ทิตา สุนทรวิภาต 73
- ความหลากหลายและรูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ศิโรจน์ พิมาน, เสน่ห์ บุญกำเนิด และ ภควดี รักษ์ทอง 89



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Vol.10 Issue.1 (2022)

ISSN 2287-0083

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY; ISSN 2287-0083) ชื่อย่อภาษาอังกฤษ “UDRU Sci. & Tech. J.” มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการของคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวารสารรับการตีพิมพ์เผยแพร่บทความ ในกลุ่มวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ กลุ่มวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วัสดุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มเกษตรศาสตร์ สาขาพืชศาสตร์ เศรษฐศาสตร์เกษตร ประมง และสัตวศาสตร์ และกลุ่มวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล, พลังงาน อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ โดยมีกำหนดเผยแพร่ ปีละ 3 ฉบับ ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน) ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม) และฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม) ของทุกปี

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิตรา วัฒนสุนทรสกุล	อธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตชาย ม่วงปทุม	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระยุทธ เฟื่องชัย	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี บุญมี	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล สิงห์คำ	รองอธิการบดี
ดร.วิบูล เป็นสุข	รองอธิการบดี
ดร.เอกราช ตินาง	รองอธิการบดี
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สุทธิปาก	คณบดีคณะเทคโนโลยี
ดร.อภิรักษ์ ลอยแก้ว	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.นิราวรรณ กุณัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.ยศวริศ เสมามิ่ง

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลต แทนอมทอง

ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปิ่นล่อ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง วชิราภากร

รองศาสตราจารย์ ดร.ลัดดา มีสุข

รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์

รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต กฤตาคม

รองศาสตราจารย์ ดร.โฆษิต ศรีภูธร

รองศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.ฤทธิชัย พิลาไชย

รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ เหมวงษ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงภู ภูธร

รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณพงศ์ สมสุข

รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลินทร์ พอค้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชภาคย์ จิตต์อารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตติ คำหล้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร อังควิศิษฐพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ทัพญมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา วงษ์สวัสดิ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review)

รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา จิระวิบูลวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สุทธิบาท	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.กริช สมกันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณพงศ์ สมสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล มงคลชนวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงฤทัย ศรีแดง	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเมษฐ์ จันทร์เพ็ง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุร ดวงอุปมา	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศิษฐ์ ศรีบุรินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงสมร กิจโกศล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณภา ภาจำปา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สไวก มัธฐา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวรรณ แสงภักดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศา นวนิล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยสุตา ตันเลิศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพงษ์ พันธินากุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อริยพงษ์ พลั้วพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิไลพร กุลดั่งวัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.พลเทพ เวงสูงเนิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.พงษ์เกษม สิงห์รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ดร.ธีระพงษ์ แสนทวีสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review)

ดร.กฤษณะ ช่องศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์
ดร.ภาวดี ทองนพคุณ ทอยน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.วัลยา มงคลสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
นายกฤตชัย บุญคิวนนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.วรรณวิภา ไชยสงคราม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.นฤปวรรต์ พรหมมาวัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.อาทิตย์ ใจช่วง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.เบญจธรรม สุขณีนวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

คณะกรรมการดำเนินงาน

ดร.เอกราช ดีนาง	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี	รองประธานกรรมการ
ดร.ชาลี เกตุแก้ว	กรรมการ
นายกวีพงษ์ หงส์ทอง	กรรมการ
นางสาวศิวพร ภูกองทอง	กรรมการ
นางกาญจนา มูลอาจ	กรรมการ
นางสาวณิชา พันธุ์ควนิชัย	กรรมการ
ดร.ปณมนัสพงศ์ ปุณประเสริฐ	กรรมการ
นางสาวศศิตา พงศาวัลย์	กรรมการ
นายธราดล ปราบภัย	กรรมการ
นางพิมลพรรณ ศรีภูธร	กรรมการ
นายอภิเดช อภิพัฒน์ภาคูล	กรรมการ
นางสาวนัชชา คำบุญมา	กรรมการ
ดร.เบญจธรรม สุขณีนวัฒน์	กรรมการและเลขานุการ
นายรุ่งโรจน์ มีแก้ว	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565)

คณะกรรมการตรวจสอบภาษาต่างประเทศ

ดร.สุภัทรา วันเพ็ญ

พิสูจน์อักษร

นางสาวศิวพร ภูทอง

ออกแบบปก

นายสุริยา ชัยดำรงณ์

นางสาวศศิตา พงศาวิ

กำหนดการเผยแพร่

3 ฉบับต่อปี ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน)

ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม)

ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม)

สถานที่ติดต่อ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000

โทรศัพท์: 042-211040 ต่อ 1702 โทรสาร: 042-241586

เว็บไซต์: <http://rdi.udru.ac.th>

เว็บไซต์วารสาร: <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru>

อีเมล: scjournal@udru.ac.th

“ข้อความที่ปรากฏในบทความแต่ละเรื่องในวารสารวิชาการเล่มนี้
ไม่ใช่ความคิดเห็นและความรับผิดชอบของคณะผู้จัดทำ บรรณาธิการ
กองบรรณาธิการ และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ซึ่งความรับผิดชอบด้านเนื้อหาและการตรวจร่างบทความ
แต่ละเรื่องเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน”

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เป็นวารสารที่ได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 ได้ประกาศให้วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถูกจัดให้เป็นวารสารกลุ่มที่ 2 ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2565 มีบทความวิจัยรวมจำนวน 11 บทความ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นเวทีทางวิชาการ เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาและผู้อ่านทุกท่าน สดุดีขอมอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ส่งบทความ และทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานของวารสาร

ปิยวดี ยาบุษดี

บรรณาธิการ

สารบัญ

หน้า

การศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผสมเถ้าลอยชีวมวลในพื้นที่ จังหวัดบุรีรัมย์ จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา	1
ผลของโปรแกรมการฝึกอบรมประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิสที่มีเวลาปฏิกริยา ของวัยรุ่นชาย กวรรณ โหม่งพุด, ธนัมพร ทองลอง, และ เพียงเพ็ญ บุชมงคล	17
ภูมิปัญญาการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อบ่งชี้เพศของต้นกล้วยในพื้นที่เขต จังหวัดสกลนคร นพดล หงษ์สุวรรณ, รัตนา อินทเกตุ, อาทิตยา โคตรสมบัติ และ บุษราภรณ์ ทับสีแก้ว	27
การพัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย เอกรัตน์ สุขสุคนธ์, สมชิต พวงสันเทียะ, บัณฑิต คักดีเจริญชัยกุล และ พิชากร ขอบใจ	45
ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเล ในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ และแหล่งท่องเที่ยว เชิงอนุรักษ์ ตำบลบางแก้ว อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม นิธินาถ เจริญโกคราช, วลัยพร ผ่องแผ้ว, เพชรพนม จิตมั่น และ วิสูตร นวมศิริ	55
ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันต่ออายุการเก็บรักษาและ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ทิตา สุนทรวิภาต	73
ความหลากหลายและรูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ศิโรจน์ พิมาน, เสน่ห์ บุญกำเนิด และ ภควดี รักษ์ทอง	89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
A SOCIAL MEDIA BASED ANTENATAL HEALTH PROMOTION SYSTEM FOR WOMEN IN THE LAO PDR <i>Soulivanh Pholsena and Naree Achwarin</i>	105
การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแบบถึงทรงกระบอกหมุน <i>ศราวุธ รัตนวงษ์, วีรชัย แผ่นอุไร, พงษ์พันธ์ พรหมพิพักต์ และ เกยูร ดวงอุปมา</i>	125
การพัฒนาแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ <i>ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ, อีรวัฒน์ ลัดตะโส, วิภาพร บุญหล้า และ วีรศักดิ์ วิริยนามชัย</i>	143
บางรูปแบบของจำนวนประกอบ <i>สุธน ตาดี</i>	163

การศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผสมเถ้าลอยชีวมวล
ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

A STUDY ON THE PROPERTIES OF NON-LOAD-BEARING CONCRETE BLOCKS
MIXED WITH BIOMASS FLY ASH IN BURIRAM PROVINCE

จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา*

Cheellawad Vimuttasoongviriya*

สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Department of Civil Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่ผลิตจากหินปูนของหินปูนโดยใช้อัตราส่วนผสมต่าง ๆ และที่ผสมเถ้าลอยชีวมวล (Biomass Fly Ash) จำนวน 3 ชนิดจากพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ตัวอย่างทดสอบแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คอนกรีตบล็อกไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวล และกลุ่มที่ 2 คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวล ผลการวิจัยพบว่า ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมมีการใช้ปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่การดูดกลืนน้ำและความพรุนของคอนกรีตบล็อกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมมีการใช้ปริมาณซีเมนต์ลดลง ทั้งนี้ความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำ และความพรุนคอนกรีตบล็อกมีค่าแตกต่างกันตามชนิดเถ้าลอยชีวมวลที่ผสม นอกจากนั้นพบว่า คอนกรีตบล็อกทุกอัตราส่วนผสมมีกำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วัน ผ่านมาตรฐาน มอก. 58-2530 โดยเถ้าลอยชีวมวลทั้ง 3 ชนิดที่ใช้อัตราส่วนผสมร้อยละ 15 โดยน้ำหนักซีเมนต์ช่วยเพิ่มกำลังอัดคอนกรีตบล็อกได้ร้อยละ 15-22 เมื่อเทียบกับที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวล อนึ่งองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกเพื่อการพาณิชย์ต่อไปได้

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก, เถ้าลอยชีวมวล, หินปูนของหินปูน

* ประสานงาน: จิรวัดน์ วิมุตติสุขวิริยา

อีเมล: jirawat.wm@bru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the properties of non-load bearing concrete blocks which were made of lime dust at different mix ratios, and by mixing three types of biomass fly ash from Buriram Province. The samples were divided into 2 groups, namely, group 1: general concrete blocks, and group 2: concrete blocks mixed with biomass fly ash. The results reveal that as the mix ratio is increased, the density of concrete blocks increases. In addition, the water absorption and porosity has increased with the decrease in the cement mix ratio. Density, water absorption and porosity of concrete blocks were different according to the type of biomass fly ash. In addition, it was also found that concrete blocks of all mix ratios had average compressive strength at 28 days, which had been certified the Thai Industrial Standard 58-2530. The three types of biomass fly ash, using 15% cement weight ratio, had increased the compressive strength of concrete blocks approximately at 15-22% compared to the non-biomass fly ash. Therefore, the knowledge from this research was used to develop the concrete block properties for commercial purposes.

Keywords: non-load-bearing concrete blocks, biomass fly ash, lime dust

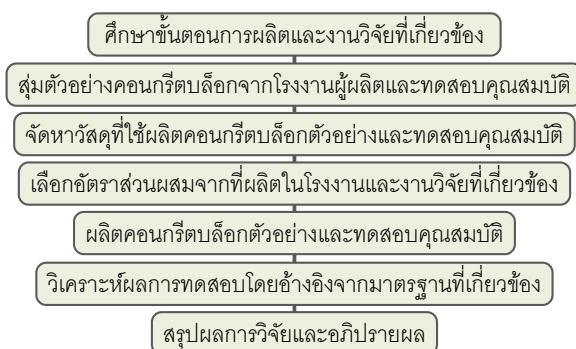
บทนำ

คอนกรีตบล็อก (Concrete Masonry Units) เป็นวัสดุก่อผนังที่ใช้งานแพร่หลาย เนื่องจากมีก้อนขนาดใหญ่ราคาไม่แพงและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี หนึ่งในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และใกล้เคียงนิยมผลิตเพื่อจำหน่ายคอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนัก (Hollow Non-Load-Bearing Concrete Masonry Units) ที่ผลิตจากหินปูนของหินปูนจากจังหวัดสระบุรี ทั้งนี้มีงานวิจัยได้ศึกษาและพัฒนาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกด้วยการใช้สารผสมเพิ่มจำพวกเถ้าชีวมวล (Biomass Ash) อย่างต่อเนื่อง งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าเถ้าชีวมวลสามารถเพิ่มคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของตัวอย่างทดสอบได้น่าพอใจ (บุรฉัตร ฉัตรวีระ, และคณะ, 2552); (อาทิมา ดวงจันทร์ และ สุวิมล สัจจวาณิชย์, 2548) อย่างไรก็ตาม

ประเภทของไส้ชีวมวลที่แตกต่างกันย่อมทำให้ผลการทดสอบแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาประเภทของไส้ชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์พบว่า เชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวลมีหลากหลาย เช่น ไม้ยูคาลิปตัสสับ ไม้เบญจพรรณ ชานอ้อย ใบอ้อย และเศษซากพืชผลทางการเกษตรตามฤดูกาล เป็นต้น จากข้อมูลข้างต้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนักที่ผลิตโดยใช้ไส้ชีวมวลที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกที่ผลิตจากอัตราส่วนผสมต่าง ๆ และเพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยเรื่องการศึกษาคูณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผสมเถ้าลอยชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์แสดงรูปที่ 1 และมีรายละเอียดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

1. คอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนักและไม่ควบคุมความชื้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 58-2530 กล่าวว่า คอนกรีตบล็อกชนิดกลวงไม่รับน้ำหนักและไม่ควบคุมความชื้น คือ คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับก่อผนังที่ไม่รับน้ำหนักบรรทุกใด ๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง ก้อนคอนกรีตบล็อกทำจากซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่าง ๆ และสารอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ ตัวก้อนคอนกรีตบล็อกมีรู

หรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดและมีผนังด้านนอกเรียกว่า เปลือก ขนาดที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์กว้าง 7 ซม. สูง 19 ซม. ยาว 39 ซม. และเปลือกหนา 1.2 ซม.

2. การผลิตคอนกรีตบล็อกในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์

โรงงานผลิตคอนกรีตบล็อกในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์ใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และหินปูนของหินปูนจากจังหวัดสระบุรีในขบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่ใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักซีเมนต์ 1 ส่วนต่อน้ำหนักหินปูนระหว่าง 20-24 ส่วน ปริมาณน้ำแปรเปลี่ยนไปตามความชื้นของหินปูน การตรวจวัดวัสดุของโรงงานที่ผลิตคอนกรีตบล็อกสำหรับงานวิจัยนี้มีรายละเอียดคือ หินปูนตรวจวัดโดยใช้กระบะซึ่งหินปูน 1 กระบะมีน้ำหนักระหว่าง 105-120 กก. สามารถผลิตคอนกรีตบล็อกได้จำนวน 20-23 ก้อน จากนั้นตรวจวัดซีเมนต์ด้วยถัง เช่น อัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อหินปูน 1:20 จะใช้ซีเมนต์ประมาณ 6 กก. ต่อหินปูน 1 กระบะ เป็นต้น เมื่อหินปูนและซีเมนต์ผสมเข้ากันดีในโม่ผสมแล้วจึงเติมน้ำใส่ การคาดคะเนปริมาณน้ำเหมาะสมทำได้ด้วยการนำวัสดุที่ผสมเข้ากันดีแล้วใส่ในฝ่ามือแล้วกำ ถ้ากำแล้ววัสดุผสมติดกันเป็นก้อนโดยไม่มีน้ำเกาะที่ผิวก็ถือว่าเป็นปริมาณน้ำเหมาะสม จากนั้นทำการอัดก้อนและบ่มขึ้นต่อเนื่องประมาณ 7 วัน ตัวอย่างคอนกรีตบล็อกในงานวิจัยแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 คอนกรีตบล็อกที่ใช้ในงานวิจัย

3. การสุ่มเก็บตัวอย่างคอนกรีตบล็อกจากโรงงานผู้ผลิต

การสุ่มเก็บตัวอย่างคอนกรีตบล็อกจากโรงงานผู้ผลิตเพื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 109-2517 อนึ่งโรงงานที่ผลิต

คอนกรีตบล็อกในช่วงที่ทำการวิจัยมีกำลังการผลิตไม่เกิน 10,000 ก้อน/วัน ดังนั้นจึงสุ่มชักตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 ก้อน ตามที่มาตรฐานกำหนด

4. วัสดุที่ใช้ผลิตคอนกรีตบล็อกตัวอย่าง

รายละเอียดวัสดุที่นำมาใช้ผลิตคอนกรีตบล็อกตัวอย่างมีดังต่อไปนี้

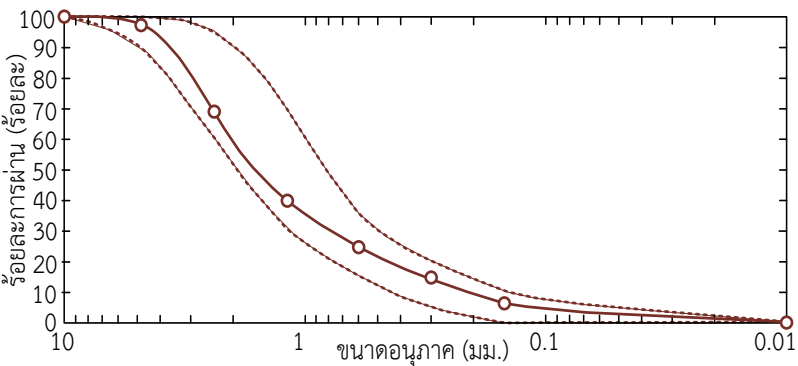
ปูนซีเมนต์: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ขนาดบรรจุ 50 กก./ถุง ตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 58-2530

หินฝุ่น: งานวิจัยนี้เลือกใช้หินฝุ่นของหินปูนจากโรงโม่หินอำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี มีสีเทาคล้ายกับซีเมนต์และมีสารอินทรีย์ปนเล็กน้อย (สุชาติ ศรีไพโรจน์ธิกุล, 2539); (อาทิมา ดวงจันทร์ และ สุวิมล สัจจาฉนิชย์, 2548) อนึ่งคุณสมบัติหินฝุ่นและการกระจายขนาดอนุภาคหินฝุ่นแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบเคมีของหินฝุ่น

องค์ประกอบเคมีวิธี XRF ของหินฝุ่นหินปูน			
ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO ₂)	0.11	โพแทสเซียมออกไซด์ (K ₂ O)	0.005
ไอรอนออกไซด์ (Fe ₂ O ₃)	0.04	แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	0.36
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	51.70	โซเดียมออกไซด์ (Na ₂ O)	0.01

คุณสมบัติทางกายภาพของหินฝุ่นหินปูน			
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	0.37-1.85	ความถ่วงจำเพาะ	2.70
ความชื้นเหมาะสม (OMC)	11.0	ค่าโมดูลัสความละเอียด (F.M.)	3.53



รูปที่ 3 การกระจายขนาดอนุภาคหินฝุ่น

ถั่วลยชวมวล: งานววจยนี้เลอกใชถั่วเบาหรือถั่วลยชวมวลในพ้ที่จ้งหวัดบุรีรัมย์จนวน 3 ชนิด คือ ชนิด A เป็นถั่วลยชวมวลจากไม้ยูคาลิปตัสผสมเศษซากพืชผลทางการเกษตรในพ้ที่อำเภอประโคนชัย ชนิด B เป็นถั่วลยชวมวลจากไม้ยูคาลิปตัสสับในพ้ที่อำเภอสตึก และชนิด C เป็นถั่วลยชวมวลจากชานอ้อยในพ้ที่อำเภอคูเมือง โดยถั่วลยชวมวลทั้ง 3 ชนิด จะถูกนำไปตากแดดให้แห้งสนิทแล้วนำไปบดให้ม่ขนาดอนุภาคเล้กกลงด้วยวิธีบอลมิลล์ (Ball Mill) แบบแห้ง (Dry Milling) ทำการบดถั่วลยชวมวลต่อเนื่องตามเวลาที่กำหนดโดยใช้ลูกบดชนิดบอลโลหะ จากนั้นนำถั่วลยชวมวลที่ผ่านการบดแล้วไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เพื่อแยกส่วนที่เป็นเศษถั่วขนาดใหญ่ออก สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของถั่วลยชวมวลทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในงานววจยนี้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของถั่วลยชวมวล

องค์ประกอบเคมีวิธี XRF	ถั่วลยชวมวล A	ถั่วลยชวมวล B	ถั่วลยชวมวล C
ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO ₂)	7.61	3.33	60.75
อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al ₂ O ₃)	-	-	3.46
ไอรอนออกไซด์ (Fe ₂ O ₃)	5.68	1.63	9.63
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	76.13	62.81	13.70
โพแทสเซียมออกไซด์ (K ₂ O)	4.79	17.25	5.88
ซัลเฟอร์ไดรอกไซด์ (SO ₃)	0.85	4.39	1.57
แมงกานีสออกไซด์ (MnO)	2.25	2.45	0.84
สตรอนเซียมออกไซด์ (SrO)	0.28	0.20	0.08
กรดฟอสฟอรัส (P ₂ O ₅)	2.03	2.17	2.61
คุณสมบัติทางกายภาพ			
น้ำหนักสูญเสียหลังเผาไหม้ (LOI)	3.8	4.9	13.4
ความละเอียด (ค่างตะแกรง 325)	95.0	66.3	81.5
ความละเอียด (ผ่านตะแกรง 200)	29.0	91.7	49.0
ความต้องการน้ำ	60.0	58.0	58.0
ความถ่วงจำเพาะ	1.815	2.194	2.124

5. อัตราส่วนผสมที่ใช้ในงานวิจัย

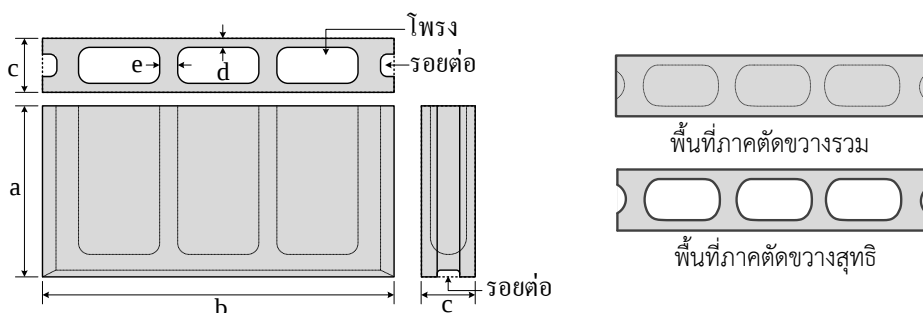
อัตราส่วนผสมของตัวอย่างทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มที่ 1 เป็นคอนกรีตบล็อกทั่วไปที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลมี 4 อัตราส่วนผสม ได้แก่ A0 A1 A2 และ A3 และกลุ่มที่ 2 เป็นคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวลมี 3 อัตราส่วนผสมได้แก่ AA AB และ AC ทั้งนี้ตัวอย่างทดสอบ A0 เป็นคอนกรีตบล็อกที่ผลิตเพื่อจำหน่ายโดยโรงงานแห่งหนึ่งในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์ อัตราส่วนผสมที่เลือกใช้อ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและที่ผลิตโดยโรงงานในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์ โดยโรงงานผลิตคอนกรีตบล็อกในอำเภอเมืองบุรีรัมย์ส่วนใหญ่ใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักซีเมนต์ต่อหินปูนระหว่าง 1:20 ถึง 1:24 ในขณะที่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเลือกใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักซีเมนต์ต่อหินปูนระหว่าง 1:4 ถึง 1:12 และใช้อัตราส่วนผสมเถ้าชีวมวลไม่เกิน 0.5 หรือร้อยละ 50 โดยน้ำหนักซีเมนต์ (สิทธิชัย แสงอาทิตย์, 2556); (วันโชค เครือหงส์ และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าอัตราส่วนผสมที่ใช้เถ้าชีวมวลระหว่าง 0.1 ถึง 0.2 โดยน้ำหนักซีเมนต์ช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตบล็อกให้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับที่ไม่ผสมเถ้าชีวมวล (จิรวรรณ วิมุตติสุขวิริยา, 2564); (ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักซีเมนต์ต่อหินปูนระหว่าง 1:16 ถึง 1:24 และใช้อัตราส่วนผสมของเถ้าชีวมวลที่ 0.15 หรือร้อยละ 15 โดยน้ำหนักซีเมนต์ รายละเอียดอัตราส่วนผสมที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมคอนกรีตบล็อกโดยน้ำหนักซีเมนต์

ตัวอย่างทดสอบ	อัตราส่วน	ซีเมนต์	เถ้าชีวมวล	หินปูน	น้ำต่อซีเมนต์	หมายเหตุ
A0		โรงงานผลิตเพื่อจำหน่าย				ไม่ผสมเถ้าชีวมวล
A1	1:16	1	-	16	0.5-0.6	ไม่ผสมเถ้าชีวมวล
A2	1:20	1	-	20	0.5-0.6	ไม่ผสมเถ้าชีวมวล
A3	1:24	1	-	24	0.5-0.6	ไม่ผสมเถ้าชีวมวล
AA	1:0.15:20	1	0.15	20	0.6-0.7	ผสมเถ้าชีวมวล A
AB	1:0.15:20	1	0.15	20	0.6-0.7	ผสมเถ้าชีวมวล B
AC	1:0.15:20	1	0.15	20	0.6-0.7	ผสมเถ้าชีวมวล C

6. ขนาดคอนกรีตบล็อก

งานวิจัยนี้ทำการผลิตคอนกรีตบล็อกจากโรงงานผู้ผลิตเพื่อจำหน่ายแห่งหนึ่งในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์ โดยโรงงานดังกล่าวได้ผลิตคอนกรีตบล็อก A0 เพื่อจำหน่ายในพื้นที่อยู่เป็นประจำ อนึ่งการกำหนดรูปแบบการวัดขนาดก้อนคอนกรีตบล็อกที่ใช้ในงานวิจัยแสดงในรูปที่ 4 และผลการวัดขนาดเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4 ตามลำดับ



รูปที่ 4 การกำหนดรูปแบบการวัดขนาดคอนกรีตบล็อก

ตารางที่ 4 ขนาดคอนกรีตบล็อกเฉลี่ย

A (มม.)	B (มม.)	C (มม.)	D (มม.)	E (มม.)		พื้นที่ตัดขวาง (ตร.ซม.)	
				บางสุด	เทียบเท่า	รวม	สุทธิ
182.5	390.0	60.4	10.5	18.4	228.3	235.56	148.26

7. มาตรฐานการทดสอบและค่าสถิติ

การหาความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำ ความพรุน และกำลังอัดคอนกรีตบล็อกอ้างอิง การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 58-2530; มอก.566 มอก.109-2517; มาตรฐาน ASTM C20 และ ASTM C140 ปริมาณความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content : OMC) ของหินฝุ่นอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D1140 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเคมีใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-Ray Fluorescence : XRF) และเทคนิควิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffractometer : XRD) ค่าสถิติประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ดังสมการต่อไปนี้

$$\bar{x} = (\sum_{i=1}^n x_i) / n \quad (1)$$

$$SD = \sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})) / n} \quad (2)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดสอบความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำ ความพรุน และกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกสำหรับงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำและความพรุนเฉลี่ย

ตัวอย่างทดสอบ	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	SD	การดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)	SD	ความพรุน (ร้อยละ)	SD
A0	2,056	4.0	7.28	0.06	14.96	0.11
A1	2,184	8.4	6.34	0.08	13.86	0.20
A2	2,158	4.4	7.47	0.03	16.11	0.10
A3	2,091	6.5	7.86	0.16	16.44	0.32
AA	2,114	1.4	8.20	0.04	17.34	0.08
AB	2,164	6.3	6.72	0.05	14.54	0.07
AC	2,127	2.8	7.21	0.02	15.34	0.05

1. ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นกลุ่มที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า คอนกรีตบล็อก A1 ซึ่งใช้อัตราส่วนผสม 1:16 มีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก A2 และ A3 ตามลำดับ การที่คอนกรีตบล็อก A1 มีความหนาแน่นมากที่สุดเนื่องจากใช้อัตราส่วนผสมที่มีปริมาณซีเมนต์มากที่สุด นอกจากนั้นยังพบอีกว่าคอนกรีตบล็อก A0 ซึ่งเป็นคอนกรีตบล็อกที่ผลิตเพื่อจำหน่ายโดยโรงงานมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับคอนกรีตบล็อก A3 ซึ่งใช้อัตราส่วนผสม 1:24 ผลการทดสอบความหนาแน่นกลุ่มที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลร้อยละ 15 พบว่า คอนกรีตบล็อก AB ซึ่งผสมเถ้าลอยไม้ยูคาลิปตัสสับมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก AC ซึ่งผสมเถ้าลอยขานอ้อยและคอนกรีตบล็อก AA ซึ่งผสมเถ้า

ลอยไม่ยุบคาบิปลัดสผสม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก AC และ AA มีค่าแตกต่างกันไม่มาก

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างคอนกรีตบล็อกทั่วไป A2 และคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า การผสมเถ้าลอยชีวมวล A หรือ C ร้อยละ 15 มีแนวโน้มทำให้ความหนาแน่นลดลงเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อก A2 อนึ่งการผสมเถ้าลอยชีวมวล B ซึ่งมีความละเอียดมากกว่าเถ้าลอยชีวมวล A และ C ส่งผลในทางตรงกันข้าม เนื่องจากอนุภาคเถ้าลอยชีวมวลขนาดเล็กสามารถแทรกเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างหินปูนได้ดี

2. การดูดกลืนน้ำ

ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำกลุ่มที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า คอนกรีตบล็อก A1 ดูดกลืนน้ำน้อยที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก A2 และ A3 ตามลำดับ โดยคอนกรีตบล็อก A0 มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ระหว่างคอนกรีตบล็อก A2 และ A3 สำหรับผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำกลุ่มที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลร้อยละ 15 พบว่า คอนกรีตบล็อก AB ดูดกลืนน้ำน้อยที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก AC และ AA ตามลำดับ ทั้งนี้การดูดกลืนน้ำที่ลดลงสอดคล้องกับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบการดูดกลืนน้ำระหว่างคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวล A2 กับคอนกรีตบล็อกที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า การผสมเถ้าลอยชีวมวล A หรือ C ร้อยละ 15 มีแนวโน้มทำให้การดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อก A2 ในขณะที่การผสมเถ้าลอยชีวมวล B ซึ่งมีความละเอียดมากกว่าเถ้าลอยชีวมวล A และ C ให้ผลตรงกันข้าม

3. ความพรุน

ผลการทดสอบความพรุนกลุ่มที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า คอนกรีตบล็อก A1 มีความพรุนน้อยที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก A0 A2 และ A3 ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบความพรุนกลุ่มที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า คอนกรีตบล็อก AB มีความพรุนน้อยที่สุด รองลงมาเป็นคอนกรีตบล็อก AC และ AA ตามลำดับ ทั้งนี้ความพรุนและการดูดกลืนน้ำที่ลดลงสอดคล้องกับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความพรุนระหว่างคอนกรีตบล็อกทั่วไป A2 กับคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า การผสมเถ้าลอยชีวมวล A หรือ C ร้อยละ 15 มีแนวโน้มทำให้ความพรุนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อก A2 ในขณะที่การผสมเถ้าลอยชีวมวล B ซึ่งมีความละเอียดมากกว่าเถ้าลอยชีวมวล A และ C จึงทำให้ความพรุนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อก A2

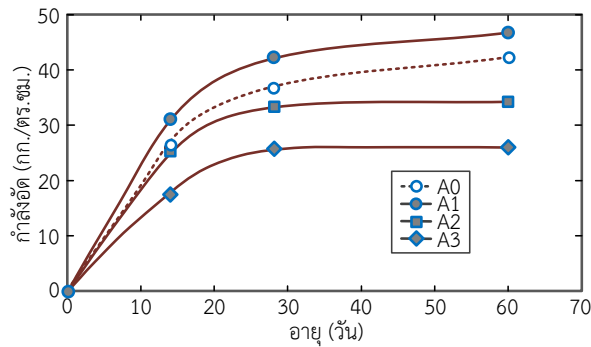
4. กำลังอัด

การคำนวณหาค่ากำลังอัดคอนกรีตบล็อกจะใช้พื้นที่หน้าตัดขวางรวมในการคำนวณ โดยผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยของทุกตัวอย่างทดสอบที่อายุ 14 วัน 28 วัน และ 60 วัน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อก

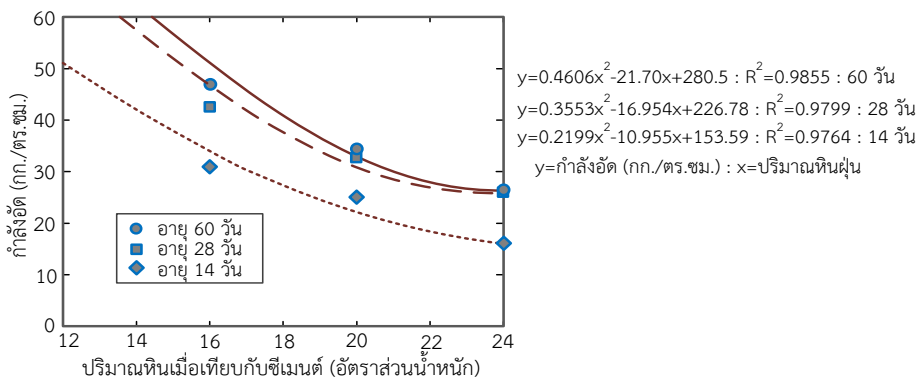
ตัวอย่าง ทดสอบ	อายุ 14 วัน (กก./ตร.ซม.)	SD	อายุ 28 วัน (กก./ตร.ซม.)	SD	อายุ 60 วัน (กก./ตร.ซม.)	SD
A0	26.1	1.6	36.1	2.6	42.4	5.0
A1	31.0	1.1	42.4	2.5	46.6	3.3
A2	25.4	2.6	33.1	3.6	34.3	2.7
A3	17.8	1.1	25.9	2.8	26.3	2.8
AA	25.7	2.2	38.2	2.7	40.3	1.5
AB	27.1	1.0	40.3	2.1	43.7	2.8
AC	26.3	2.4	39.4	1.2	42.8	1.9

เมื่อพิจารณากำลังอัดที่อายุ 28 วัน ของกลุ่มที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า กำลังอัดของคอนกรีตบล็อก A1 มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็น A0 A2 และ A3 ตามลำดับ ทั้งนี้ คอนกรีตบล็อก A0 A1 A2 และ A3 มีกำลังอัดที่อายุ 28 วันผ่านเกณฑ์กำลังอัดเฉลี่ย 5 ก่อนตามมาตรฐาน มอก.58-2530 ซึ่งกำลังอัดต้องไม่น้อยกว่า 25 กก./ตร.ซม. อย่างไรก็ตาม คอนกรีตบล็อก A3 มีกำลังอัดผ่านเกณฑ์เพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการพัฒนากำลังอัดพบว่า คอนกรีตบล็อก A2 และ A3 มีการพัฒนากำลังอัดที่อายุ 60 วัน เทียบกับที่อายุ 28 วัน เพิ่มขึ้นเล็กน้อยคิดเป็นร้อยละ 1.2 และ 0.4 ตามลำดับ การพัฒนากำลังอัดคอนกรีตบล็อกกลุ่มที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กำลังอัดคอนกรีตบล็อกไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวล

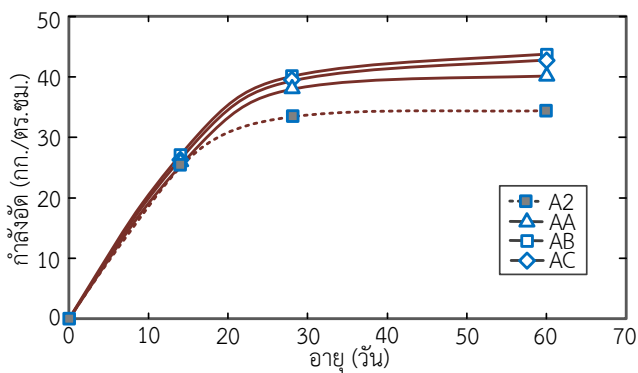
เมื่อทำนากำลังอัดคอนกรีตบล็อกไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลพบว่า คอนกรีตบล็อก A3 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ต่อหินปูน 1:24 ผ่านเกณฑ์กำลังอัดที่อายุ 28 วันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอแนะว่าควรใช้อัตราส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ต่อหินปูนขั้นต่ำคือ 1:20 เพราะคอนกรีตบล็อกที่ผลิตจะมีความมั่นคงแข็งแรงและมีต้นทุนการผลิตไม่สูงเกินไป สำหรับการทำนากำลังอัดคอนกรีตบล็อกไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวลแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การทำนากำลังอัดเมื่อแปรเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำหนักหินปูนต่อซีเมนต์

เมื่อพิจารณากำลังอัดคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวลที่อายุ 28 วัน พบว่า คอนกรีตบล็อก AB ซึ่งผสมเถ้าลอยไม้ยูคาลิปตัสสับมีกำลังอัดมากที่สุด รองลงมาเป็น คอนกรีตบล็อก AC ซึ่งผสมเถ้าลอยขานอ้อยและคอนกรีตบล็อก AA ซึ่งผสมเถ้าลอยไม้ยูคาลิปตัสผสมเศษซากพืชผลทางการเกษตร ตามลำดับ ทั้งนี้คอนกรีตบล็อก AA AB และ AC

มีกำลังอัดผ่านเกณฑ์กำลังอัดเฉลี่ย 5 ก่อนตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 นอกจากนั้นยังพบอีกว่า การผสมเถ้าลอยชีวมวล A B และ C ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักซีเมนต์ช่วยให้การพัฒนา กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเพิ่มขึ้น โดยคอนกรีตบล็อก AA มีกำลังอัดที่อายุ 28 วันเพิ่มขึ้น ร้อยละ 15.4 คอนกรีตบล็อก AC มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.0 และคอนกรีตบล็อก AB มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.8 ตามลำดับ สำหรับผลการพัฒนากำลังอัดคอนกรีตบล็อกกลุ่ม ที่ผสมเถ้าลอยชีวมวลแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 กำลังอัดคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวล

สรุปผลการวิจัย

1. ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมมีการใช้ปริมาณ ซีเมนต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่การดูดกลืนน้ำและความพรุนของคอนกรีตบล็อกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตรา ส่วนผสมมีการใช้ปริมาณซีเมนต์ลดลง
2. คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวล B หรือเถ้าไม้ยูคาลิปตัสสับมีแนวโน้มความ หนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับที่ไม่ผสมเถ้าลอยชีวมวล คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวล A หรือเถ้าไม้ยูคาลิปตัสผสมเศษซากพืชผลทางการเกษตรมีแนวโน้มการดูดกลืนน้ำและความพรุน เพิ่มขึ้น ในขณะที่คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าลอยชีวมวล C หรือเถ้าขานอ้อยมีแนวโน้มการ ดูดกลืนน้ำและความพรุนลดลงเช่นเดียวกับการผสมเถ้าไม้ยูคาลิปตัสสับ
3. ถึงแม้ว่ากำลังอัดของทุกอัตราส่วนผสมจะผ่านมาตรฐานคอนกรีตบล็อกชนิดไม่ รับน้ำหนัก แต่การนำเถ้าลอยชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ทั้ง 3 ชนิด คือ เถ้าไม้ยูคาลิปตัส

สับ เถ้าขานอ้อย และเถ้าไม้ยูคาลิปตัสผสมเศษซากพืชผลทางการเกษตรมาผสมที่สัดส่วน 0.15 หรือร้อยละ 15 โดยน้ำหนักซีเมนต์ สามารถช่วยเพิ่มกำลังอัดได้ประมาณร้อยละ 15-22

4. ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเถ้าลอยชีวมวลทั้ง 3 ชนิดจากพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อนำมาเป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลได้ดีขึ้น ส่งผลให้สามารถนำองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดการพัฒนาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกเพื่อการพาณิชย์ต่อไปได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของทางหุ้นส่วนเรื่องเกียรติก่อสร้าง จำกัด กลุ่มอุตสาหกรรมโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวลในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- จิรวัฒน์ วิมุตติสุขวิริยา. (2564). การศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผลิตจากหินฝุ่นบะซอลต์ผสมเถ้าขานอ้อยในพื้นที่อำเภอเมืองบุรีรัมย์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 16(1), 103-117.
- ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2555). การใช้เถ้าขานอ้อยเพื่อเป็นวัสดุพอลิโซลานในงานคอนกรีต. *วารสารวิชาการสมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย*, 16, 1-11.
- บุรฉัตร ฉัตรวิระ, สุธี จริยธีรเวช และ ญัฐ มากุล. (2552). คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนักและไม่ควบคุมความชื้นผสมแร่ดินเบาและเถ้าขานอ้อย. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 32(1), 59-76.
- วันโชค เครือหงส์, จิรวัฒน์ สีนศิริ, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ ปริญญ์ จินดาประเสริฐ. (2555). การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 35(2), 187-200.
- สิทธิชัย แสงอาทิตย์. (2556). อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกหรืออิฐบล็อก. *วารสารวิชาการสมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย*, 20, 1-5.

- สุชาดา ศรีโพธิ์เจริญกุล. (2539). *การศึกษาคุณภาพของหินปูนและโดโลไมต์จากแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทยโดยวิธี XRF*. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี.
- อาทิตยา ดวงจันทร์ และ สุวิมล สัจจานิชย์. (2548). *คอนกรีตบดล็กผสมเถ้าขานอ้อย*. น.6-10.
ใน: การประชุมวิชาการคอนกรีตแห่งชาติครั้งที่ 10, 2-4 พฤษภาคม 2548, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, ชลบุรี.

ผลของโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของวัยรุ่นชาย

THE EFFECTS OF MUSCLE NERVOUS SYSTEM TRAINING PROGRAM USING TENNIS BALL ON REACTION TIME OF MALE ADOLESCENT

กรวรรณ โหม่งพุด¹, ธนัมพร ทองลอง^{2,*} และ เพ็ญเพ็ญ บุษมมงคล³
Korrawan Mongput¹, Thanumporn Thonglong^{2,*} and Piangpen Bussamongkhon³

¹ สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการให้คำปรึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

³ สาขาการพยาบาลเด็ก คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

¹ Department of Educational Psychology and Counseling, Faculty of Education,
Khon Kaen University

² Department of Sports Science, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University

³ Department of Pediatric Nursing, Faculty of Nursing, Udon Thani Rajabhat University

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 16 คน โปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส (ดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.8) และกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ทำการฝึกระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึก และวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการหาค่า (t-test) ผลการศึกษา พบว่า

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและตา ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองก่อนการฝึกและหลังการฝึก แตกต่างกันอย่างมี

* ผู้ประสานงาน: ธนัมพร ทองลอง

อีเมล: E_pi_@hotmail.com

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และหลังการฝึก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย พบว่า ลูกเทนนิสสามารถพัฒนาปฏิกิริยาการตอบสนองของมือ และตา ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ได้

คำสำคัญ: ลูกเทนนิส, ระบบประสาท, ปฏิกิริยาการตอบสนอง

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of a muscle nervous system training program by using tennis balls to prove the reaction time of male students in the Sports Science Program, Udon Thani Rajabhat University. The sample group of the study comprised 20 male students purposively recruited from the Sports Science Program, Udon Thani Rajabhat University. The samples were divided into two groups of 10 people: the experimental group assigned to the muscle nervous system training program by using tennis balls, and the control group. The training period was six weeks. The pre-test and post-test were applied for response time measurements. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and t-test. The results of this research were as follows;

1. The comparison results of the average hand and eye reaction times within the experimental group and the control group reveal that there was a statistically significant difference at the 0.05 level between pre-test and post-test of the experimental group but there was no statistically significant difference at for the control group;

2. The comparison results of the mean difference of hand and eye reaction time test between the experimental group and the control group reveal that there was no statistically significant difference between the experimental group and the control group before the training, but there was a statistically significant difference at the 0.05 level between both groups after training.

This research could be concluded that the tennis balls training program could develop the hand and eye response within 6 weeks.

Keywords: Tennis ball, nervous system, response

บทนำ

การเคลื่อนไหวร่างกายที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตถ้ามีปฏิกิริยาการรับรู้ การตัดสินใจ และการสั่งงานของระบบประสาทเป็นอย่างดีย่อมจะส่งผลให้มีเวลาปฏิกิริยาดีตามไปด้วยซึ่งการมีเวลาปฏิกิริยาดีจะส่งผลให้บุคคลนั้นเป็นบุคคลที่ได้เปรียบบุคคลอื่นในการปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไวเวลาปฏิกิริยามีความสำคัญต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากเพราะในชีวิตประจำวันมนุษย์ต้องปฏิบัติภารกิจที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองสิ่งเร้ามากมาย (เพ็ญจันทร์ ศรีสุขสวัสดิ์, 2546)

เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว ปฏิกิริยาต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังประสาทจาก Receptor ขึ้นไปสู่สมองที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยแบ่งเป็นช่วงดังนี้ Reception time คือช่วงรับรู้สิ่งเร้าหรือสิ่งที่มากระตุ้น Decision Period คือช่วงตัดสินใจว่าจะตอบสนองอย่างไร Motor Movement Time คือ ช่วงที่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2540) ให้ข้อแนะนำว่าเวลาปฏิกิริยาเป็นการทำงานที่อยู่ภายใต้จิตใจซึ่งจะใช้เวลานานน้อยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาตัดสินใจว่าจะสามารถตัดสินใจเลือกพฤติกรรมที่จะตอบสนองได้เร็วเพียงใด

ความสามารถของมนุษย์ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (reaction time) หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการได้รับสิ่งเร้า และรับรู้ จนกระทั่งเริ่มตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น เวลาปฏิกิริยาจึงมีความสำคัญต่อความสามารถในการแสดงออกทางด้านทักษะ การเคลื่อนไหว เวลาปฏิกิริยาสามารถจะฝึกฝนให้ดีขึ้นได้ โดยขึ้นอยู่กับ

กิจกรรมแต่ละประเภทที่มีลักษณะของการเคลื่อนไหว การใช้ทักษะ และกระบวนการฝึกฝนที่แตกต่างกันออกไปสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยส่งผลให้เกิดการพัฒนาของเวลาปฏิกิริยาในกีฬาประเภทนั้น ๆ ดังนั้น รูปแบบกิจกรรมการฝึกมีหลากหลายวิธี หนึ่งในวิธีนั้น คือ การฝึกด้วยลูกเทนนิส เพื่อพัฒนาการประสานงานระหว่างตาและมือ เวลาปฏิกิริยา และสมาธิ ซึ่งเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาการตอบสนองอย่างรวดเร็วและฉับไว การทำงานของกล้ามเนื้อเล็กที่ต้องประสานงานกัน ทักษะในการควบคุมความแม่นยำการเคลื่อนไหวแขน อย่างรวดเร็ว โดยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญอย่างหนึ่งของความเร็วในการเคลื่อนไหว และประสิทธิผลของการตัดสินใจ เวลาปฏิกิริยาเป็นช่วงเวลาระหว่างที่ส่งเร้าเริ่มกระตุ้นไปจนถึงการตอบสนองด้วยการเคลื่อนไหวตามมา (เกรียงไกร ชูศักดิ์ และคณะ, 2555)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึก โดยใช้ลูกเทนนิสเพื่อพัฒนาการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการทำงานเวลาปฏิกิริยาตอบสนองมือและตาของกลุ่มนักศึกษาชาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกาย เพื่อช่วยในการพัฒนาสมรรถนะและการเคลื่อนไหวอีกทั้งเป็นการส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยใช้ลูกเทนนิสที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของเวลาปฏิกิริยาของนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ภายหลังฝึกโปรแกรมการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยใช้ลูกเทนนิส

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มนักศึกษาชาย สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จากการเปรียบเทียบตารางของโคเฮน (Cohen, 1988) ที่ระดับค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ .05 กำหนดอำนาจการทดสอบ เท่ากับ .80 ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.40 ได้กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 12 คน ผู้วิจัยเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องกันการสูญหาย เป็นจำนวนกลุ่มละ 16 คน ซึ่งผู้วิจัยทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของ

มือและตา และจัดเรียงลำดับผู้ที่มีเวลาปฏิริยามากไปหาน้อย หลังจากนั้นทำการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่ม จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ฝึกตามโปรแกรมการฝึกโดยใช้ลูกเทนนิส จำนวน 16 คน และกลุ่มควบคุม ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 16 คน โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดคุณสมบัติในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion Criteria)

1. นักศึกษาชาย สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
2. ไม่มีประวัติความเจ็บป่วยทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
3. มีความเต็มใจและยินดีในการเข้าร่วมวิจัย สามารถเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยจนสิ้นสุดกระบวนการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกรายการ (Exclusion Criteria)

1. ขณะการฝึกเกิดการบาดเจ็บจนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยได้
2. ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยทุกขั้นตอน

เครื่องมือใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ใช้เวลาการฝึกวันละ 50 นาที แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงออกกำลังกาย และช่วงคลายอุ่นกล้ามเนื้อ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าเท่ากับ .80 โดยมีรายละเอียดของการฝึกโปรแกรม ดังนี้

1.1 สัปดาห์ที่ 1-2 รูปแบบโปรแกรมจะสร้างความคุ้นเคยกับลูกเทนนิส โดยทำการโยนและรับลูกเทนนิสขึ้นบนอากาศในระดับสายตาด้วยมือแต่ละข้าง

1.2 สัปดาห์ที่ 3-4 รูปแบบโปรแกรมเพื่อฝึกการทำงานประสานสัมพันธ์ของระบบสมองซีกซ้าย และซีกขวา โดยทำการโยนและรับลูกเทนนิสกระทบบนผนังตั้งฉากด้วยมือแต่ละข้าง และมีระยะห่างในการยืนโยน 1 เมตร

1.3 สัปดาห์ที่ 5-6 รูปแบบโปรแกรมเพื่อฝึกการทำงานประสานสัมพันธ์ของระบบสมองซีกซ้าย ซีกขวา และปฏิริยาตอบสนอง จับคู่หันหน้าเข้าหากันโดยทำการโยนและรับลูกเทนนิสด้วยมือแต่ละข้าง และมีระยะห่างในการยืน 1 เมตร

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ลูกเทนนิส

2.2 ห้องที่มีพื้นเรียบ

2.3 ชุดทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและตา (Witty SEM[®], USA)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. อาสาสมัครทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ด้วยชุดทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและตา ก่อนการ ทดลองโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

2. ผู้วิจัยอธิบาย สาธิตและทดลองสอน รูปแบบการฝึกโดยใช้ลูกเทนนิสให้อาสาสมัคร ปฏิบัติตาม โดยทำการทดลองตาม โปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยใช้ลูกเทนนิส ทำการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ วันละ 60 นาที

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ก่อนการทดลองโปรแกรม การฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ในก่อนการทดลองและหลังการทดลอง มา ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ในทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลทั่วไป และเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของกล้ามเนื้อ

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ภายในกลุ่มของตัวแปรก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สถิติการทดสอบค่า (Paired t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ระหว่างกลุ่มของตัวแปร โดยใช้การทดสอบค่าที (Independent t-test) กำหนดค่าความมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล	กลุ่มทดลอง (Mean $\pm$ S.D.)	กลุ่มควบคุม (Mean $\pm$ S.D.)
อายุ (ปี)	18.80 $\pm$ 0.63	19.40 $\pm$ 0.70
น้ำหนัก (กิโลเมตร)	66.80 $\pm$ 9.53	63.50 $\pm$ 5.15
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	173.40 $\pm$ 7.37	173.00 $\pm$ 5.89

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 18.80 $\pm$ 0.63 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเท่ากับ 66.80 $\pm$ 9.53 มีค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเท่ากับ 173.40 $\pm$ 7.37 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 19.40 $\pm$ 0.70 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเท่ากับ 63.50 $\pm$ 5.15 และมีค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเท่ากับ 173.00 $\pm$ 5.89 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติกิจกรรมตอบสนองของมือและตาภายในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

กลุ่ม	เวลาปฏิบัติตอบสนอง		Mean difference (Mean)	t	p-value
	(Mean $\pm$ S.D.)				
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก			
กลุ่มทดลอง	1.06 $\pm$ 0.14	0.94 $\pm$ 0.08	0.11	2.93	0.02*
กลุ่มควบคุม	1.07 $\pm$ 0.13	1.02 $\pm$ 0.13	0.05	2.05	0.07

* p-value < .05

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติกิจกรรมตอบสนองของมือและตา ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติกิจกรรมตอบสนองของมือและตาภายในกลุ่มทดลองก่อนการฝึกและหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติกิจกรรมตอบสนองของมือ

และตามภายในกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

กลุ่ม	เวลาปฏิบัติทวาทบสนอง (Mean $\pm$ S.D.)		Mean difference (Mean)	t	p-value
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม			
ก่อนการฝึก	1.06 $\pm$ 0.14	1.07 $\pm$ 0.13	0.01	0.16	0.83
หลังการฝึก	0.94 $\pm$ 0.08	1.02 $\pm$ 0.13	0.07	1.51	0.02*

* p-value < .05

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลของการพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิสที่มีต่อเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของนักศึกษาชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ภายหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาเวลาของปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตาในกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติทวาทบสนองของมือและตาลดลง เนื่องจากโปรแกรมการฝึกมีรูปแบบที่หลากหลาย มีการเปลี่ยนทิศทางการลูกเทนนิสที่กระดอนตลอดเวลาทำให้การประสานงานกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีการทำงานเพิ่มมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่าเวลาปฏิบัติทวาทบสนองจึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญอย่างหนึ่งของความเร็วในการเคลื่อนไหว และประสิทธิผลของการตัดสินใจ เวลาปฏิบัติทวาทบสนองเป็นช่วงเวลาระหว่างที่สิ่ง

เราเริ่มกระตุ้นไปจนถึงการตอบสนองด้วยการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ ถาวร กุมุทศรี (2548) ได้กล่าวว่า วิธีการฝึกเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อคือ การฝึกแบบซ้ำ ๆ กิจกรรมการฝึกมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การรับส่งลูกบอล การเคลื่อนที่ในทิศทางเกมที่มีการเคลื่อนไหว โดยกิจกรรมต่าง ๆ นั้นเราควรคำนึงถึงสภาพที่เป็นจริงและเป็นกิจกรรมที่มีความสนุกสนานเรียกความสนใจได้ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจนไม่อยากจะปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ สนธยา สีสะมาต (2547) ได้กล่าวว่า สมาธิและความตั้งใจ การมีความสามารถทางด้านพลระดับสูงจะช่วยสนับสนุนให้นักกีฬาเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว ความสามารถทางด้านความเร็ว และเวลาปฏิกิริยาบ่อยครั้งจะขึ้นอยู่กับเทคนิคทักษะ เนื่องจากการจัดตำแหน่งร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ จะสนับสนุนการปฏิบัติทักษะที่ต้องการความเร็ว การรักษาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงให้ถูกต้อง และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างส่งผลกระทบต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง เช่น ความตั้งใจ ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ เป็นต้น นักกีฬาจำเป็นต้องตอบสนองต่อการตีโต้แตกต่างกันออกไปในแต่ละครั้ง ทั้ง ด้านความเร็วของลูกบอล ทิศทาง ลักษณะการเคลื่อนที่หรือหมุนของลูกบอล แต่ละปัจจัยเหล่านี้ต้องการการตอบสนอง และรูปแบบการเคลื่อนที่เพื่อตอบโต้อย่างมีประสิทธิภาพแตกต่างกันออกไป เวลาปฏิกิริยาตอบสนองแบบตัวเลือกที่นักกีฬาต้องจำแนกสิ่งเร้าที่เกิดขึ้น และเลือกการตอบสนองที่สอดคล้องกับสิ่งเร้านั้นที่สุด เวลาปฏิกิริยาตอบสนองยาวนานขึ้น เป็นผลมาจากจำนวนของการเปลี่ยนแปลงสิ่งเร้า-การตอบสนองที่มากขึ้น และเป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง จะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวเลือกเพิ่มขึ้น แต่ผลของการฝึกหัดไม่เป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) ถ้าฝึกหัดมากจะลดเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Richard & Timothy, 2005) รูปแบบการฝึกมีการใช้ลูกบอล เพื่อเป็นการเพิ่มสิ่งเร้าที่มากระตุ้นให้มากขึ้น หรือบอลมีการเปลี่ยนทิศทางที่ไม่แน่นอน เป็นการฝึกให้มีการเลือกการตอบสนองจากสิ่งเร้าที่เพิ่มมากขึ้น ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาการตอบสนองลดลง อีกทั้งรูปแบบการฝึกมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของการฝึกเป็นประจำซ้ำ ๆ กัน ซึ่งมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรใช้ระยะเวลาทดลองมากกว่า 8 สัปดาห์ เพื่อผลการทดสอบจะได้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น
2. ควรนำผลของโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ไปฝึกกับช่วงวัยอื่น ๆ เช่น วัยเด็ก วัยผู้ใหญ่ เป็นต้น
3. ควรทำผลของโปรแกรมการฝึกกระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยใช้ลูกเทนนิส ผสมผสานกับโปรแกรมการฝึกความแข็งแรง ไปใช้ใน การพัฒนาสมรรถภาพทางกลไก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และอาสาสมัครในการทำการวิจัยทุกคน

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร ชูศักดิ์, ภคอร ฉับพังษ์, เยาวภา แหลมฉลาด และ อรวรีย์ อิงคเดชะ. (2555). การเปรียบเทียบผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาก่อนและหลังด้วยโปรแกรมป้อนบอลและลูกบอล Reaction ในกีฬาเทเบิลเทนนิส. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา*, 12(2), 51-59.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. (2540). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ: เทพรัตน์การพิมพ์.
- ถาวร กมุทศรี. (2548). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. กรุงเทพฯ: มิเดีย เพรส.
- เพ็ญจันทร์ ศรีสุขสวัสดิ์. (2546). เวลาปฏิกิริยาของบุคคลในแต่ละช่วงอายุทั้งชายและหญิง. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 15(1), 57-72.
- สนธยา สีละมาด. (2547). *หลักการฝึกสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Richard, A. S., & Timothy D. L. (2005). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

ภูมิปัญญาการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อบ่งชี้เพศของต้นกัญชา ในพื้นที่เขตจังหวัดสกลนคร

THE WISDOM OF ANALYZING EXTERNAL ATTRIBUTES TO DETERMINE THE
SEX OF THE CANNABIS PLANT IN THE AREA OF SAKON NAKHON PROVINCE

นพดล หงษ์สุวรรณ^{1,*}, รัตนา อินทเกตุ¹, อาทิตยา โคตรสมบัติ² และ บุษราภรณ์ ทับสีแก้ว³
Noppadol Hongsuwan^{1,*}, Rattana Intaket¹, Athitaya Khotsombat²
And Butsaraporn Thapseekaeo³

¹ สาขาแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

² งานแพทย์แผนไทย กลุ่มงานปฐมภูมิและองค์รวม โรงพยาบาลบ้านแพง

³ กลุ่มงานการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก โรงพยาบาลพนพิสัย

¹ Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology
Isan, Sakon Nakhon Campus

² Thai Traditional Medicine, Primary Care Unit, Banphaeng Hospital

³ Thai Traditional and Alternative Medicine Division, Phon-pisai Hospital

บทคัดย่อ

การศึกษาภูมิปัญญาการบ่งชี้เพศของต้นกัญชาในพื้นที่จังหวัดสกลนครมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภูมิปัญญาการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อบ่งชี้เพศของกัญชาเพศผู้ เพศเมีย และกะเทย ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร โดยเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์บุคคลที่มีองค์ความรู้ในการปลูกกัญชา และเป็นผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษ ประเภท 5 เฉพาะกัญชา (โดยการปลูก) ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จำนวน 6 ท่าน จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดสามารถจำแนกการแยกเพศของต้นกัญชาได้ดังต่อไปนี้ การแยกเพศของต้นกัญชาสามารถแยกได้ตั้งแต่ยังเป็นเมล็ดพันธุ์ การดูความยาวของรากที่งอกออกจากเมล็ด การดูองศาลักษณะการขึ้นของใบจริงคู่แรก ลักษณะเขียวใบ แต่การแยกเพศของต้นกัญชาจากลักษณะที่กล่าวข้างต้นยังให้ผลไม่เป็นที่ชัดเจนมากนัก แต่ถ้าหากว่าสังเกตลักษณะบริเวณโคนก้านใบและช่อดอกที่โตเต็มที่ของกัญชา จะเป็นวิธีการแยกเพศของต้นกัญชาที่ชัดเจนและแน่นอนมาก

* ผู้ประสานประสานงาน: นพดล หงษ์สุวรรณ

อีเมลล์: noppadol.ho@muti.ac.th

ที่สุด ซึ่งการแยกเพศของต้นกัญชานั้นมีประโยชน์ทางการแพทย์ เพราะสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) และสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpene) เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง จะพบมากในช่อดอกของต้นกัญชาเพศเมีย โดยสาร Δ^9 -เททระไฮโดรแคนนาบินอล [$(\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC)] เป็นสารที่พบในปริมาณสูงที่สุดในกลุ่มแคนนาบินอยด์ สำหรับในทางการแพทย์แผนไทยมีการนำทุกส่วนของต้นกัญชามาใช้ปรุงยาขึ้นอยู่ว่าตำรับยาแต่ละตำรับ ต้องการสรรพคุณในด้านใด ซึ่งในแต่ละส่วนของต้นกัญชาก็มีสรรพคุณที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ภูมิปัญญา, กัญชา, เพศกัญชา

Abstract

The study of the wisdom in sex identification of cannabis plants in Sakon Nakhon Province aimed to investigate the wisdom of analyzing the sex identification of the cannabis plants as male, female and of male, female and hermaphroditic in the area of Sakon Nakhon Province. Data were collected by interviewing six individuals with knowledge of cannabis cultivation and who were licensed for the production of Narcotics Categories 5 (Marijuana only), by cultivation in Sakon Nakhon Province. From data collected, it is possible to classify the sexes of the cannabis plants as follows; the sexes of cannabis plants could be identified since they were seeds by observing the length of the roots that have sprouted from the seeds, the angle of pointing of the first pair of true leaves and characteristics of fangs. However, sex distinction of cannabis plants from the traits mentioned above is not very clear. The appearance of the base of petiole and the mature buds of cannabis are the precise way to distinguish the sex of cannabis plants. The sex identification of the cannabis plants has the medicinal benefits due to the cannabinoids and terpenes are active substance on the central nervous system and mostly found in the buds of female cannabis plants, and the Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC)] is found in the highest

amount in the cannabinoids. In Thai traditional medicine, every single part of the cannabis plant is used to make medicine potion according to the recipes for each required property and each part of the cannabis plant provided different properties.

Keywords: wisdom, cannabis, gender marijuana

บทนำ

กัญชาเป็นพืชล้มลุกปีเดียวที่มีการใช้สำหรับนันทนาการทั่วโลกมาเป็นเวลานาน จัดเป็นหนึ่งในสมุนไพรที่เก่าแก่ที่สุดในโลก มีหลักฐานการใช้กัญชาทางการแพทย์ที่พบในหลายประเทศ ทั้งประเทศจีน ประเทศอินเดีย ประเทศเปอร์เซีย และประเทศแถบยุโรป ประเทศไทยได้รับอิทธิพลการใช้กัญชามาจากประเทศอินเดียในเรื่องของการนำมาประกอบเป็นเครื่องเทศปรุงอาหาร และการใช้เป็นยารักษาโรค (Woodbridge, 2020) กัญชาเป็นพืชในวงศ์ CANNABACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cannabis sativa* L. มีชื่อเรียกอื่นๆ กัญชา กัญชาจีน (ทั่วไป) ยานอ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) ปาง (เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ต้าหมา (จีนกลาง) คุณเช่า (จีน) เป็นต้น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นกัญชาชนิดนี้ เป็นพรรณไม้ล้มลุกฤดูเดียว มีความสูงได้ตั้งแต่ 1-3 เมตร ลำต้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ตั้งตรง มีขนาดเล็ก มีขนสีเขียวอมเทาและไม่ค่อยแตกสาขา ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ในประเทศไทยพบการปลูกมากตามแนวเขาทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใบเดี่ยว รูปฝ่ามือ ออกเรียงตรงข้าม ลักษณะของใบแตกออกเป็นแฉกๆ ประมาณ 5-9 แฉก แต่ละแฉกเป็นรูปลายวรี ปลายและโคนสอบ ขอบใบทุกแฉกเป็นหยักแบบฟันเลื่อย ขนาดกว้างประมาณ 0.3-1.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร เป็นแบบแยกเพศ ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจะแยกกัน อยู่คนละต้น ออกดอกเป็นช่อที่ง่ามใบหรือปลายกิ่ง ดอกเป็นสีเหลืองหรือสีเขียว (สุรศักดิ์ อิ่มเอี่ยม และคณะ, 2562) จังหวัดสกลนคร ถูกจัดให้เป็นมหานครแห่งกัญชาเวช เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่ขึ้นชื่อว่ามีกัญชาที่มีคุณภาพดีที่สุด ชื่อว่า กัญชาไทยสายพันธุ์หางกระรอก (Thai stick) ที่เป็นสายพันธุ์ที่ดั้งเดิมขึ้นอยู่ตามธรรมชาติบนเทือกเขาภูพาน จังหวัดสกลนคร มาตั้งแต่สมัยโบราณ ก่อนที่จะถูกกำหนดให้เป็นสิ่งเสพติดให้โทษประเภทที่ 5 จนมีกฎหมายนิรโทษกรรมสำหรับผู้ป่วยที่มีความจำเป็นต้องใช้กัญชาเพื่อรักษาโรคเฉพาะ จึงจะได้รับ

อนุญาตให้ปลูกกัญชาได้ และรวมถึงอนุญาตให้สามารถนำกัญชามาทำการวิจัย เพื่อทำเป็นยารักษาโรคได้แต่ยังคงให้กัญชาเป็นยาเสพติดให้โทษ (ราชกิจจานุเบกษา 2562: 7-8) ตามตำราสรรพคุณยาไทยระบุว่า กัญชามีรสเมาเบื่อ มีสรรพคุณแตกต่างกันตามส่วนที่ใช้ เช่น ใบมีสรรพคุณแก้หอบหืด เจริญอาหาร ชูกำลัง แต่ทำให้จิตใจขลาดกลัว ตาลาย ประสาทหลอน ดอกมีสรรพคุณแก้โรคประสาท ทำให้อนหลับ เจริญอาหาร ละลายเสมหะในลำคอ เป็นต้น และยังพบรายงานเกี่ยวกับการใช้ ประโยชน์ทางการแพทย์ เช่น การรักษามะเร็ง เป็นยากันชัก ลดอาการปวด องค์ประกอบสารเคมีในกัญชาที่สำคัญ ได้แก่ สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) และสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) (พรชัย สีนเจริญโกโคย และคณะ, 2564) ซึ่งพบมากในช่อดอกของต้นกัญชาตัวเมียที่ยังไม่ได้ผสมพันธุ์ ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญในการคัดแยกต้นกัญชาเพศผู้ เพศเมีย และกะเทย เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ทางการแพทย์ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาภูมิปัญญาการบั้งชีเพศต้นกัญชา จากผู้ที่มีองค์ความรู้ในเรื่องของการปลูกกัญชาในพื้นที่จังหวัดสกลนคร เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนากัญชาทางการแพทย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในอนาคต ซึ่งผู้วิจัยจึงทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพืชกัญชาในเรื่องการศึกษาวิจัยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ลงในราชกิจจานุเบกษาทุกฉบับแล้ว (ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 136 ตอนพิเศษ 218 ง. หน้า 1-3.; ตอนพิเศษ 49 ง. หน้า 2-4, 7-8.; ตอนพิเศษ 94 ง. หน้า 27.) พบว่าการศึกษาภูมิปัญญาการบั้งชีเพศของกัญชา ไม่ขัดต่อข้อมูลกฎหมายดังกล่าว

วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาองค์ความรู้ในการแยกเพศของกัญชาจากผู้ซึ่งเป็นบุคคลผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา (โดยการปลูก) เป็นผู้ที่มีองค์ความรู้ในเรื่องของการปลูกกัญชาในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จำนวน 6 ท่าน ซึ่งเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2562 - 29 กุมภาพันธ์ 2563

วิธีการศึกษาวิจัยและขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลจากงานวิจัย และบททวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากเอกสารสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ

2. ติดต่อประสานงานกับผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา ผู้ที่มีองค์ความรู้ในเรื่องของการปลูกกัญชาในพื้นที่จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตในการสัมภาษณ์เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย
3. เตรียมแบบสัมภาษณ์ในการสัมภาษณ์ผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง และความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์
4. เสนอขอจริยธรรมการศึกษาวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในมนุษย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร เลขที่ NRFIS20-001
5. สัมภาษณ์ผู้ที่มีองค์ความรู้ในเรื่องของการปลูกกัญชา ที่ได้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จำนวน 6 ท่าน
6. รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ เรียบเรียงเป็นเนื้อหา และสรุปผลการศึกษาวิจัย
7. การวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของผู้ให้ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง คือต้องเป็นบุคคลผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษ ประเภท 5 เฉพาะกัญชา (โดยการปลูก) ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับใบอนุญาตตามราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 49 ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข 3 ฉบับ เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562

เกณฑ์การคัดเลือกของกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือก

- 1) ผู้มีองค์ความรู้ในการปลูกกัญชา ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร
- 2) ผู้รับอนุญาตผลิตซึ่งยาเสพติดให้โทษ ประเภท 5 เฉพาะกัญชาที่ได้รับใบอนุญาตตามราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 49 ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข 3 ฉบับ เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 49 ง. หน้า 2-4, 7-8.; ตอนพิเศษ 94 ง. หน้า 27.)
- 3) บุคคลผู้ที่สามารถพูดคุยรู้เรื่อง ไม่สับสน
- 4) บุคคลผู้ยินยอมให้เก็บข้อมูล

เกณฑ์การคัดออก

- 1) ผู้ให้ข้อมูลมีความประสงค์ที่จะยุติการให้ข้อมูล

กัญชา

ชื่อสามัญ: Cannabis, Ganja, Marijuana, Marihuana, Hemp, Indian Hemp, Hashish, Hash, Kuf, Dope, Reefer, Sens, Sess, Skunk, Smoke, Mary jane, Gage, Grass,

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cannabis sativa* L.

วงศ์กัญชา: CANNABACEAE

ชื่อเรียกอื่นๆ: กัญชา กัญชาจีน (ทั่วไป) ยานอ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) ปาง (เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ต้าหมา (จีนกลาง) คุณเช่า (จีน) เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นกัญชา จัดอยู่ในตระกูลเป็นพรรณไม้ล้มลุกฤดูเดียว มีความสูงได้ตั้งแต่ 1-3 เมตร ลำต้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ตั้งตรง มีขนาดเล็ก มีขนสีเขียวอมเทาและไม่ค่อยแตกสาขายาวพันธุโดยใช้เมล็ด และสามารถเจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิด ชอบดินที่มีลักษณะร่วนซุย ถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย พบการกระจายพันธุ์ในเขตทวีปแอฟริกาเขตร้อน ทวีปยุโรป อัฟกานิสถาน ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และฮาวาย พบปลูกมากในทวีปยุโรป ประเทศบราซิล อเมริกากลางและแคริบเบียน สำหรับในประเทศไทยพบการปลูกมากตามแนวเขาทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ใบกัญชา ใบเดี่ยว รูปฝ่ามือ ออกเรียงตรงข้าม ลักษณะของใบแตกออกเป็นแฉกๆ ประมาณ 5-9 แฉก แต่ละแฉกเป็นรูปยาวรี ปลายและโคนสอบ ขอบใบทุกแฉกเป็นหยักแบบฟันเลื่อย ขนาดกว้างประมาณ 0.3-1.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนเป็นสีเขียวเข้ม ด้านล่างท้องใบมีสีเทาอ่อนเล็กน้อย ขนต่อมกระจายทั่วผิวใบด้านบน ด้านล่างมีขนอ่อนนابتไปกับแผ่นใบ ก้านใบยาวประมาณ 4-15 เซนติเมตร ในก้านหนึ่งจะมีใบเดี่ยว 3-11 ใบ มีกลิ่นเหม็นเขียว

ดอกกัญชา เป็นแบบแยกเพศ ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียจะแยกกันอยู่คนละต้น ออกดอกเป็นช่อที่ง่ามใบหรือปลายกิ่ง ดอกเป็นสีเหลืองหรือสีเขียว มีทั้งดอกช่อเพศผู้และดอกช่อเพศเมีย โดยช่อดอกและใบของต้นเพศผู้จะจัดเรียงตัวกันแบบห่างๆ ต้นเพศเมียดอกเรียงชิดกัน ดอกเล็ก และดอกเพศเมียจะมีโคนก้านใบหุ้มอยู่

ผลกัญชา (เมล็ด) ลักษณะของผลเป็นรูปไข่กว้าง ผิวผลเรียบเป็นมัน สีน้ำตาล แกมเทาหรือสีเทาเข้ม มีใบประดับหุ้ม ในผลจะมีเมล็ดขนาดเล็ก เมล็ดมีลักษณะกลม ผลแห้ง ขนาดเล็ก เมล็ดล่อน ไม่แตก

สรรพคุณของกัญชา

เมล็ด ตำรายาไทยจะใช้เมล็ดกินเป็นยาชูกำลัง ช่วยเจริญอาหาร แก้กะหาย น้ำ แก่ท้องผูก แต่ถ้ากินมากจะมีอาการหวาดกลัวและหมดสติ

ดอก ดอกใช้เป็นยาแก้โรคประสาท เช่น อาการนอนไม่หลับ คิดมาก หรือใช้กับผู้ป่วยที่เบื่ออาหาร โดยนำมาปรุงกับอาหารให้รับประทาน

ใบ ใช้เป็นยาแก้ไข้ผอมเหลือง ไม่มีกำลัง ตัวสั่น เสียงสั่น รักษาโรคหอบหืด ช่วยขยายหลอดลมและลดการหดตัวของหลอดลม ด้วยการนำใบสดมาหั่นให้เป็นฝอยแล้วเอาไปตากแห้ง จากนั้นจึงนำมาสูบเป็นยารักษาโรค

ทั้งต้น ช่วยแก้ประจำเดือนไม่ปกติของสตรี แก้โรคผิวหนังกลากเกลื้อน แก้กล้ามเนื้อกระดูก

ข้อควรระวัง: ในกรณีที่ได้รับประทานมากเกินไปทำให้เกิดประสาทหลอน ตาลาย ชัก หรือกลายเป็นเสพติด ในผู้ชายหากรับประทานมากเกินไปจะทำให้ น้ำกามเคลื่อน ส่วนสตรีที่รับประทานมากเกินไปจะทำให้เกิดอาการตกขาว

สารองค์ประกอบเคมีในกัญชาที่สำคัญ

มีสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) ที่สำคัญ เช่น Δ^9 -เททระไฮโดรแคนนาบินอล [(Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC)] แคนนาบิเจอร์อล (Cannabigerol, CBG) แคนนาบิไดออล (Cannabidiol, CBD) แคนนาบินอล (Cannabinal, CBN) สารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpene) เป็นต้น Δ^9 -THC เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง พบมากในช่อดอกเพศเมีย (กะหล่ำกัญชา) โดยสาร Δ^9 -THC เป็นสารที่พบในปริมาณสูงที่สุดในกลุ่มแคนนาบินอยด์ อาจพบถึงร้อยละ 17.3 (สุรศักดิ์ อิ่มเอี่ยม และคณะ, 2562)



รูปที่ 1 ต้นกัญชา



รูปที่ 2 ช่อดอกกัญชา (กะหรี)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 6 คน ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณลักษณะภายนอกเพื่อแยกเพศต้นกัญชา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ได้ความดังนี้

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 สามารถแยกเพศได้จากการสังเกตลักษณะเมล็ด และตรงบริเวณโคนก้านใบของต้นกัญชาในช่วงเวลาที่ใกล้จะออกดอก

- การสังเกตลักษณะของเมล็ดกัญชา ที่เป็นเมล็ดของต้นกัญชาเพศเมีย จะมีสีดำ รูปร่างกลมอวบ และมีวลดลายบนเมล็ดที่สวยงาม สำหรับเมล็ดของกัญชาเพศผู้ จะมีสีขาว ออกต่าง รูปร่างรียาว

- การสังเกตตรงบริเวณโคนก้านใบ การแยกเพศต้นกัญชาจากโคนก้านใบ เมื่อช่วงระยะเวลาที่ต้นกัญชาใกล้จะออกดอกให้ดูที่บริเวณโคนก้านใบ ต้นกัญชาเพศเมียจะพบลักษณะเป็นเส้นขนสีขาวบริเวณใกล้กับบริเวณข้อของลำต้น ส่วนต้นกัญชาเพศผู้จะพบเป็นเม็ดเล็ก ๆ ใกล้กับบริเวณข้อของลำต้น ส่วนต้นกัญชากะเทยจะพบทั้ง 2 ลักษณะอยู่ในต้นเดียวกัน

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 สามารถแยกเพศกัญชาได้จากการสังเกตลักษณะเมล็ด ลักษณะการงอกของราก และลักษณะใบจริงคู่แรก ของต้นกัญชา

- การสังเกตลักษณะของเมล็ดกัญชา โดยเมล็ดของต้นกัญชาเพศเมียจะมีหัวเมล็ดกลมเหมือนปล่องภูเขาไฟ เนียน และมีหลุมลึก และมีลายเส้นสีดำรอบหัวเมล็ด แต่ถ้าเป็นเมล็ดของต้นกัญชาเพศผู้จะมีลักษณะหัวเมล็ดขรุขระ เป็นหลุมตื้น ไม่มีเส้นสีดำรอบหัวเมล็ด และบริเวณหัวเมล็ดจะเป็นรอยนูนขาว ๆ เหมือนรากไม้

- การสังเกตลักษณะการงอกของราก หลังนำเมล็ดกัญชาบ่มในกระดาดทิชชูที่ชุ่มน้ำ เป็นเวลา 3 คืน ลักษณะของรากที่งอกออกมาของต้นกัญชาเพศเมียจะสั้นกว่าอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับรากของกัญชาตัวผู้

- การสังเกตจากใบจริงคู่แรก ถ้าใบจริงคู่แรกชี้ออกด้านข้าง และลักษณะปลายใบปลู่ลงในลักษณะเฉียงลงทั้งสองใบ คือ ต้นกัญชาเพศเมีย แต่ถ้าว่าใบจริงคู่แรกชี้ขึ้นด้านบนในลักษณะเฉียงขึ้น ทั้งสองใบ คือ ต้นกัญชาเพศผู้ และหากใบจริงคู่แรกมีลักษณะทั้งชี้ขึ้นใบหนึ่ง และปลายใบปลู่ลงในลักษณะเฉียงลง จะเป็นต้นต้นกัญชากะเทย

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 สามารถแยกเพศกัญชาได้จากการสังเกตใบจริงคู่แรก และลักษณะช่อดอกของต้นกัญชา

- การสังเกตจากใบจริงคู่แรก ถ้าใบจริงคู่แรกชี้ออกด้านข้าง และลักษณะปลายใบปลู่ลงในลักษณะเฉียงลงทั้งสองใบ คือ ต้นกัญชาเพศเมีย แต่ถ้าว่าใบจริงคู่แรกชี้ขึ้นด้านบนในลักษณะเฉียงขึ้น ทั้งสองใบ คือ ต้นกัญชาเพศผู้ และหากใบจริงคู่แรกมีลักษณะทั้งชี้ขึ้นใบหนึ่ง และปลายใบปลู่ลงในลักษณะเฉียงลง จะเป็นต้นต้นกัญชากะเทย

- ลักษณะช่อดอกของต้นกัญชา โดยให้สังเกตดูลักษณะช่อดอกของต้นกัญชา ถ้าเป็นต้นกัญชาเพศเมียจะเห็นเป็นลักษณะช่อดอก (กะหรี) แต่ต้นกัญชาเพศผู้ จะพบเป็นลักษณะคล้ายกระเปาะ หรือที่เรียกว่า ไข่

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 แยกเพศกัญชาเมื่อต้นกัญชาเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยกัญชาเพศเมียจะมีช่อดอก (กะหรี) ที่มีลักษณะเป็นฝอยกระจุกแน่นรวมเป็นช่อ ส่วนกัญชาเพศผู้จะมีดอกที่มีลักษณะคล้ายกระเปาะ หรือที่เรียกว่า ไข่

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 สามารถแยกเพศกัญชาได้จากการสังเกตลักษณะของเมล็ดและลักษณะของเขี้ยวใบ

- การสังเกตลักษณะของเมล็ดกัญชา โดยเมล็ดของต้นกัญชาเพศเมีย บริเวณหัวเมล็ดจะมีลักษณะรูปุ่มลึก แต่ถ้าหากลักษณะรูปุ่มบริเวณหัวเมล็ดตื้น จะเป็นเมล็ดของต้นกัญชาเพศผู้

- การสังเกตลักษณะของเชื้อวใบ เมื่อต้นกัญชามีอายุ 1 เดือนหลังปลูก ให้สังเกตที่เชื้อวใบบริเวณลำต้น (ในที่นี้ผู้ให้ข้อมูลเรียกว่า ศรกึ่ง) คู่ที่ 3 โดยต้นกัญชาเพศเมียศรกึ่งจะเบะออกจากลำต้น หรือส่วนปลายชี้ออกด้านข้าง หรือลงด้านล่าง ส่วนต้นกัญชาเพศผู้ศรกึ่งจะงุ้มเข้าหาลำต้นหรือชี้ขึ้นด้านบน

ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 สามารถแยกเพศกัญชาได้จากการสังเกตรูปร่างของเมล็ดและลักษณะของเชื้อวใบ

- การสังเกตลักษณะของเมล็ดกัญชา สังเกตที่หัวส่วนหัวของเมล็ด หากพบว่ามีลักษณะขอบหัวเมล็ดเป็นลักษณะกลม คือ ต้นกัญชาเพศเมีย แต่ถ้าขอบหัวเมล็ดมีลักษณะเป็นวงรี คือ ต้นกัญชาเพศผู้ ส่วนลักษณะที่พบนอกเหนือจากนี้จะกลายเป็นสะดอหรือกะเทย

- การสังเกตลักษณะของเชื้อวใบ เมื่อต้นกัญชามีอายุ 1 เดือนหลังปลูก ให้สังเกตที่เชื้อวใบบริเวณลำต้น (ในที่นี้ผู้ให้ข้อมูลเรียกว่า ดา) คู่ที่ 3 โดยต้นกัญชาเพศเมียดาจะเบะออกจากลำต้น หรือส่วนปลายชี้ออกด้านข้าง หรือลงด้านล่าง ส่วนต้นกัญชาเพศผู้ดาจะงุ้มเข้าหาลำต้นหรือชี้ขึ้นด้านบน

สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 6 คน

การลักษณะที่บ่งชี้เพศของต้นกัญชาเพศเมียและเพศผู้มีดังนี้

1. เมล็ด

ต้นกัญชาเพศเมีย ให้สังเกตจากลักษณะสีดำ รูปร่างกลมอวบ มีลายเส้นสีดำรอบ หัวเมล็ด หัวเมล็ดกลมเหมือนปล่องภูเขาไฟ ลักษณะเนียน รูปร่างบริเวณหัวเมล็ดเล็ก ขอบหัวเมล็ดกลม

ต้นกัญชาเพศผู้ ให้สังเกตจากสีขาวต่าง รูปร่างรียาว หัวเมล็ดขรุขระ ไม่มีเส้นสีดำรอบหัวเมล็ด หัวเมล็ดจะเป็นรอยนูนขาว ๆ เหมือนรากไม้ รูปร่างบริเวณหัวเมล็ดตัน



รูปที่ 3 ลักษณะของเมล็ดต้นกัญชาเพศเมีย



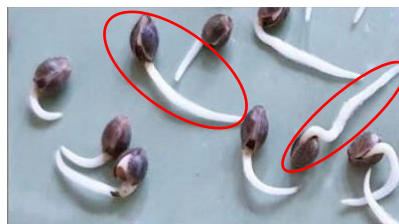
รูปที่ 4 ลักษณะของเมล็ดต้นกัญชาเพศผู้

2. ลักษณะการงอกของเมล็ด (เมื่อบ่มในทิชชูชุ่มน้ำ เป็นเวลา 3 วัน)

ต้นกล้าชาเทศเมีย ลักษณะรากที่งอกออกมามีขนาดสั้น และเจริญเติบโตช้าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าชาเทศผู้



รูปที่ 5 การงอกของเมล็ดกล้าชาเทศเมีย



รูปที่ 6 การงอกของเมล็ดกล้าชาเทศผู้

3. ลักษณะใบจริงคู่แรก

ต้นกล้าชาเทศเมีย ลักษณะใบจริงคู่แรก จะขึ้นออกด้านข้างในลักษณะแเบะออก ลักษณะปลายใบจะแเบะออกจากลำต้น ปลายชี้ลงด้านล่าง

ต้นกล้าชาเทศผู้ ลักษณะใบจริงคู่แรก จะขึ้นด้านบนในลักษณะเฉียงขึ้น ลักษณะปลายใบจะชี้ขึ้นด้านบน



รูปที่ 7 ใบจริงคู่แรกของต้นกล้าชาเทศเมีย



รูปที่ 8 ใบจริงคู่แรกของต้นกล้าชาเทศผู้

4. เชี่ยวใบ (ดา, ศรีกิ้ง)

ต้นกล้าชาเทศเมีย มีลักษณะแเบะออกจากลำต้น หรือส่วนปลายชี้ออกด้านข้าง หรือลงด้านล่าง

ต้นกล้าชาเทศผู้ มีลักษณะงุ้มเข้าหาลำต้น หรือมีลักษณะชี้ขึ้นด้านบน



รูปที่ 9 เชี่ยวใบของต้นกัญชาเพศเมีย



รูปที่ 10 เชี่ยวใบของต้นกัญชาเพศผู้

5. บริเวณโคนก้านใบของต้นกัญชาที่ใกล้ถึงเวลาออกดอก

ต้นกัญชาเพศเมีย จะพบลักษณะเป็นเส้นขนเล็ก ๆ สีขาว ซึ่งส่วนนี้จะเจริญเติบโตไปเป็นช่อกะหรี่

ต้นกัญชาเพศผู้ จะพบเม็ดเล็ก ๆ บริเวณข้อของลำต้น ซึ่งจะเจริญเติบโตไปเป็นไข



รูปที่ 11 บริเวณโคนก้านใบต้นกัญชาเพศเมีย



รูปที่ 12 บริเวณโคนก้านใบต้นกัญชาเพศผู้

6. ช่อดอกกัญชาที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

ต้นกัญชาเพศเมีย จะมีช่อดอกที่เป็นกระจุกลม เรียกว่ากะหรี่ (ห้วนเกล้า, ห้วนกเต็น)

ต้นกัญชาเพศผู้ มีช่อดอกที่เป็นกระเปาะกลม เรียกว่า ไข (ภาษาถิ่นเรียก หำ)



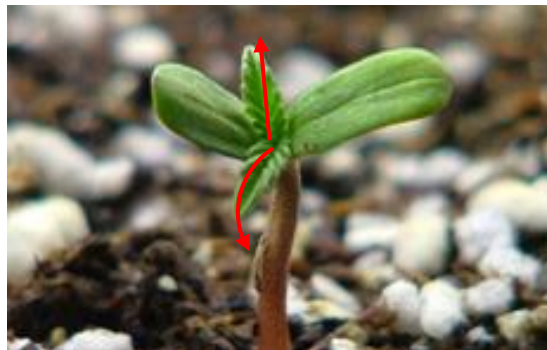
รูปที่ 13 ช่อดอกของต้นกัญชาเพศเมีย



รูปที่ 14 ช่อดอกของต้นกัญชาเพศผู้

ลักษณะที่บ่งชี้เพศของต้นกัญชากะเทยมีดังนี้

1. ใบจริงคู่แรก โดยใบด้านหนึ่งชี้ขึ้นด้านบน ใบด้านหนึ่งแบะออกด้านข้างในต้นเดียวกัน



รูปที่ 16 ลักษณะใบจริงคู่แรกของต้นกัญชากะเทย

2. การสังเกตโคนก้านใบ เมื่อช่วงระยะเวลาที่ต้นกัญชาใกล้จะออกดอกให้ดูที่โคนก้านใบจะพบลักษณะเป็นเส้นขนเล็กๆ สีขาว (ในวงกลมสีแดง) และเม็ดเล็ก ๆ (ในวงกลมสีชมพู) บริเวณใกล้กับบริเวณข้อของลำต้นอยู่บนต้นเดียวกัน



รูปที่ 17 ลักษณะบริเวณโคนก้านใบของต้นกัญชาเทศกะเทย

3. ช่อดอกกัญชาที่เจริญเติบโตเต็มที่ จะมีลักษณะของช่อดอกที่มีลักษณะของต้นกัญชาเพศผู้ (วงกลมสีชมพู) และเพศเมียรวมอยู่ในต้นเดียวกันคือ มีทั้งช่อกะหรี (วงกลมสีแดง) และดอกกระเปาะอยู่บนต้นเดียวกัน



รูปที่ 18 ลักษณะช่อดอกของต้นกัญชากะเทย

อภิปรายผล

จากการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า สามารถแยกเพศของต้นกัญชาได้โดยสังเกตจากบริเวณโคนก้านใบของต้นกัญชาเมื่อใกล้ถึงเวลาออกดอก ซึ่งต้นกัญชาเพศผู้จะพบเป็นเม็ดเล็ก ๆ บริเวณข้อของลำต้น ซึ่งส่วนนี้เจริญเติบโตไปเป็นดอกซึ่งจะมีลักษณะเป็นดอกที่เป็นกระเปาะหรือที่ชาวบ้านเรียกว่าไข่หรือหำ และต้นกัญชาเพศเมียจะพบเป็นเส้นขนสีขาวที่มีลักษณะเป็นฝอยเล็ก ๆ บริเวณข้อของลำต้น ซึ่งสอดคล้องกับ

รายงานของสมยศ ศุกกิจไพบูลย์ (2562) ที่ระบุว่า สามารถสังเกตเพศของกัญชาเพศผู้ได้จากการสังเกตที่เมื่อดกลมเล็ก ๆ บริเวณข้อต่อระหว่างก้านใบ และลำต้น ซึ่งอาจจะใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนที่ต้นกัญชาจะเริ่มเป็นดอก ซึ่งเมื่อดกลมนั้นจะเจริญเติบโตไปเป็นดอกที่มีลักษณะคล้ายกระเปาะรูปไข่ ซึ่งถ้าหากเป็นต้นกัญชาเพศเมียจะพบลักษณะเป็นเส้นขนสีขาวเล็ก ๆ คล้ายเส้นผม และเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะกลายเป็นช่อกะหรี่ที่มีลักษณะเป็นกระจุกฝอย

เมื่อต้นกัญชาเจริญเติบโตเต็มที่ ต้นกัญชาทุกต้นจะมีช่อดอกที่บ่งบอกถึงเพศของตนเอง จากการสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 6 คน ให้ข้อมูลที่ตรงกัน สำหรับวิธีการแยกโดยช่อดอกของต้นกัญชา โดยต้นกัญชาเพศเมียจะมีลักษณะลักษณะช่อดอกที่เป็นฝอย ๆ กระจุกตัวแน่นเป็นดอกมีสีขาว บ้างก็มีสีเหลือง ส่วนต้นกัญชาเพศผู้จะมีลักษณะดอกเป็นกระเปาะเล็ก ๆ ทรงกลมคล้ายไข่ เมื่อโตเต็มที่กระเปาะจะแตกออก ส่งผลให้ละอองเกสรปลิวไปผสมพันธุ์กับต้นกัญชาเพศเมีย สำหรับต้นกัญชาจะทยอย จะมีช่อดอกที่เป็นของสองเพศรวมกันคือ มีทั้งช่อดอกที่เป็นกะหรี่ของต้นกัญชาเพศเมีย และกระเปาะที่เป็นดอกของเพศผู้รวมอยู่ในต้นกัญชาต้นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Superbud (2019) ที่ระบุว่า กัญชาเพศเมียเมื่อออกดอกจะมีช่อดอกแน่น ซึ่งเป็นส่วนที่คนนำมาสูบสันทนากการหรือใช้ในทางการแพทย์ อีกทั้งสามารถนำกัญชาเพศเมียมาผลิตเมล็ดในการปลูกเพื่อขยายพันธุ์ โดยการเอาเกสรเพศผู้มาผสมให้เกิดเมล็ด ส่วนต้นกัญชาเพศผู้ จะมีช่อดอกลักษณะเหมือนไข่ที่ห้อยลงมาระหว่างกิ่งเมื่อดอกแก่แล้วจะมีเกสร ด้านในดูคล้ายผงฝุ่นปลิวกระจายลอยออกมาเพื่อไปผสมกับเกสรดอกจากช่อดอกเพศเมีย

นอกจากนี้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของกลุ่มผู้วิจัยยังพบว่าการแยกเพศของต้นกัญชานั้นสามารถแยกได้ตั้งแต่ยังเป็นเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์เพศเมียจะมีลักษณะสีดำ รูปร่างกลมอวบ มีลายเส้นสีดำรอบหัวเมล็ด หัวเมล็ดกลมเหมือนปล่องภูเขาไฟ ลักษณะเนียน รูปร่างบริเวณหัวเมล็ดเล็ก ขอบหัวเมล็ดกลม ถ้าเป็นเมล็ดของต้นกัญชาเพศผู้จะมีลักษณะเป็น สีขาวต่าง รูปร่างเรียวยาว หัวเมล็ดขรุขระไม่มีเส้นสีดำรอบหัวเมล็ดหัวเมล็ดจะเป็นรอยนูนขาว ๆ เหมือนรากไม้ รูปร่างบริเวณหัวเมล็ดตื้น ขอบหัวเมล็ดเป็นวงรี นอกจากการดูเมล็ดพันธุ์แล้ว การแยกเพศของกัญชายังสามารถแยกได้จากลักษณะการงอกของราก โดยการสังเกตรากที่งอกออกมาจากเมล็ดของกัญชา โดยการนำเมล็ดของกัญชาแช่ในน้ำเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง จากนั้นบ่มในทิชชูชุ่มน้ำเป็นเวลา 3 คืน รากที่งอกจากเมล็ดกัญชา

ที่เป็นเพศเมียจะมีลักษณะรากที่สั้นกว่า และเจริญเติบโตช้ากว่ารากที่ออกจากเมล็ดกัญชาที่เป็นเพศผู้ซึ่งมีรากที่ยาวกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่อต้นกัญชาเจริญเติบโตขึ้น ให้สังเกตจากลักษณะองศาการขึ้นของใบจริงคู่แรกของต้นกัญชา คือถ้าใบจริงคู่แรกขึ้นชันด้านบนในลักษณะเฉียงขึ้นทั้งสองข้างคือต้นกัญชาเพศผู้ แต่ถ้าหากใบจริงคู่แรกขึ้นออกด้านข้าง และถูลงในลักษณะเฉียงลงทั้งสองข้าง คือ ต้นกัญชาเพศเมีย หากใบจริงคู่แรกมีลักษณะทั้งขึ้นชันและถูลงจะเป็นต้นกะเทย และเมื่อต้นกัญชาเจริญเติบโตขึ้นจนมีอายุประมาณ 1 เดือน จะสังเกตได้จากเขียวใบ (ศรกีง, ดา) บริเวณข้อที่ 3 ของลำต้น ซึ่งต้นกัญชาเพศเมียจะมีลักษณะเบะออกจากลำต้น หรือส่วนปลายขึ้นออกด้านข้าง หรือลงด้านล่างทั้ง 2 ข้าง ส่วนต้นกัญชาเพศผู้จะงุ้มเข้าหาลำต้นหรือขึ้นชันด้านบน การแยกเพศของต้นกัญชานั้นมีประโยชน์ทางการแพทย์เพราะสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) ที่สำคัญ เช่น Δ^9 -เททระไฮโดรแคนนาบินอล [$(\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC)] แคนนาบิเจอร์อล (Cannabigerol, CBG) แคนนาบิโดล (Cannabidiol, CBD) แคนนาบินอล (Cannabinal, CBN) สารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpene) เป็นต้น Δ^9 -THC เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง พบมากในช่อดอกของต้นกัญชาเพศเมีย (กะหรี่กัญชา) โดยสาร Δ^9 -THC เป็นสารที่พบในปริมาณสูงที่สุดในกลุ่มแคนนาบินอยด์ อาจพบถึงร้อยละ 17.3 (สุรศักดิ์ อิ่มเอี่ยม และคณะ, 2562)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาภูมิปัญญาการบ่งชี้เพศกัญชา ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร สรุปได้ว่าต้นกัญชาทั้งหมด 3 เพศ คือ กัญชาเพศเมีย กัญชาเพศผู้ และต้นกัญชากะเทย ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก แต่ก็ยังมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างกันออกไป จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงภูมิปัญญาในการบ่งชี้เพศของต้นกัญชา ซึ่งสามารถสังเกตได้จากลักษณะจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกัญชา คือ ลักษณะของเมล็ด การงอกของเมล็ด ลักษณะใบจริงคู่แรกเขียวใบ (ดา, ศรกีง) ตำแหน่งบริเวณโคนก้านใบของต้นกัญชาที่ใกล้ถึงเวลาออกดอกและช่อดอกกัญชาที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทั้ง 6 คน ในจังหวัดสกลนคร ที่ให้ความรู้และข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ และอาจารย์กาญจน์รัตน์ แผลกวงศ์ และอาจารย์เลิศศักดิ์ รักสุจริต ผู้พิสูจน์อักษร

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2562). การแจ้งการมีไว้ในครอบครองกัญชา สำหรับผู้มีคุณสมบัติตามมาตรา 26/5 และบุคคลอื่นที่ไม่ใช่ผู้ป่วย ตามมาตรา 22 (2) ก่อนพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 ใช้บังคับให้ไม่ต้องรับโทษ พ.ศ. 2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2562 จากhttp://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/E/049/T_0002.PDF.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2562). การครอบครองยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา สำหรับผู้ป่วยที่มีความจำเป็นต้องใช้เพื่อรักษาโรคเฉพาะตัว ก่อนพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 ใช้บังคับให้ไม่ต้องรับโทษ พ.ศ. 2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2562 จากhttps://ockt.dtam.moph.go.th/images/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%87_%E0%B8%9C%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2.pdf

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2562). การกำหนดให้ยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะกัญชา ตกเป็นของกระทรวงสาธารณสุขหรือให้ทำลายกัญชาที่ได้รับมอบจากบุคคลซึ่งไม่ต้องรับโทษ ตามมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2562 จาก<https://cannabis.fda.moph.go.th/principle/>

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2562). กำหนดตำรับยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 ที่มีกัญชาปรุงผสมอยู่เพื่อให้เสพเพื่อรักษาโรคหรือการศึกษาวิจัยได้ พ.ศ. 2562. (16 เมษายน 2562). ราชกิจจานุเบกษา. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2562 จาก<https://cannabis.fda.moph.go.th/principle/>

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2562). ระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2562 จาก <https://cannabis.fda.moph.go.th/principle/>
- พรชัย สีนเจริญโกไคย, ติญานี สาหัด, พรพร ศุภจริยาวัตร, ศรายุทธ ระดาพงษ์, เสกขตกร บัวเบา, พิเชฐ ปัญญิติ, ศิริวรรณ ชัยสมบูรณ์พันธ์ และ ณัฐภัทร หาญกิจ. (2564). การศึกษาฤทธิ์สมานแผลของสารสกัดช่อดอกกัญชาเพศเมียพันธุ์ไทยต่อเซลล์ปอดเพาะเลี้ยง. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 63(3), 467-477.
- สมยศ ศุภกิจไพบูลย์. (2562). *กัญชาวิทยาพิเศษ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ปัญญาชน.
- สุรศักดิ์ อิ่มเอี่ยม, คริณณัฐ แสนเสนาะ, ประเสริฐ สุขเจริญ และ ฉัตรชัย สวัสดิ์ไชย. (2562). ยาน้ำรู้: กัญชา (Cannabis). *วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า*, 36(4), 356-362.
- Superbud, J. (2019). *เพศของต้นกัญชา (Gender)*. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2563, จาก <http://superbud420.com>.
- Woodbridge, M. (2562). *ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์*. (ม.ป.พ.): Bedrocan.

การพัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุก สรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย

FINGERPRINT SCAN AND FACE CAPTURE WITH INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY FOR THE HOST ROOM

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์*, สมชิต พวกสันเทียะ, บัณฑิตเจริญชัยกุล และ พิชชากร ขอบใจ
Aekkarat Suksukont*, Somchit Puaksantier, Buawan Sakcharoenchaiyakun
and Pichakorn Khobjai

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
Department of Computer Technology and Innovation Faculty of Science and Technology,
Southeast Bangkok College

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย การออกแบบระบบได้พิจารณาจากการใช้งานของบุคลากรภายในห้องแม่ข่าย ในระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อปลดล็อกประตูจะนำบอร์ด Arduino Uno R3 สั่งการให้บอร์ด Raspberry Pi เปิดกล้องและทำการบันทึกภาพใบหน้าของผู้ที่ทำการสแกนลายนิ้วมือ โดยบันทึกภาพของผู้สแกนลายนิ้วมือลงในฐานข้อมูลพร้อมกับบันทึกวันที่และเวลาไว้ จากนั้นระบบจะแยกลายนิ้วมือที่ข้อมูลถูกต้องและทำการปลดล็อกประตู หากผู้ที่สแกนลายนิ้วมือไม่ผ่านระบบจะบันทึกวันที่และเวลาไว้พร้อมภาพถ่ายของผู้เข้าห้องแม่ข่ายผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ให้แก่ผู้ที่มีหน้าที่ในการรับผิดชอบตามที่กำหนดไว้ จากการทดลอง พบว่า ในส่วนที่มีฐานข้อมูลของบุคลากรที่ทำการลงทะเบียนไว้แล้วนั้น ระบบสามารถยืนยันบุคคลที่มีสิทธิ์ใช้งานห้องแม่ข่ายได้อย่างถูกต้องแม่นยำ คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ผลการถ่ายภาพใบหน้า คิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการบันทึกข้อมูล คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ระบบสแกนลายนิ้วมือ, ระบบถ่ายภาพใบหน้า, อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

* ผู้ประสานงาน: เอกรัตน์ สุขสุคนธ์
อีเมล: aekkarat2331@gmail.com

Abstract

This research aimed to present the fingerprint scan and face capture with Internet of Things (IoT) technology for the host room. The system design was based on the accessibility of personnel within the server host room. In the fingerprint scanning system, to unlock the door, the Arduino Uno R3 would order the Raspberry Pi board to turn on the camera and capture the face of the person who was scanning the fingerprints by recording the fingerprint and the picture of that person into the database with the date and time of scanning. After that, the system would extract the fingerprint with the correct information and unlock the door. If the information of that person was not correct, the system would record the date and time, including capturing the picture of that person who wanted to enter the server room and sending the information through the Line application to the person in charge. The research found that, according to the database of registered personnel, the system accurately verified the personnel with permission to access the server room at 90%. The accuracy of face capture was at 95%, data recording was at 100% and line application notification was at 100%.

Keywords: Fingerprint system, face capture system, Internet of Things

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเข้าหรือออกในห้องต่าง ๆ โดยส่วนมากระบบรักษาความปลอดภัยที่ติดตั้งไว้นั้นจะอยู่ในรูปแบบของการสแกนลายนิ้วมือหรือระบบคีย์การ์ด ซึ่งอาจจะยังมีความปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการเพิ่มความปลอดภัยในการเข้าหรือออกในห้องต่าง ๆ ด้วยระบบถ่ายภาพใบหน้าควบคู่กับระบบสแกนลายนิ้วมือ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้มากยิ่งขึ้นจากผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องในสำนักงานนั้น ๆ หลายองค์กรได้นำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย และการระบุบุคคลมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับงานหลากหลายสาขา เช่น การแพทย์และอาชญากรรม

รวมถึงการสำรวจประชากรเพื่อให้มีประสิทธิภาพในด้านความสะดวกรวดเร็วและความถูกต้อง เช่น โรงแรม เป็นองค์กรที่มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ สำหรับเทคโนโลยีระบบสแกนลายนิ้วมือหรือแม้กระทั่งเทคโนโลยีการรู้จำใบหน้า (Face recognition) เป็นกระบวนการที่นำภาพไปตรวจจับในกระบวนการประมวลผลภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้า เพื่อระบุว่าใบหน้านั้น ๆ ตรงกับบุคคลใดหรือไม่ ซึ่งการระบุใบหน้าที่มีหลากหลายวิธี เช่น Principal component analysis (PCA), Linear discriminant analysis (LDA), Elastic bunch graph matching (EBGM) เป็นต้น

จากงานวิจัยของ (Adulkasem et al., 2007) ได้นำเสนอแบบจำลองการควบคุมเข้าใช้งานระบบโดยการพิสูจน์ลายนิ้วมือ โดยแบบจำลองทำงานในลักษณะไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ แบบจำลองสามารถทำการยืนยันบุคคลที่มีสิทธิ์เข้าใช้พื้นที่/ระบบ สามารถพิสูจน์บุคคลด้วยลายนิ้วมือ ความถูกต้องแม่นยำในการพิสูจน์บุคคลด้วยลายนิ้วมือ คิดเป็น 80.56 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองสามารถตรวจสอบการเข้าใช้ระบบ โดยมีความถูกต้องแม่นยำ คิดเป็น 98.12 เปอร์เซ็นต์ จากงานวิจัยของ (Sillapakitkosol et al., 2010) ได้นำเสนอเครื่องสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิด-ปิดประตู เกิดจากการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบทำให้เกิดแนวคิดในการใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR เป็นตัวควบคุมหลักของระบบ โดยประโยชน์ของระบบเครื่องสแกนลายนิ้วมือนี้ สามารถใช้เครื่องรับ-ส่งสัญญาณผ่านพอร์ต RS-232 แบบไร้สาย ในการส่งสัญญาณรับและส่งข้อมูลมาที่หน่วยประมวลผลกลาง เพื่อลดจำนวนอุปกรณ์ จากงานวิจัยของ (Pongkan & Boonto, 2018) ได้นำเสนอระบบตรวจสอบการเข้าเรียนแบบทันกาลด้วยลายนิ้วมือ เพื่อช่วยให้ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาไปกับการขานชื่อผู้เรียนในชั้นเรียน เริ่มต้นจากผู้เรียนทำการลงทะเบียนลายนิ้วมือไปเก็บไว้ในชุดเซนเซอร์ตรวจสอบลายนิ้วมือ จากนั้นในการตรวจสอบการเข้าเรียน บอร์ด Arduino จะอ่านค่าลายนิ้วมือจากเซนเซอร์ตรวจสอบลายนิ้วมือไปยัง Node MCU เพื่อทำการส่งค่าลายนิ้วมือไปเก็บยังฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ของผู้สอนผ่านการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายผ่านสัญญาณ WiFi ระบบนี้จะมีการแสดงผลการเข้าเรียนแบบทันกาลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน จากการทดสอบการใช้งาน พบว่า อุปกรณ์ต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถส่งค่าลายนิ้วมือแบบไร้สายในอัตราเฉลี่ย 3.62 วินาทีต่อคน และสามารถบันทึกผลการเข้าเรียนของผู้เรียนไว้ในฐานข้อมูลพร้อมทั้งแสดงผลการเข้าเรียนผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องแม่นยำ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และจากงานวิจัยของ (Triprapin et al., 2018) ได้นำเสนอระบบ

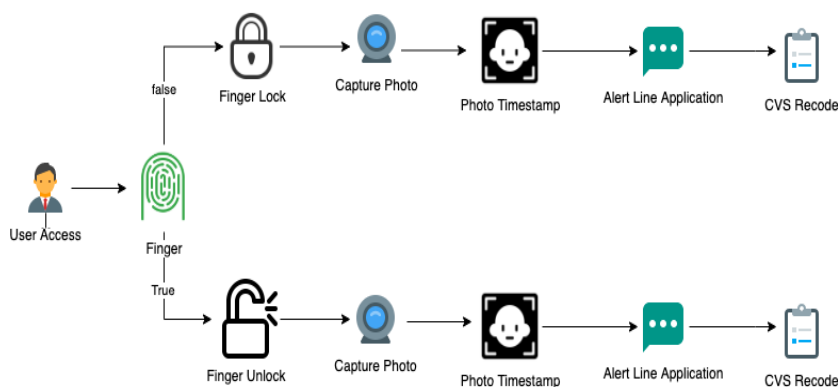
ตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้า โดยใช้การเปรียบเทียบ 3 วิธี คือ วิธี Eigen face recognition วิธี Fisher face recognition และวิธี Local binary pattern histograms (LBPH) recognition เพื่อนำไปใช้ในระบบที่พัฒนา จากการทดลอง พบว่า วิธี LBPH recognition มีความถูกต้องแม่นยำในการระบุตัวตนของนักศึกษา คิดเป็น 94.21 เปอร์เซ็นต์

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ในการตรวจสอบลายนิ้วมือยังมีความผิดพลาดพอสมควร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดออกแบบระบบให้สามารถจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายบันทึกเวลาและแยกลายนิ้วมือที่ผ่านและไม่ผ่านการตรวจสอบ โดยสามารถแจ้งข้อมูลให้ผู้เกี่ยวข้องทราบผ่านแอปพลิเคชันไลน์พร้อมสามารถภาพถ่ายได้ทันที

วิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบระบบ

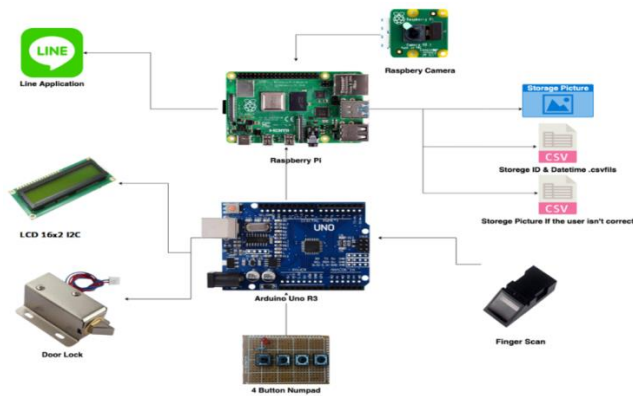
ในการออกแบบระบบได้พิจารณาจากเข้าใช้งานของห้องแม่ข่ายโดยหลังจากการสแกนลายนิ้วมือเพื่อปลดล็อกประตูแล้ว ระบบได้สั่งการให้เปิดกล้องและบันทึกใบหน้าของผู้สแกนลายนิ้วมือ โดยบันทึกภาพผู้สแกนลายนิ้วมือลงในฐานข้อมูลพร้อมวันที่และเวลา โดยแยกลายนิ้วมือที่ข้อมูลถูกต้องและระบบปลดล็อกประตูให้ และแยกผู้สแกนลายนิ้วมือไม่ผ่านพร้อมบันทึกวันที่เวลา โดยจะส่งข้อมูลทั้งผู้สแกนลายนิ้วมือผ่านและไม่ผ่านพร้อมภาพถ่ายของผู้เข้าห้องแม่ข่ายผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์



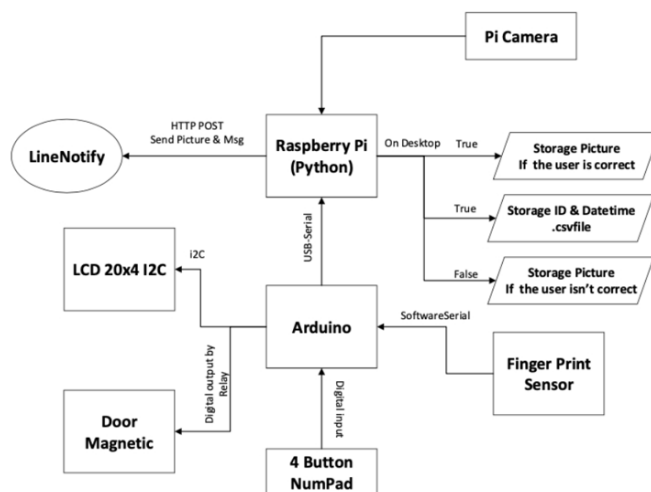
รูปที่ 1 การออกแบบการทำงานของระบบ

การออกแบบอุปกรณ์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ คือ ชุดอุปกรณ์สำหรับระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย เพื่อตรวจสอบการเข้าใช้งานห้องแม่ข่ายซึ่งจะประกอบไปด้วย เซนเซอร์ตรวจจับลายนิ้วมือ (Fingerprint sensor), Arduino Uno R3, 16x2 LCD I2C, Door lock, Raspberry Pi, 4 Button numpad, Camera และในส่วนของซอฟต์แวร์ประกอบไปด้วย แอปพลิเคชันไลน์ (Line application) และฐานข้อมูลที่ใช้คือ CSV (Comma separated value) ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูปที่ 2 อุปกรณ์และฐานข้อมูลของระบบ

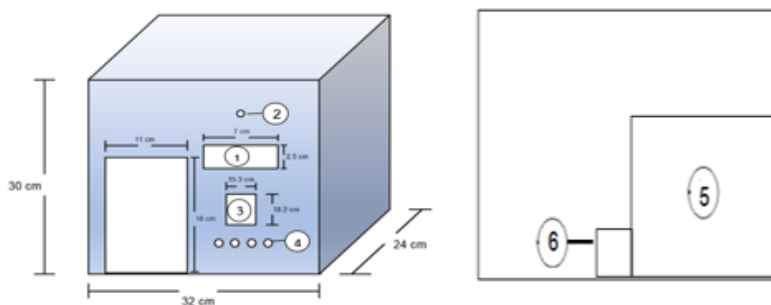


รูปที่ 3 การเชื่อมต่อระบบ

การศึกษาการเข้าออกห้องแม่ข่ายจากผู้เกี่ยวข้อง โดยส่วนใหญ่นอกจากแผนกไอทีผู้เป็นเจ้าของพื้นที่แล้ว ยังมีแผนกรักษาความปลอดภัยและแผนกซ่อมบำรุงที่สามารถเข้า-ออกห้องแม่ข่ายได้ ดังนั้นในกระบวนการศึกษาและการดำเนินการวิจัยจึงเริ่มออกแบบในภาพรวมและพิจารณาเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ในการออกแบบระบบมีวัตถุประสงค์ให้การเข้า-ออกห้องแม่ข่ายมีการป้องกันและสามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ โดยคำนึงถึงการเข้า-ออกใช้งานของผู้ที่เกี่ยวข้องเป็นสำคัญ

การออกแบบชิ้นงาน

การออกแบบเพื่อใช้สำหรับป้องกันส่วนของชิ้นงานที่ใช้ในการประมวลผลจากสภาพแวดล้อมภายนอกและออกแบบมาเพื่อลดพื้นที่ของชิ้นงานทั้งหมด โดยวัสดุที่ใช้ห่อหุ้มชิ้นงานจะเลือกใช้เป็นพลาสติกชนิดอะคริลิก (Acrylic plastic) เนื่องจากมีความคงทนแข็งแรง และคุณลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกับกระจกแต่ดูแลรักษาง่ายและเบากว่าอีกทั้งยังนิยมใช้งานอย่างมาก ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การออกแบบชิ้นงาน

การออกแบบชิ้นงานนั้น ภายนอกเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ห่อหุ้มชิ้นงาน โดยที่หมายเลข 1 เป็นตำแหน่ง ของหน้าจอ LCD หมายเลข 2 เป็นตำแหน่งของ Raspberry Pi Camera V2 และหมายเลข 3 เป็นตำแหน่งของ Fingerprint sensor หมายเลข 4 เป็นตำแหน่งของ 4 Button numpad การออกแบบภายในนั้น ส่วนของวงจรควบคุมจะอยู่ภายในวัสดุห่อหุ้มโดยที่หมายเลข 5 เป็นตำแหน่งของวงจรควบคุมทั้งหมด และหมายเลข 6 เป็นตำแหน่งของ Door lock และในส่วนของการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino Uno R3 กับ Raspberry Pi เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการติดต่อและรับ-ส่งข้อมูลให้กันและกัน

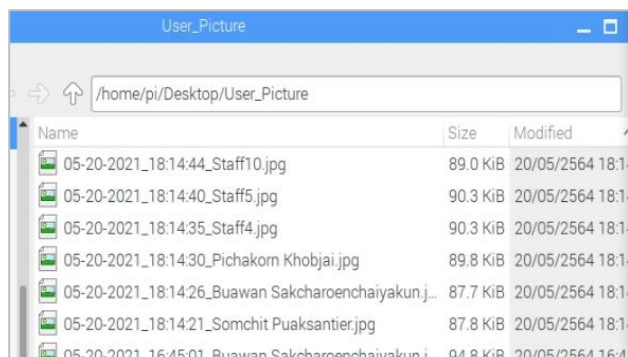
การสร้างโปรแกรม

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม ใช้การเขียนภาษาไพธอน ผ่านโปรแกรม Visual studio code (VS Code) ส่วนของโปรแกรมบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปยัง Raspberry Pi รวมทั้งส่วนที่ใช้แสดงลายนิ้วมือและการปลดล็อคประตู ดังรูปที่ 5

```
1 name0 = 'No ID'
2 name1 = 'Somchit Puaksantier'
3 name2 = 'Buawan Sakcharoenchaiyakun'
4 name3 = 'Pichakorn Khobjai'
5 #import cv2
6 import time
7 import serial
8 import csv
9 import requests
10 import datetime
11 import cv2
12 import numpy as np
13 arduino = serial.Serial('/dev/ttyACM0',9600)
14 path = '/home/pi/Desktop/datalogger.csv'
15 path_pic = '/home/pi/Desktop/capture.jpg'
16 path_UserPic = '/home/pi/Desktop/User_Picture/'
17 path_NoUserPic = '/home/pi/Desktop/Stranger_Picture/'
18 count=0
19 is0
20 cap = cv2.VideoCapture(0) #camera1
21 def write_csv(data):
22     with open(path, 'a') as outfile:
23         writer = csv.writer(outfile)
24         writer.writerow(data)
25
26 while True:
27     ret, frame = cap.read()
28     gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
29
30     # Display the resulting frame
31     font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
32     bottomLeftCornerOfText = (10,450)
33     fontScale = 1
34     fontColor = (255,255,255)
35     lineType = 2
36     x=datetime.datetime.now()
37     ddx=strftime("%x")
38     tt=x.strftime("%H")+":"+x.strftime("%M")+":"+x.strftime("%S")
39     cv2.putText(frame,dd+" "+tt,
40         bottomLeftCornerOfText,
41         font,
42         fontScale,
43         fontColor,
44         lineType)
45
```

รูปที่ 5 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

ในการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในส่วนของรูปแบบการบันทึกข้อมูล และการแจ้งเตือนต่าง ๆ ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 หน้าต่างแสดงรายชื่อผู้ใช้งานห้องแม่ข่าย



รูปที่ 7 ข้อความและรูปภาพผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย ซึ่งจุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการสแกนลายนิ้วมือและถ่ายภาพบุคคลที่ผ่านเข้าห้องแม่ข่าย ระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบได้ หากพบบุคคลที่ไม่พึงประสงค์ก็สามารถระบุได้ว่าบุคคลคนนั้นคือใคร จากผลการทดสอบระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย ผลการทดสอบตารางที่ 1 คือการทดสอบกับผู้ที่มีฐานข้อมูลอยู่ในระบบ จำนวน 20 คน และผลการทดสอบตารางที่ 2 คือการทดสอบกับผู้ที่ไม่ได้บันทึกฐานข้อมูลไว้ในระบบ จำนวน 20 คน กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดสอบระบบทั้งสิ้น จำนวน 40 คน

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบ โดยทดสอบกับผู้ที่มีฐานข้อมูลอยู่ในระบบ จำนวน 20 คน

การทดสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ประสิทธิภาพ
ผลการสแกนลายนิ้วมือ	18	2	90 %
ผลการถ่ายภาพใบหน้า	19	1	95 %
ผลการบันทึกข้อมูล	20	0	100 %
ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์	20	0	100 %

จากตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของผู้ที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งผลการสแกนลายนิ้วมือ คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ผลการถ่ายภาพใบหน้า คิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการบันทึกข้อมูล คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบ โดยทดสอบกับผู้ที่ไม่ได้บันทึกฐานข้อมูลไว้ในระบบ จำนวน 20 คน

การทดสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ประสิทธิภาพ
ผลการสแกนลายนิ้วมือ	0	20	100 %
ผลการถ่ายภาพใบหน้า	19	1	95 %
ผลการบันทึกข้อมูล	20	0	100 %
ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์	20	0	100 %

จากตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของผู้ที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งผลการสแกนลายนิ้วมือ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการถ่ายภาพใบหน้าคิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการบันทึกข้อมูล คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดสอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก ซึ่งค่าความผิดพลาดเกิดจากการสแกนลายนิ้วมือของผู้ที่ทำงาน บางครั้งการสแกนนิ้วเร็วหรือช้าเกินไป ทำให้การอ่านข้อมูลของเครื่องสแกนลายนิ้วมือและถ่ายภาพใบหน้าอาจเกิดการอ่านที่ผิดพลาดหรือกรณีที่ลายนิ้วมือที่มีการลอกหรือกรณีอื่น ๆ ก็อาจมีผลทำให้ระบบตรวจสอบผิดพลาดได้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่ายสามารถทำการยืนยันตัวตนบุคคลที่มีสิทธิ์เข้าใช้พื้นที่ระบบโดยการแยกรายละเอียดตามแต่ละส่วน คือ ส่วนที่มีข้อมูลของบุคคลอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว ผลการสแกนลายนิ้วมือมีความแม่นยำ คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ผลการถ่ายภาพใบหน้า คิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการบันทึกข้อมูลคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และผลการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยหากเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา

ค่าความแม่นยำในการตรวจสอบลายนิ้วมือมีค่าความแม่นยำที่สูงกว่า ซึ่งในการพัฒนาค่าความแม่นยำในการตรวจสอบลายนิ้วมืออาจใช้เซ็นเซอร์ที่มีคุณภาพมากกว่านี้ก็จะทำให้ระบบมีความแม่นยำในการตรวจสอบมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Adulkasem, S., Preechasuk, J., Rongrat, J., & Tangsirimongkol, W. (2007). System Access Control Model using Fingerprint verification. *Information Technology Journal*, 3(1), 24-28.
- Sillapakitkosol, A., Prakobdee, C., & Suthamma, P. (2010). *Fingerprint Scanner to Open and Close The Door*. Faculty of Engineering. Suranaree University Technology.
- Pongkan, P., & Boonto, W. (2018). *Real Time Class Roll Call System by Fingerprint*. Faculty of Engineering. Burapha University.
- Triprapin, K., Naudom, P., & Kongchai, P. (2018). Attendance Monitoring System with Face Recognition Technologies. *Science and Technology Journal*, 20(2), 92-105.

ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ
บริเวณชายฝั่งทะเล ในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ และแหล่งท่องเที่ยว
เชิงอนุรักษ์ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม
SPECIES DIVERSITY AND HABITAT USE OF BIRDS IN NATURE TRAILS ALONG
THE SEACOAST AS NATURAL LEARNING SOURCES AND ECOTOURISM
SOURCES IN BANG KAEW SUB-DISTRICT, MUANG DISTRICT,
SAMUT SONGKHRAM PROVINCE

นิตินาถ เจริญโคคราช^{1,*}, วลัยพร ผ่องแผ้ว², เพชรพนม จิตมัน³ และ วิสูตร นวมศิริ⁴
Nitinarth Charoenpokaraj^{1,*}, Walaiporn Phonphan², Petchpanom Chitman³
and Wisoot Nuamsiri⁴

^{1, 2} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

³ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

⁴ ผู้ประสานงาน โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน

^{1, 2} Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

³ Demonstration School, Suan Sunandha Rajabhat University

⁴ Field survey coordinator, the Mangrove Natural School

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ ศึกษาความหลากหลายชนิดของนก ตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเล ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความชุกชุม และลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อเสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์บริเวณพื้นที่ศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสำรวจภาคสนามตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติและจุดสำรวจจำนวน 8 จุด ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 – พฤษภาคม พ.ศ. 2564 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความหลากหลายของชนิดนก และปริมาณความชุกชุม ผลการศึกษาพบชนิดของนก 8

* ผู้ประสานงาน : นิตินาถ เจริญโคคราช

อีเมลล์ : nitinarth.ch@ssru.ac.th

อันดับ 30 วงศ์ 71 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.20 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ Passeriformes มีชนิดนก จำนวน 26 ชนิด โดยช่วงนอกฤดูกาลอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - กันยายน พบจำนวน 44 ชนิด ส่วนช่วงฤดูกาลอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม - พฤษภาคม พบจำนวน 66 ชนิด โดยจุดสำรวจที่ 7 จุดชมวิว พบชนิดนกมากที่สุด จำนวน 40 ชนิด ส่วนปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 11 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15.49 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ส่วนสถานภาพของนก มีนกประจำถิ่น 36 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 9 ชนิด และนกอพยพ 26 ชนิด ในช่วงฤดูกาลอพยพ พบนกชายเลน จำนวน 16 ชนิด นกทะเล จำนวน 3 ชนิด ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 4 ชนิด คือ นกปากแอมทางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง และนกสตีลท์คอแดง ลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ คือ การเลี้ยงลูกและหากินอาหาร โดยในช่วงฤดูกาลอพยพ จะพบกลุ่มนกที่กินแมลงเป็นหลักมากที่สุด จำนวน 24 ชนิด รองลงมาคือกลุ่มนกที่กินสัตว์น้ำเป็นหลัก เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย เป็นหลัก จำนวน 17 ชนิด และกลุ่มนกกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตามพื้นเป็นหลัก จำนวน 17 ชนิด เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดความสมดุลของธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพและแหล่งอาหารในระบบนิเวศ ดังนั้นเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเลตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม จึงสามารถพัฒนาและจัดกิจกรรมให้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติและแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

คำสำคัญ: นก, ความหลากหลาย, เส้นทางศึกษาธรรมชาติ, ชายฝั่งทะเล, แหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติ

Abstract

This research aimed to study the diversity of birds in nature trails along the seacoast in Bang Kaew sub-district, Muang district, Samut Songkhram province. The objective of this research was to study the diversity, abundance, and nature of the activities of birds that come to use the area in order to recommend learning activities and ecotourism in the research area. From June

2020 to May 2021, data was collected through field surveys on natural trails and at 8 survey points. The data was analyzed to examine the diversity and abundance of birds. The research found that there were 8 orders, 30 families, and 71 species of birds. It was 3.20, according to the Shannon Diversity Index. The maximum number of 26 bird species in the order of Passeriformes was found. In the migration season from June to September, the research found that there were 44 species of birds. During the migration season from October to May, 66 species of birds were recorded. A maximum of 40 bird species were recorded at survey point No. 7 (viewpoint). According to the abundance index, 11 bird species were at level 5 of abundance, which was 15.49% of all birds. In terms of bird seasonal status, 36 resident birds, 9 resident and 26 migratory birds were found. During the migration season, there were 16 shorebird species and 3 seabird species. In terms of threatened status, which had almost been near-threatened (NT), there were 4 bird species, namely Black-tailed Godwit, Eurasian Curlew, Curlew Sandpiper, and Red-necked Stint. The activities and habitat use of birds in the area were nesting and foraging. During the migration season, the maximum number of 24 species of insectivorous birds, 17 species of piscivorous birds, and 17 species of benthic invertebrate feeders were found. Birds are a measure of the balance of nature and the abundance of biological resources and food sources in ecosystems. Therefore, the nature trails near the seacoast in Bang Kaew Sub-district, Muang District, Samut Songkhram Province could be developed for learning activities and ecotourism activities in the coastal ecosystem.

Keywords: bird, species diversity, nature trails, seacoast, natural learning sources

บทนำ

พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน มีพื้นที่ป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์และอยู่ใกล้หาดเลน เป็นพื้นที่แหว่งพักและแหล่งหากินอาหารของนกอพยพ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเส้นทาง การบินอพยพเอเชียตะวันออก-ออสเตรเลีย (East Asian-Australasian Flyway: EAAF) ในทุกฤดูหนาวราวเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคม จะมีนกอพยพบินอพยพเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่อุดมสมบูรณ์และพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ยังมีความปลอดภัยสำหรับเหล่านกอพยพ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2553) โดยเฉพาะกลุ่มนกทะเลและกลุ่มนกชายเลน ซึ่ง รุ่งโรจน์ จุกมงคล (2544) ได้กล่าวว่า นกชายเลนที่พบเห็นในพื้นที่อ่าวไทยตอนใน ได้แก่ นกหัวโตสีเทา นกหัวโตทรายเล็ก นกหัวโตทรายใหญ่ นกอีโก้ยใหญ่ นกอีโก้ยเล็ก นกปาก แอ่นทางดำ นกชายเลนปากโค้ง นกสตินท์คอแดง เป็นต้น ส่วนนกประจำถิ่นที่พบบริเวณป่า ชายเลน ที่อาศัยหากินและสร้างรังในป่าชายเลน เช่น นกยางเปีย นกกาน้ำเล็ก เหยี่ยวแดง เป็นต้น (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557) ซึ่งตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัด สมุทรสงคราม อยู่ติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน ที่มีพื้นที่ป่าชายเลน และในช่วงเวลาน้ำลง บริเวณชายฝั่งทะเลจะปรากฏหาดเลน และพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นสันดอนทราย เกิดจากการ ตกตะกอนของดินปนทราย อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำแม่กลอง จึงเป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งรวม อินทรีย์วัตถุ ที่ไหลมากับตะกอนที่ผ่านมาตามปากแม่น้ำ ส่งผลให้ตามหน้าดินบนหาดเลน อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์หน้าดิน ซึ่งเต็มไปด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังนานาชนิด อาทิ หนอน ปล้อง ปู หอย สัตว์จำพวกกุ้ง และลูกปลาเล็ก ๆ (รุ่งโรจน์ จุกมงคล, 2544) โดยพบชนิดนกที่ มีความชุกชุมมาก เช่น นกกาน้ำเล็ก นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกอีโก้ยเล็ก นกปาก แอ่นทางดำ เป็นต้น (นภดล แซ่มซ้อย และคณะ, 2558)

ในปัจจุบันประชากรของนกชายเลนมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจากการสูญเสียถิ่น ที่อยู่อาศัยโดยเฉพาะหาดเลนจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อดั้งชุมชน การปรับปรุงพื้นที่ริมชายฝั่ง และการลดลงของตะกอนจากแหล่งต้นน้ำ (Dais et al., 2014) อีกทั้งปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลยังมีสาเหตุมาจากอิทธิพลของลมและคลื่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล และการเปลี่ยนแปลงการพัดพาของตะกอน ดังนั้นในพื้นที่โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน ตำบล บางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ได้ดำเนินการจัดทำโครงการไม้ไผ่ปักเป็นแนว ป้องกันเพื่อชะลอคลื่นให้ตะกอนเลนตกทับถมหลังแนวไม้ไผ่ เมื่อตะกอนเลนเพิ่มขึ้น จึงได้จัด

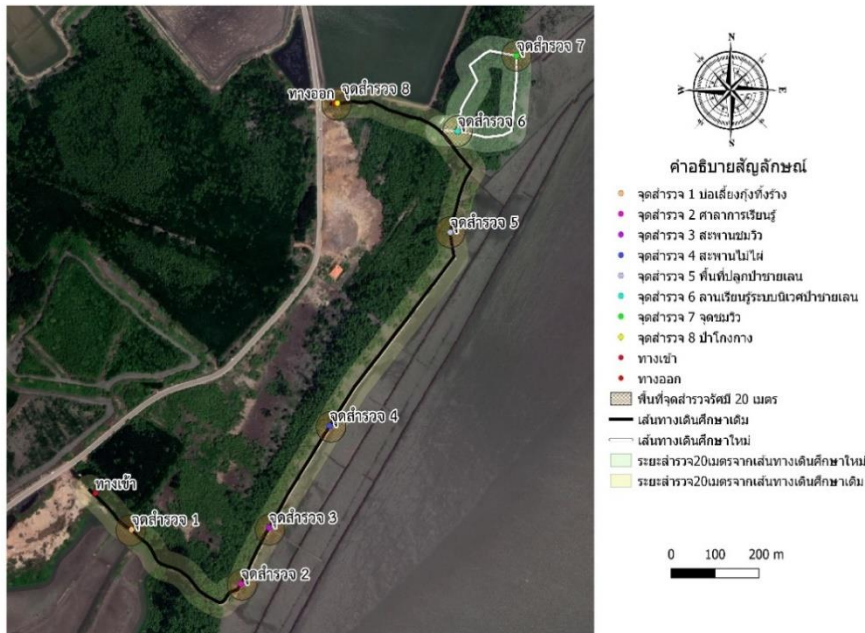
กิจกรรมฟื้นฟูป่าชายเลน และมีเส้นทางศึกษาธรรมชาติบริเวณชายฝั่งทะเล และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมปลูกป่าชายเลนอย่างต่อเนื่องตลอดทุกปี อีกทั้งเป็นพื้นที่ป่าในเมืองของจังหวัดสมุทรสงคราม แห่งที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่สีเขียวที่นับว่าเป็นพื้นที่ที่เป็น “ปอด” ที่คอยดูดซับมลพิษต่าง ๆ ช่วยบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน รักษาสมดุลทางสิ่งแวดล้อม เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของนก ปลา และสัตว์อื่น ๆ เป็นสิ่งเชื่อมโยงผู้คนให้ได้สัมผัสกับธรรมชาติอย่างใกล้ชิดเป็นแหล่งเรียนรู้ ทำให้เป็นชุมชนน่าอยู่อย่างยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประเด็นที่ต้องทำการศึกษา ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนก ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเลในการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติและแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความชุกชุม และลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ บริเวณพื้นที่ศึกษา ดังนั้นอาจมีโอกาสนที่พบชนิดนกที่อยู่ในสถานภาพการคุกคามของนกตามหลักเกณฑ์ IUCN กำหนด เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดสำคัญของระบบนิเวศ แสดงถึงสภาพถิ่นอาศัยที่เหมาะสม และมีแหล่งอาหารอุดมสมบูรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจและเก็บข้อมูล

1.1 สำรวจสภาพแวดล้อมตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน พื้นที่ป่าในเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม แห่งที่ 2 ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ระยะทาง 1.57 กิโลเมตร ประกอบด้วยเส้นทางเดิมระยะทาง 1.25 กิโลเมตร และเส้นทางใหม่ ระยะทาง 0.32 กิโลเมตร และจุดสำรวจ จำนวน 8 จุด คือ จุดสำรวจที่ 1 ปอเลี้ยก้งทั้งร้าง จุดสำรวจที่ 2 ศาลาการเรียนรู้ จุดสำรวจที่ 3 สะพานชมวิว จุดสำรวจที่ 4 สะพานไม้ไผ่ จุดสำรวจที่ 5 พื้นที่ปลูกป่าชายเลน จุดสำรวจที่ 6 ลานเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลน จุดสำรวจที่ 7 จุดชมวิว และจุดสำรวจที่ 8 ป่าโกงกาง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงเส้นทางศึกษาธรรมชาติและจุดสำรวจ ในพื้นที่โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว อำเภอมือ จังหวัดสมุทรสงคราม

1.2 สำรวจชนิดของนก โดยใช้กล้องส่องทางไกลแบบ 2 ตา (Binoculars) กล้องเทเลสโคป (Telescope) กล้องถ่ายรูป และจำแนกนกที่พบตามหนังสือ A Guide to the Birds of Thailand (Lekagul & Round, 1991) หนังสือ A Field Guide to the Birds of Thailand and South-East Asia (Robson, 2008) และบัญชีรายชื่อของสมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย (2563) โดยทำการสำรวจตามเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ (Line transect) ระยะห่างข้างละ 20 เมตร และตามจุดสำรวจ (Point transect) รัศมี 20 เมตร ช่วงนอกฤดูการอพยพของนกอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - กันยายน พ.ศ. 2563 และในช่วงฤดูการอพยพของนกอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 เดือนละ 1 วัน ในช่วงเวลา 07.00 - 18.00 น.

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') ตามสมการของ Shannon - Wiener (Shannon, 1949) ดังนี้

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

H' = ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener

P_i = สัดส่วนจำนวนของนกชนิด i ต่อจำนวนตัวทั้งหมดของนกที่พบ

S = จำนวนชนิดทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์ปริมาณความชุกชุมของชนิดนก (Pettingill, 1969) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของความชุกชุม} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบนกชนิดนั้นๆ} \times 100}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจ}}$$

จากนั้นนำร้อยละของความชุกชุมที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความชุกชุมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก (Abundance: A) พบในอัตราร้อยละ 90 - 100

ระดับ 4 นกที่พบบ่อย (Common: C) พบในอัตราร้อยละ 65 - 89

ระดับ 3 นกที่พบบานกลาง (Moderately common: MC) พบในอัตราร้อยละ 31-64

ระดับ 2 นกที่พบน้อย (Uncommon: UC) พบในอัตราร้อยละ 10 - 30

ระดับ 1 นกที่พบได้ยาก (Rare: R) พบในอัตราร้อยละ <10

2.3 ทำการศึกษาลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ และนำข้อมูลจากการศึกษาไปส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

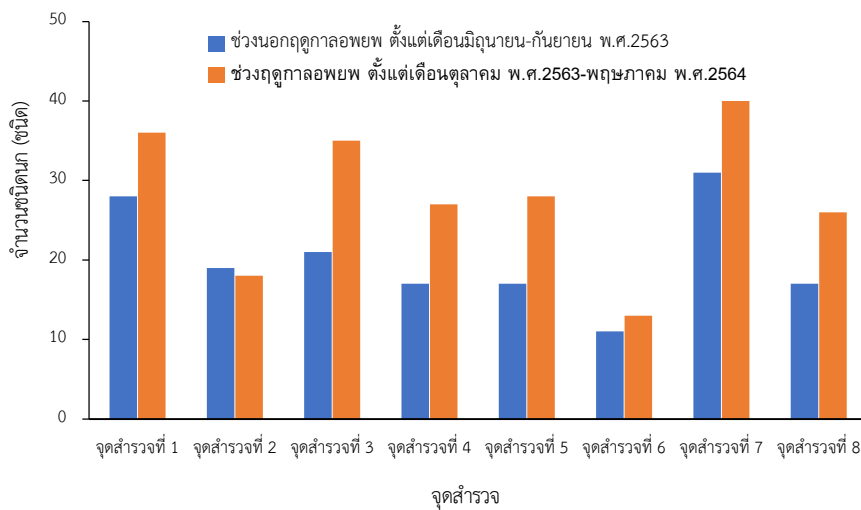
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาความหลากหลายชนิดของนก

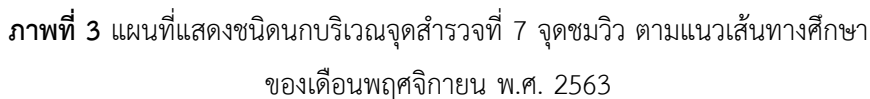
ความหลากหลายชนิดของนกตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 - พฤษภาคม พ.ศ. 2564 พบนก 8 อันดับ 30 วงศ์ 71 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนกเท่ากับ 3.20 โดยอันดับ Passeriformes มีชนิดของนกมากที่สุดจำนวน 26 ชนิดรองลงมาคืออันดับ Charadriiformes พบชนิดของนกจำนวน 23 ชนิด ส่วนอันดับ Pelecaniformes พบชนิดของนก จำนวน 5 ชนิด อันดับ Coraciiformes พบชนิดของนก จำนวน 5 ชนิด อันดับ Columbiformes พบชนิดของนก

จำนวน 4 ชนิด อันดับ Accipitriformes พบชนิดของนก จำนวน 3 ชนิด อันดับ Cuculiformes พบชนิดของนก จำนวน 3 ชนิด และอันดับ Suliformes พบชนิดของนก จำนวน 2 ชนิด โดยเดือนพฤศจิกายน พบชนิดนกมากที่สุด จำนวน 43 ชนิด ในช่วงฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2563 - พฤษภาคม พ.ศ.2564 พบนก จำนวน 8 อันดับ 28 วงศ์ 66 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก เท่ากับ 3.15 ส่วนช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - กันยายน พ.ศ.2563 พบนก จำนวน 8 อันดับ 24 วงศ์ 44 ชนิด

ส่วนบริเวณจุดสำรวจที่ 1 - 8 ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ พบชนิดนกเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จำนวนชนิดนกบริเวณจุดสำรวจที่ 1 - 8 ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ช่วงนอกฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - กันยายน พ.ศ. 2563 และช่วงฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 - พฤษภาคม พ.ศ. 2564



ส่วนสถานภาพของนก ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเล พบ นกประจำถิ่น 36 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 9 ชนิด และนกอพยพ 26 ชนิด โดย ในช่วงฤดูกาลอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2563 - พฤษภาคม พ.ศ. 2564 พบนกประจำ ถิ่นประกอบด้วยกลุ่มนกน้ำ (water birds) เช่น นกกาน้ำปากยาว นกยางเปีย นกยางกรอก

พันธุ์ชวา นกยางเขียว เป็นต้น กลุ่มนกป่า (forest birds) เช่น นกกินเปี้ยว นกโกลก หงส์หัวโต นกแว่นตาขาวสีทอง นกกระจอกป่าโกลก เป็นต้น ส่วนกลุ่มนกอพยพ ประกอบด้วย กลุ่มนกชายเลน (shorebirds) จำนวน 16 ชนิด เช่น นกอีโก้ยเล็ก นกหัวโตสีเทา นกหัวโตเล็ก ขาเหลือง นกชายเลนปากแฉ่น เป็นต้น กลุ่มนกบก (terrestrial birds) มีจำนวน 4 ชนิด คือนกกระเต็นน้อยธรรมดา นกกระเต็นหัวดำ นกจับแมลงสีคล้ำ และนกอีเสือสีน้ำตาล กลุ่มนกทะเล (seabirds) จำนวน 3 ชนิด คือนกนางนวลธรรมดา นกนางนวลเกลบเคราขาว นกนางนวลเกลบแคสเปียน กลุ่มนกล่าเหยื่อ (raptor) มีจำนวน 1 ชนิด คือ เหยี่ยวออสเปร

ด้านสถานภาพการถูกคุกคามที่อยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 4 ชนิด คือนกปากแฉ่นหางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง และนกสตีลท์คอแดง

2. ผลการศึกษาความชุกชุมของชนิดนก

จากการศึกษาความชุกชุมของชนิดนก ที่ระดับ 5 ปรากฏว่า นกที่พบบ่อยมาก (Abundance: A) จำนวน 11 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15.49 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด เช่น นกยางเปีย นกกินเปี้ยว นกกระจอกป่าโกลก นกนางแอ่นบ้าน เป็นต้น ระดับ 4 นกที่พบบ่อย (Common: C) จำนวน 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.09 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด เช่น นกยางโทนใหญ่ เหยี่ยวแดง นกปากแฉ่นหางดำ นกอีโก้ยเล็ก นกนางนวลเกลบเคราขาว เป็นต้น ระดับ 3 นกที่พบบานกลาง (Moderately common: MC) จำนวน 17 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 23.94 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด เช่น นกหัวโตทรายเล็ก นกอีโก้ยใหญ่ นกนางนวลธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น ระดับ 2 นกที่พบน้อย (Uncommon: UC) จำนวน 14 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19.72 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด เช่น เหยี่ยวออสเปร นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกสตีลท์คอแดง นกกระจับหญ้าสีเขียว เป็นต้น และระดับ 1 นกที่พบน้อย (Rare : R) จำนวน 19 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 26.76 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด เช่น เหยี่ยวผึ้ง นกหัวโตสีเทา นกนางนวลเกลบแคสเปียน นกจับแมลงสีคล้ำ เป็นต้น

ชนิดนกบริเวณจุดสำรวจที่ 7 จุดชมวิว ในช่วงฤดูการอพยพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2563 – พฤษภาคม พ.ศ.2564 พบชนิดนกมากที่สุด จำนวน 40 ชนิด ซึ่งมีความชุกชุมของชนิดนก ที่ระดับ 5 ปรากฏว่า นกที่พบบ่อยมาก (Abundance: A) จำนวน 1 ชนิด คือนกกินเปี้ยว และระดับ 4 นกที่พบบ่อย (Common: C) จำนวน 5 ชนิด คือนกยางเปีย นกยางโทนน้อย นกกาฬน้ำเล็ก นกนางนวลเกลบเคราขาว และนกนางแอ่นบ้าน

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (2565) ISSN 2287-0083 | Vol.10 Issue.1 (2022) ISSN 2287-0083

ส่วนชนิดนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติเพื่อเลี้ยงดูลูก ในเดือนพฤษภาคม มีจำนวน 2 ชนิด คือ นกแวนตาขาวสีทอง พบบริเวณจุดสำรวจที่ 1 บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง และนกขมิ้นน้อยธรรมดา พบบริเวณจุดสำรวจที่ 6 ลานเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลน

4. การจัดการกรรมการเรียนรู้และกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

การศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ สามารถนำข้อมูลไปพัฒนาเพื่อจัดการกรรมการเรียนรู้และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติแห่งนี้ที่อยู่ใกล้เมืองเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ให้สถานศึกษาได้จัดกิจกรรมเรียนรู้ โดยการประยุกต์และบูรณาการกับรายวิชาที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล จากการจัดการกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนของสถานศึกษาสู่การจัดการกรรมการเรียนรู้ภาคสนามในห้องเรียนธรรมชาติ โดยอาศัยธรรมชาติเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้กับการได้สัมผัสกับธรรมชาติ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำมาจัดฐานกิจกรรมการเรียนรู้ในจุดสำรวจตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ อาทิเช่น กิจกรรมดูนกประจำถิ่น กิจกรรมดูนกชายเลนและนกทะเลในช่วงฤดูการอพยพ กิจกรรมดูนกป่าในระบบนิเวศป่าชายเลน กิจกรรมการศึกษาอุปนิสัยการหากินของนก กิจกรรมการอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่อาศัยของนกบริเวณชายฝั่งทะเล กิจกรรมศึกษาการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นต้น ส่วนการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ อาทิเช่น กิจกรรมดูนกในเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ กิจกรรมปลูกป่าชายเลน กิจกรรมพายเรือคายัคชมธรรมชาติ กิจกรรมชมวิถีชีวิตของชุมชนบริเวณชายฝั่งทะเล เป็นต้น

อภิปรายผล

การจัดการกิจกรรมดูนกอพยพตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติบริเวณชายฝั่งทะเล อ่าวไทยตอนใน จะจัดในช่วงเดือนตุลาคม - พฤษภาคมของทุกปี โดยเฉพาะในช่วงเวลาเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน จะพบกลุ่มนกชายเลนเข้ามาแวะพักหากินอาหารร่วมกันเป็นฝูงบริเวณหาดเลน เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเส้นทางการบินอพยพเอเชียตะวันออก - ออสเตรเลีย (East Asian-Australasian Flyway: EAAF) ในทุกฤดูหนาวราวเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคม จึงมีเหล่านกอพยพ อพยพย้ายถิ่นเข้ามาหาพื้นที่ที่มีแหล่งอาหารสมบูรณ์ (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2553) และสอดคล้องกับ รุ่งโรจน์ จุกมงคล (2554) ที่ได้กล่าวเกี่ยวกับหาดเลน

ชายฝั่งว่าเป็นพื้นที่ที่ฝูงนกชายเลนขึ้นชอบมากที่สุด เพราะเป็นแหล่งรวมอินทรีย์วัตถุ ที่ไหลมา
กับตะกอนที่ผ่านมาจากปากแม่น้ำ ป่าชายเลน รวมทั้งบ่อเลี้ยงกุ้ง อินทรีย์วัตถุเหล่านี้เป็นธาตุ
อาหารของสัตว์เล็ก ๆ จำนวนมหาศาล ส่งผลให้ตามหน้าดินบนหาดเลน เต็มไปด้วยสัตว์ไม่มี
กระดูกสันหลังนานาชนิด ในช่วงนอกฤดูการอพยพ เดือนสิงหาคม บริเวณหาดเลนชายฝั่ง พบ
นกอพยพกลุ่มชายเลน ได้แก่ นกปากแอมหางดำ นกอีโก้ยเล็ก นกหัวโตทรายเล็ก นกทะเลขา
แดงธรรมดา เป็นต้น สอดคล้องกับ ยศพล วงศ์เลิศวิทย์ (2554) ได้ศึกษาพบว่า ในเดือน
มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม เป็นช่วงนอกฤดูการอพยพ สามารถพบนกอพยพบางชนิด
เช่น นกปากแอมหางดำ นกอีโก้ยเล็ก นกทะเลขาแดงธรรมดา เป็นต้น สอดคล้องกับ
Lekagul & Round (1991) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ช่วงกลางเดือนสิงหาคมและต้นเดือนกันยายน
บรรดานกอพยพชุดแรกเริ่มเดินทางมาถึงแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของพื้นที่ในการ
เข้ามาใช้ประโยชน์ของเหล่านกอพยพ ส่วนพื้นที่ระบบนิเวศป่าชายเลนตามแนวเส้นทางศึกษา
ธรรมชาติ พบกลุ่มนกป่า เช่น นกกระจอยป่าโกงกาง นกโกงกางหัวโต นกแว่นตาขาวสีทอง
นกกินเปี้ยว นกกะเต็นหัวดำ เป็นต้น สอดคล้องกับ ยศพล วงศ์เลิศวิทย์ (2554) ที่ได้ศึกษา
พบว่า ในแนวป่าชายเลนพบ นกกระจอยป่าโกงกาง นกอีแรดแถบอกดำ นกขมิ้นน้อย
ธรรมดา นกแว่นตาขาวสีทอง เป็นต้น หาดอาหารจำพวกแมลงต่าง ๆ ตามต้นไม้ สอดคล้องกับ
พิชชนก นุ่มละมัย และ ศิริวรรณ เดือนขาว (2557) ได้ศึกษาพบว่า ชนิดนกที่พบบริเวณ
พื้นที่ป่าชายเลนในเส้นทางท่องเที่ยวทางเรือ เช่น นกจาบคาหัวเขียว นกโกงกางหัวโต นกอีแร
ดแถบอกดำ นกกระจอยป่าโกงกาง นกกะเต็นหัวดำ เป็นต้น นอกจากนี้จุดสำรวจบริเวณจุด
ชมวิว ที่เป็นพื้นที่หาดเลนติดกับพื้นที่ปลูกป่าชายเลน มีความชุกชุมของชนิดนกที่ระดับ 5 นก
ที่พบบ่อยมาก (Abundance: A) จำนวน 2 ชนิด คือ นกยางเปียและนกกินเปี้ยว สอดคล้อง
Charoenpokaraj & Chitman (2021) ได้ศึกษาพบว่า พื้นที่หาดเลนชายฝั่ง จะมีความชุก
ชุมของชนิดนก ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก คือ นกยางเปีย นกกาน้ำเล็ก และนกกินเปี้ยว ส่วน
จุดสำรวจบริเวณพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ร้างที่เดิมเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ พบกลุ่มนกน้ำ เช่น
นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางเขียว นกยางโทนน้อย เป็นต้น และกลุ่มนกชายเลน
เช่น นกหัวโตทรายเล็ก นกปากแอมหางดำ นกอีโก้ยเล็ก นกทะเลขาแดงธรรมดา เป็นต้น เข้า
มาหากินอาหารบริเวณพื้นเลนและบริเวณแหล่งน้ำตื้น ซึ่งสอดคล้องกับ ประภาส นาประดิษฐ์
(2533) ที่กล่าวว่า ในขณะน้ำลง น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจะแห้งเกิดเป็นหาดเลนพบว่า มีอาหารอุดม
สมบูรณ์มาก เพราะพวกลูกกุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น จะติดค้างอยู่ จึงเป็นแหล่งอาหารอย่างดี

ของนกประจำถิ่นและนกอพยพ ได้แก่ นกยางเปีย นกยางโทนน้อย นกตีนเทียน นกทะเลสา
แดงธรรมชาติ เป็นต้น และสอดคล้องกับ อัฟเตอร์เมเยอร์ และ รุ่งโรจน์ จุกมงคล (2542) กล่าว
ไว้ว่า พื้นที่นาทุ่งที่มีการเลี้ยงแบบธรรมชาติเป็นพื้นที่ที่ดีสำหรับนกชายเลนและนกน้ำจำนวนมาก
มากแหว่พักผ่อนหลับ ทำความสะอาดขนและหาอาหารเพิ่มในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นท่วมหาดเลน
ส่วนในด้านความชุกชุม พบนกที่มีความชุกชุมระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก เช่น นกยางเปีย
นกยางเขียว นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกกาน้ำเล็ก นกกินเปี้ยว นกกระจอกป่าโกงกาง เป็นต้น
ซึ่งสอดคล้องกับ นกตล แฉ่มชัย และคณะ (2558) ที่ทำการศึกษา พบว่า บริเวณพื้นที่ตำบล
บางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม พบนกมีความชุกชุมมาก เช่น นกกาน้ำเล็ก
นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางเขียว นกตีนเทียน เป็นต้น
ซึ่งลักษณะกิจกรรมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลน และหาดเลน บริเวณชายฝั่ง
ทะเล เพื่อใช้เป็นแหล่งหากินอาหาร เลี้ยงลูก และเป็นแหล่งพักพิง โดยกลุ่มนกชายเลนเข้ามา
หากินตามหาดเลนเป็นฝูงใหญ่ เนื่องจากหาดเลนปากแม่น้ำมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน
ที่เป็นแหล่งอาหารของนกชายเลน รวมทั้งเป็นแหล่งสร้างรายได้ให้กับชุมชนบริเวณชายฝั่ง
ทะเล สอดคล้องกับ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2553) ที่กล่าวถึง นก
เปียบเหมือนดัชนีบ่งชี้คุณภาพความสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพ บริเวณใดที่มีนกอพยพ
อาศัยหากินอยู่เป็นจำนวนมาก ย่อมหมายถึงพื้นที่นั้นมีความอุดมสมบูรณ์ซึ่งยังประโยชน์ต่อ
การดำรงชีวิตของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นด้วย (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช,
2553) ดังนั้นการจัดทำแนวป้องกันเพื่อชะลอคลื่น และการจัดกิจกรรมปลูกป่าชายเลนจนป่า
เริ่มฟื้นตัวใกล้เคียงป่าธรรมชาติเดิมช่วยเอื้อประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่อาศัยของนกได้
อย่างดี เหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมดูนกในแหล่งเรียนรู้ทางธรรมชาติและจัดกิจกรรมท่องเที่ยว
เชิงอนุรักษ์ตามแนวทางเส้นทางศึกษาธรรมชาติ รวมทั้งการสร้างรายได้ให้กับชุมชน สอดคล้อง
กับ วรรณณา วงษ์วานิช (2550) ได้กล่าวถึงการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ว่าเป็นการท่องเที่ยว
อย่างมีความรับผิดชอบต่อแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งธรรมชาติภายใต้การจัดการอย่างมีส่วน
ร่วมของชุมชนโดยมีกระบวนการสร้างการเรียนรู้ เพื่อสร้างจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
และธรรมชาติอย่างยั่งยืน และสอดคล้องกับ บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา (2548) ได้กล่าวไว้ว่า การ
ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นคุณค่าทางธรรมชาติที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น
โดยนักท่องเที่ยวได้เรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมโดยตรง จนก่อให้เกิด

จิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์กลับคืนสู่ธรรมชาติและเอื้อประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่น พร้อมทั้งปรับปรุงคุณภาพชีวิตของชุมชนท้องถิ่นให้ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

นกที่เข้ามาใช้ประโยชน์ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเล ตำบลบางแก้ว อำเภอมือเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม มีจำนวน 8 อันดับ 30 วงศ์ 71 ชนิด ดัชนีความหลากหลายของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 3.20 ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายของนกมากที่สุด คือ Passeriformes ส่วนชนิดนกที่อยู่สถานภาพใกล้สูญคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) คือ นกปากแอนหางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากไค้ และนกสตั๊ดคอแดง ส่วนลักษณะกิจกรรมของนกประจำถิ่นและนกอพยพที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ ส่วนใหญ่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่หาดเลน และพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้าง ตามแนวเส้นทางศึกษาธรรมชาติเพื่อหากินอาหาร และมีนกประจำถิ่นบางชนิดคือ นกแวนตาขาวสีทอง และนกขมิ้นน้อยธรรมดา เข้ามาใช้พื้นที่ป่าชายเลน เพื่อเลี้ยงลูก ซึ่งแสดงให้เห็นว่านกเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพและแหล่งอาหารในระบบนิเวศ ดังนั้นเส้นทางศึกษาธรรมชาติ จึงเหมาะสมต่อการจัดเป็นแหล่งเรียนรู้ความหลากหลายของนกทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ และจัดกิจกรรมดูนกในกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และความตระหนักในการอนุรักษ์และฟื้นฟูถิ่นที่อยู่อาศัยของนกนานาชนิดได้เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งหากินอาหาร และแหล่งพักพิงที่ปลอดภัยให้เป็นวัฏจักรในช่วงฤดูกาลอพยพในทุกปี

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งบรายได้ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2557). *ความหลากหลายในป่าชายเลน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2562, จาก http://www.marinegiscenter.dmcr.go.th/km/mangroves_doc06/#.VECIV.

- กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2553). *คู่มือเรื่องนกอพยพ*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ยศพล วงศ์เลิศวิทย์. (2554). *ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อความหลากหลายของนกบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ด้านตะวันตก จังหวัดสมุทรสาคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- รุ่งโรจน์ จุกมงคล. (2554). *แหล่งดูนกทั่วไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- รุ่งโรจน์ จุกมงคล. (2544). *นกชายเลนในอ่าวไทยตอนใน : วัฏจักรและชะตาชีวิตบนหาดเลน*. นิตยสารสารคดี ฉบับที่ 191 เดือน กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. (2548). *การพัฒนาการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน*. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิชาการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.
- ประภาส นาประดิษฐ์. (2533). *นิเวศวิทยาของนกในบริเวณพื้นที่ทำนาทุ่ง จังหวัดสมุทรสงคราม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- นภดล แซ่ม้อย, ประทีป มีวัฒนา และ ไกรวุธ สุขสว่าง. (2558). *ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พิชชนก นุ่มละมัย และ ศิริวรรณ เตือนขาว. (2557). *การศึกษาความหลากหลายชนิดของนกในเส้นทางบริเวณชายฝั่งทะเลและพื้นที่ใกล้เคียง ตำบลคลองโคน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม*. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วรรณณา วงษ์วานิช. (2550). *ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยว*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). *บทบาทสำคัญของพื้นที่สีเขียวกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ปี 2558*. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.onep.go.th/greenarea/subject.html>.
- อัฟเตอร์เมเยอร์, พอล แอล เอ, และ รุ่งโรจน์ จุกมงคล. (2542). *การอพยพย้ายถิ่นของนกชายเลนและถิ่นอาศัยบริเวณอ่าวไทยตอนใน*. กรุงเทพฯ : องค์การพื้นที่ชุ่มน้ำนานาชาติและสมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย.

- Charoenpokaraj, N., & Chitman, P. (2021). Species Diversity, Abundance and Similarity of Birds in Habitat of Birds along the Seacoast for Conservation and Ecotourism in Muang District, Samut Songkhram Province. *PSRU Journal of Science and Technology*, 6(1). 39-55.
- Dais, M. P., Lecoq, M., Moniz, F., & Rabaca, J. E. (2014). Can human-made saltpans represent an alternative habitat for shorebirds? Implications for a predictable loss of estuarine sediment flats. *Journal of Environmental Management*, 53(1)163–171.
- Lekagul, B., & Round, P. D. (1991). *A Guide to the Birds of Thailand*. Bangkok: Sahakarnbhaet Co.
- Pettingill, O. S. (1969). *A Laboratory and Field Manual of Ornithology*. Minnesota: Burgess Publication Company.
- Robson, C. (2008). *A Field Guide the Birds of Thailand and South-East Asia*. Bangkok: Asia Book Co., Ltd.
- Shannon, C. E. (1949). Mathematical theory of communication. *Bell System technical Journal*, 27, 379-423.

ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันต่ออายุการเก็บรักษาและ
คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80
EFFECT OF ALOE VERA AND TURMERIC ESSENTIAL OIL COATING ON STORAGE
SHELF-LIFE AND POSTHARVEST QUALITY OF STRAWBERRY CV. NO.80

ทิตา สุนทรวิภาต *

Thita Soonthornvipat *

ภาควิชาเทคโนโลยีและพัฒนากิจการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Department of Agricultural Technology and development, Faculty of Agricultural Technology,
Chiang Mai Rajabhat University

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2) °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75% จากการทดลองพบว่าสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 75% ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันสามารถชะลออัตราการหายใจลดการสูญเสียน้ำหนัก และการสุกของผลสตรอว์เบอร์รีได้ดีกว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 50%, 100% และไม่ได้เคลือบผิว ($P<0.05$) ตามลำดับ สำหรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีผลสตรอว์เบอร์รีทุกวัน พบว่าสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ผสมน้ำมันสกัดขมิ้นชันที่ทุกระดับความเข้มข้นนอกจากจะช่วยเพิ่มความมันวาวให้ผิวผลแล้วยังสามารถลดอัตราการเกิดบาดแผลที่เกิดจากการขีดสีที่ผิวของผลได้ นอกจากนี้ยังสามารถลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก ลดการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอว์เบอร์รี การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส และปริมาณวิตามินซีได้ ($P<0.05$)

ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวธรรมชาติเคลือบผลสตรอว์เบอร์รีนี้อาจจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยการยืดอายุการเก็บรักษาและยืดอายุการวางจำหน่ายผลผลิตแก่เกษตรกร ทั้งนี้

* ผู้ประสานงาน: ทิตา สุนทรวิภาต

อีเมล: thita_soo@cmru.ac.th

เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตสินค้าทางการเกษตรที่ปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค ตลอดจนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยยึดหลักการที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้ภายในท้องถิ่น

คำสำคัญ: วานหางจระเข้, น้ำมันสกัดขมิ้นชัน, สตรอว์เบอร์รี, การเคลือบผิว, อายุการเก็บรักษา

Abstract

This study was on the effect of aloe vera and turmeric essential oil coating on the storage shelf-life and postharvest quality of strawberry cv. No.80 when stored at room temperature at 26 ± 2 °C with relative humidity at 60–75%. The research found that strawberry coating with 75% of aloe vera mixed with turmeric essential oil helped in slowing down the respiration rate and fresh weight loss and also declined the rate of ripening when compared with strawberry coating with 50% and 100% of aloe vera mixed with turmeric essential oil as well as strawberry without coating ($P<0.05$). According to the daily measurement of physical appearance and chemical composition in strawberries, it was found that aloe vera mixed with turmeric essential oil coating in any concentration not only enhanced the gloss and shine of strawberries but also reduced the incidence of wounds caused by abrasion on their surface. In addition, coating with aloe vera mixed with turmeric essential oil significantly decreased fresh weight loss, declined color change, texture change, as well as the amount of vitamin C ($P<0.05$). Therefore, the use of natural essence in strawberry coating may be an optional way to extend the storage and shelf-life for farmers in the future, including enabling farmers to produce harmless agricultural products for producers and consumers, as well as being environmentally friendly based on the principle that farmers would be able to access the local products.

Keywords: Aloe Vera, Turmeric Essential Oil, Strawberry, Coating, Storage shelf-life

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยโดยเฉพาะทางภาคเหนือมีการปลูกสตรอว์เบอร์รีเพื่อการค้าหลากหลายสายพันธุ์ โดยมูลนิธิโครงการหลวงเน้นการส่งเสริมการปลูกมากในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ซึ่งแต่สายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคผลสดอย่างสูงจากผู้บริโภคได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 50, 70, 72 และ 80 เป็นต้น ทั้งนี้สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ถือว่ามีลักษณะเด่นกว่าพันธุ์อื่น คือ เมื่อสุกจะมีสีแดงสด มีกลิ่นที่หอม รสชาติหวาน และเนื้อผลแน่น รูปร่างของผลสวยงาม ทั้งยังสามารถต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี โดยเฉพาะโรคแอนแทรกโนสและโรคราแป้งได้ดี (คงกฤษ อินทแสง, ม.ป.ป) ผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เหมาะแก่การรับประทานผลสดและยังมีราคาจำหน่ายที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเกษตรกรในภาคเหนือนิยมปลูกกันมาก แต่อย่างไรก็ตามสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ยังมีลักษณะด้อยบางประการ อาทิเช่น ผิวผลมีลักษณะบางส่งผลให้ผิวผลชำได้ง่าย ไม่คงทนต่อการขนส่ง อายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้เกิดปัญหาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญ คือผลผลิตสูญเสียทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ (ธเนศวร สีระแก้ว และคณะ, 2556) ซึ่งสตรอว์เบอร์รีจัดเป็นผลไม้ที่อายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีปัจจัยด้านคุณภาพ ลักษณะปรากฏ อาทิ สี ขนาด รูปร่าง รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส ตลอดจนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการก่อโรคซึ่งเป็นตัวกำหนดอายุการวางจำหน่าย อายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รี (Rooney, 2000) นอกจากนี้สตรอว์เบอร์รีมักจะแสดงอาการผิวแห้งระหว่างการวางจำหน่าย ทำให้คุณภาพลดลง การแก้ไขปัญหาดังกล่าวสามารถใช้การเคลือบผิวผลไม้โดยเฉพาะการใช้สารเคลือบผิวที่สามารถบริโภคได้ นอกจากจะช่วยจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และลดปริมาณออกซิเจนภายใน โดยลักษณะนี้เป็นการทำให้เกิดสภาพบรรยากาศตัดแปลง ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพดี มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น (दनัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนพานนท์, 2535) การใช้สารเคลือบจากธรรมชาติเพื่อลดอัตราการใช้สารเคมีในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและโรคหลังการเก็บเกี่ยวอื่นๆโดยเฉพาะเชื้อราที่มักเกิดขึ้นกับสตรอว์เบอร์รี โดยสารเคลือบผิวจะช่วยชะลอกระบวนการสุก การสูญเสียน้ำหนัก และการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้เป็นอย่างดี (Baldwin, 1994) การเคลือบผิวผลไม้จะไปทดแทนแวกซ์ตามธรรมชาติที่เกิดจากการล้างทำความสะอาด โดยการเคลือบผิวผลผลิตจะช่วยปิดรอยเปิดตามธรรมชาติ รวมทั้งรอยแผลที่เกิดขึ้นภายหลังการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว (Baldwin et al., 1977) โดยสารเคลือบผิวสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ และสร้าง

สภาพแวดล้อมของผลผลิตโดยช่วยลดอัตราการหายใจ และลดการสังเคราะห์เอทิลีนลงด้วย โดยการเคลือบผิวสามารถจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซทำให้ภายในผลมีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ และคาร์บอนไดออกไซด์สูง ส่งผลให้ขบวนการสังเคราะห์เอทิลีนหยุดชะงัก (दनัย บุญยเกียรติ, 2540) นอกจากนี้การเคลือบผิวยังช่วยชะลอการเกิดของโรคหลังการเก็บเกี่ยวและช่วยเพิ่มลักษณะปรากฏที่ดีระหว่างทางการขนส่งและการเก็บรักษา (Amarante & Banks, 2001) โดยว่านหางจระเข้เป็นพืชที่นิยมนำมาใช้ในทางการแพทย์มาอย่างยาวนาน โดยพบว่าเนื้อเยื่อส่วนน้ำใส (mucilage) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อาทิเช่น ป้องกันการเกิดเซลล์มะเร็ง ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคไต ตลอดจนช่วยลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอรอลในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยลดอาการบวมและสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคต่างๆ ได้เป็นอย่างดี (Sánchez-Machado et al., 2016) น้ำมันสกัดขมิ้นชันพบว่ามีสารทูเมอร์อน (turmerone) ที่มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ลดอาการอักเสบของผิวหนังและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (Shagufta et al., 2010) ทั้งนี้ในหลายประเทศทั่วโลกที่กังวลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวและสารเคมีอาจจะผลิตสารพิษที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคตลอดจนเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม (Bautista-Banos et al., 2006) ดังนั้นหากสามารถลดอัตราการสูญเสียทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณจะส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ฉะนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันซึ่งเป็นสารเคลือบจากธรรมชาติ เกษตรกรสามารถหาได้ภายในท้องถิ่นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและการลดความสูญเสียของสตอร์วเบอร์รี่ระหว่างการวางจำหน่ายได้ โดยใช้วิธีการเคลือบผิวด้วยสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อลดการใช้สารเคมีและส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

คัดขนาดผลสตอร์วเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 จากสวนเกษตรกรที่ปลูกเป็นการค้า อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่ ที่ความสุกหรือผิวผลสตอร์วเบอร์รี่ที่ระยะสีผิวแดง 70-80 % ซึ่งเป็นระยะความแก่ทางการค้า จากนั้นคัดขนาดว่านหางจระเข้ที่มีขนาดโตเต็มที่ที่มีลักษณะสมบูรณ์ นำว่านหางจระเข้มาทำการล้างและปั่นให้ละเอียด เพื่อทำสารละลายสำหรับการเคลือบตามความเข้มข้นต่างๆต่อไป น้ำมันสกัดขมิ้นชันทางการค้าเพื่อใช้ผสมกับสารเคลือบผิวว่านหาง

จะเข้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยใช้สตรอร์เบอร์จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กิโลกรัม ทำการเคลือบสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันตามความเข้มข้นต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารเคลือบว่านหางจระเข้ 50% + น้ำมันสกัดขมิ้นชัน 10 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 สารเคลือบว่านหางจระเข้ 75% + น้ำมันสกัดขมิ้นชัน 10 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 สารเคลือบว่านหางจระเข้ 100% + น้ำมันสกัดขมิ้นชัน 10 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม)

วิธีการเคลือบผิวสตรอร์เบอร์

นำผลสตรอร์เบอร์มาคัดเลือกเอาผลที่สม่ำเสมอและไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช ล้างทำความสะอาด จากนั้นใช้ผ้าแห้งซับทำความสะอาด จากนั้นนำมาเคลือบผิวโดยการจุ่มผลสตรอร์เบอร์ลงในสารละลายประมาณ 5 วินาที แล้วใช้มือที่สวมถุงมือยางลูบสารเคลือบผิวเบาๆ ให้ทั่วทั้งผล ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง บรรจุผลสตรอร์เบอร์ลงในภาชนะแล้วเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2)°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75 % เปรียบเทียบกับผลสตรอร์เบอร์ที่ไม่ได้เคลือบผิว บันทึกลักษณะปรากฏ การสูญเสียน้ำหนัก และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีได้แก่

การสูญเสียน้ำหนัก (%)

ชั่งน้ำหนักผลสตรอร์เบอร์เมื่อวันเริ่มต้นการทดลอง แล้วเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักผลสตรอร์เบอร์ซ้ำทุกๆ วัน โดยแต่ละวิธีการใช้ผลสตรอร์เบอร์ชุดเดิมจนหมดอายุการเก็บรักษา โดยเครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด จากสูตร

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักผลก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักผลหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักผลก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

การวัดสีผิว (Peel colour)

โดยใช้เครื่อง Chroma Meter รุ่น CR-400 หัววัด CR310 ของบริษัท Minolta โดยวัดสีผิวภายนอกบริเวณขั้วของผล กึ่งกลางของผล และปลายผลสตรอร์เบอร์ จำนวนทั้งหมด 3 จุดค่าที่ได้แสดงเป็น L^* , a^* , b^* , Chroma และ hue angle โดยค่า L^* บ่งบอกถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือสีดำ และ 100 คือสีขาว ค่า a^* แสดงผลการเปลี่ยนสี

จากสีเขียว (-a*) ไปจนถึงสีแดง (+a*) และค่า b* แสดงผลการเปลี่ยนสีน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงสีเหลือง (+b*)

ความแน่นเนื้อ (Fruit firmness)

โดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System, UK รุ่น TA.XT Plus ใช้หัว P36 cylinder stainless ค่า test speed 1mm/s ค่าระยะทางในการกด 7.5 mm รายงานค่าแรงกดสูงสุดในหน่วยนิวตัน (Sirijarriyawat & Charoenrein, 2014)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS)

นำผลสตรอร์เบอร์รี่มาคั้นน้ำแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางแล้ววัดด้วยเครื่อง Refractometer รุ่น RX-5000 Lapha โดยอ่านค่าจากน้ำสตรอร์เบอร์รี่คั้นซ้ำ 3 ครั้ง หน่วยเป็น Brix แล้วหาค่าเฉลี่ย

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) ประยุกต์จาก AOAC (1984)

นำน้ำคั้นสตรอร์เบอร์รี่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร หยด 1 เปอร์เซ็นต์ ฟีนอล์ฟทาลีน จำนวน 2 หยด แล้วจึงไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติคือสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู คงตัวนานประมาณ 30 วินาที แล้วจึงคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตร

$$\% \text{ TA} = \frac{\text{NaOH (mL)} \times 0.1 \text{ NaOH (N)} \times 0.07 \times 100}{10 \text{ g}}$$

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดค่าความเป็นกรดต่างโดยเครื่องวัด pH Meter ยี่ห้อ Seven CompactTM S220. จำนวน 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย

ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid)

วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นสตรอร์เบอร์รี่ด้วยวิธีการไทเทรชันด้วย Indophenol โดยการปิเปตน้ำคั้นสตรอร์เบอร์รี่มา 10 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดออกซาลิกความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร แล้วกรองด้วยกระดาษ Whatman No.1 ปิเปตสารละลายที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไป

ไทเทรตกับสารละลาย 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอลความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จนถึงจุดยุติ ซึ่งสารละลายที่ได้มีสีชมพู คงตัวนานประมาณ 30 วินาที แล้วคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยใช้ปริมาตร 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน โดยคำนวณตามสูตรดังนี้ (Ranganna, 1977) ปริมาตร indophenol dye a มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับ ascorbic acid เท่ากับ 1 มิลลิลิตร (จาก standard)

$$\text{ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)} = \frac{a \times 0.001 \times 100 \times 1,000}{b \times c}$$

a = ปริมาตร 2, 6- ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ในการไทเทรตกับสารตัวอย่าง

b = ปริมาตร 2, 6- ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ในการไทเทรตกับวิตามินซีมาตรฐาน

c = น้ำหนักของสารตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และสรีรวิทยาของผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ที่ระดับความเข้มข้น 50%, 75% และ 100% ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอว์เบอร์รีได้ โดยสารเคลือบทุกกรรมวิธีช่วยเพิ่มความมันวาวของผิวได้ดีกว่าผลสตรอว์เบอร์รีที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวสามารถลดอัตราการเกิดบาดแผลที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดที่ผิวของผลผลิตได้ ส่งผลให้ชะลอกระบวนการทางชีวเคมีที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลสตรอว์เบอร์รีให้เกิดขึ้นช้าลง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลสตรอว์เบอร์รี ค่า L^* , a^* , b^* และ hue angle ของสีผิวผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆจะช่วยชะลอกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซ ซึ่งส่งผลให้

กระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีภายในผลผลิตเกิดขึ้นได้ช้าลง ช่วยให้ผลสตอร์วเบอร์รีลดอัตราการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนที่เป็นสาเหตุให้สตอร์วเบอร์รีเปลี่ยนแปลงสีแดงได้ดีกว่าผลสตอร์วเบอร์รีที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว (Pornchan et al., 2016)

ในขณะเดียวกันผลสตอร์วเบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ 75% ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันสามารถลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด พบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$) โดยผลยังคงมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลสตอร์วเบอร์รีเคลือบผิวว่านหางจระเข้ที่ระดับความเข้มข้น 50%, 100% ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชัน และผลสตอร์วเบอร์รีที่ไม่ได้เคลือบผิวตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 7 วัน (ตารางที่ 2) การศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของผลลิ้นจี่ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานและว่านหางจระเข้ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารเคลือบผิวสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลลิ้นจี่ได้ดีกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวเมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Liu et al., 2011) เช่นเดียวกับการทดลองของ Chien et al. (2007) ที่พบว่าสารเคลือบผิวสามารถชะลออัตราการสูญเสียน้ำหนัก การเสื่อมสลายของผลผลิต การเปลี่ยนสีผิวของผล และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงหั่นชิ้นให้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่พบว่าสารเคลือบผิวจากว่านหางจระเข้สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและสามารถช่วยรักษาคุณภาพของผลไม้ได้หลายชนิด อาทิ เช่น ราสเบอร์รี่ (Hassanpour, 2015) บลูเบอร์รี่ (Vieira et al., 2016) มะละกอ (Mendy et al., 2019) และส้ม (Rasouli et al., 2019) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ทุกระดับความเข้มข้นร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 7 วัน (ตารางที่ 3) ในขณะที่ผลสตอร์วเบอร์รีที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ทุกระดับความเข้มข้นร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันมีปริมาณวิตามินซีลดลงน้อยกว่าผลสตอร์วเบอร์รีที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 7 วัน (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hamid (2014) ที่รายงานว่าผลราสเบอร์รี่ที่เคลือบผิวผลด้วยสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้มีอัตราการลดลงของปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าผลราสเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Vincenzo et al. (2019) ที่ศึกษาผลของว่านหางจระเข้ต่อคุณภาพหลังการ

เก็บเกี่ยวของสตรว์เบอร์รี่พันธุ์ Cadonga พบว่าสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ช่วยให้การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณฟีนอล ปริมาณวิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระภายในผลสตรว์เบอร์รี่มีมากกว่าผลสตรว์เบอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ช่วยควบคุมการแลกเปลี่ยนและการผ่านเข้าออกของก๊าซภายในผลผลิตซึ่งส่งผลให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆลดลงด้วย นอกจากนี้สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ดี (Sánchez-Machado et al., 2016) ส่วนน้ำมันสกัดขมิ้นชันมีสารทุเมอโรน (turmerone) มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียได้ (Shagufta et al., 2010) จึงช่วยชะลอการเกิดโรคส่งผลให้ผลสตรว์เบอร์รี่ที่เคลือบผิวยังมีคุณภาพที่ดีมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลสตรว์เบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว

ตารางที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ (Aloe) และน้ำมันสกัดขมิ้นชัน (TEO) ต่อการเปลี่ยนแปลงของสี (L, a*, b*, hue angle) ของผลสตรอว์เบอร์รีที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2) °C เป็นระยะเวลา 7 วัน

Storage time (Day)	Treatment	L value	a*	b*
0	50 % Aloe + TEO	45.74 ^a	28.98 ^a	19.89 ^a
	75 % Aloe + TEO	45.71 ^a	28.29 ^a	19.53 ^a
	100 % Aloe + TEO	44.08 ^a	27.70 ^a	20.10 ^a
	Control	42.75 ^a	29.60 ^a	21.12 ^a
1	50 % Aloe + TEO	42.70 ^a	28.98 ^{ab}	18.03 ^a
	75 % Aloe + TEO	42.22 ^a	29.09 ^{ab}	17.29 ^a
	100 % Aloe + TEO	39.37 ^b	28.49 ^b	13.92 ^b
	Control	40.94 ^{ab}	30.17 ^a	16.67 ^{ab}
2	50 % Aloe + TEO	38.28 ^{ab}	25.06 ^{ab}	10.50 ^a
	75 % Aloe + TEO	38.36 ^a	23.23 ^{ab}	9.95 ^{ab}
	100 % Aloe + TEO	36.73 ^c	23.44 ^b	8.32 ^b
	Control	36.91 ^{bc}	25.75 ^a	9.71 ^{ab}
3	50 % Aloe + TEO	36.22 ^{ab}	20.31 ^a	6.87 ^a
	75 % Aloe + TEO	36.20 ^{ab}	20.11 ^a	7.12 ^a
	100 % Aloe + TEO	35.97 ^b	20.55 ^a	6.98 ^a
	Control	37.40 ^a	20.49 ^a	7.03 ^a
4	50 % Aloe + TEO	35.89 ^a	19.16 ^b	7.84 ^a
	75 % Aloe + TEO	36.43 ^a	18.18 ^b	5.70 ^b
	100 % Aloe + TEO	32.46 ^b	22.98 ^a	9.48 ^a
	Control	34.34 ^{ab}	20.46 ^{ab}	6.24 ^b
5	50 % Aloe + TEO	33.12 ^a	18.60 ^a	7.08 ^a
	75 % Aloe + TEO	32.84 ^a	19.45 ^a	7.05 ^a
	100 % Aloe + TEO	32.10 ^a	19.05 ^a	6.88 ^a
	Control	31.65 ^a	20.22 ^a	6.97 ^a
6	50 % Aloe + TEO	27.91 ^b	20.19 ^{ab}	8.04 ^a
	75 % Aloe + TEO	31.37 ^a	18.77 ^b	7.93 ^a
	100 % Aloe + TEO	30.29 ^a	18.42 ^b	7.98 ^a
	Control	30.78 ^a	22.95 ^a	7.50 ^a
7	50 % Aloe + TEO	27.32 ^b	19.76 ^a	8.40 ^a
	75 % Aloe + TEO	29.16 ^a	20.06 ^a	7.55 ^{ab}
	100 % Aloe + TEO	29.66 ^a	20.47 ^a	6.17 ^b
	Control	28.56 ^{ab}	19.94 ^a	8.61 ^a

^a Value followed by the same letter in the column on the same day were not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($P < 0.05$).

ตารางที่ 2 ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ (Aloe) และน้ำมันสกัดขมิ้นชัน (TEO) ต่อการเปลี่ยนแปลงของสี (hue angle), ค่าความแน่นเนื้อ (Fruit firmness) และการสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss, %) ของผลสตรอว์เบอร์รี่ที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2) °C เป็นระยะเวลา 7 วัน

Storage time (Day)	Treatment	Hue angle	Fruit firmness (N)	Weight loss (%)
0	50 % Aloe + TEO	34.82 ^a	1.57 ^a	-
	75 % Aloe + TEO	35.00 ^a	1.52 ^a	-
	100 % Aloe + TEO	35.21 ^a	1.55 ^a	-
	Control	34.96 ^a	1.47 ^a	-
1	50 % Aloe + TEO	31.75 ^a	1.25 ^{ab}	12.28 ^b
	75 % Aloe + TEO	30.71 ^a	1.49 ^a	11.60 ^b
	100 % Aloe + TEO	26.34 ^b	1.52 ^a	12.69 ^b
	Control	28.97 ^{ab}	1.18 ^b	13.71 ^a
2	50 % Aloe + TEO	22.56 ^a	1.12 ^a	17.48 ^{ab}
	75 % Aloe + TEO	22.22 ^{ab}	1.11 ^a	15.22 ^b
	100 % Aloe + TEO	19.55 ^b	1.31 ^a	14.48 ^b
	Control	20.78 ^{ab}	1.08 ^a	21.90 ^a
3	50 % Aloe + TEO	18.88 ^a	1.17 ^a	24.94 ^{ab}
	75 % Aloe + TEO	19.06 ^a	1.18 ^a	18.68 ^{bc}
	100 % Aloe + TEO	18.93 ^a	1.16 ^a	17.48 ^c
	Control	19.11 ^a	1.02 ^a	26.51 ^a
4	50 % Aloe + TEO	16.94 ^b	1.16 ^a	22.46 ^b
	75 % Aloe + TEO	18.45 ^{ab}	1.15 ^a	21.40 ^b
	100 % Aloe + TEO	20.72 ^a	1.18 ^a	21.76 ^b
	Control	17.32 ^b	1.02 ^a	26.27 ^a
5	50 % Aloe + TEO	14.48 ^b	0.98 ^a	33.16 ^a
	75 % Aloe + TEO	18.82 ^{ab}	1.07 ^a	22.44 ^b
	100 % Aloe + TEO	19.13 ^a	1.14 ^a	22.98 ^b
	Control	16.98 ^{ab}	0.71 ^b	33.46 ^a
6	50 % Aloe + TEO	21.88 ^a	1.01 ^a	33.21 ^{ab}
	75 % Aloe + TEO	20.69 ^a	1.02 ^a	28.05 ^b
	100 % Aloe + TEO	19.68 ^{ab}	1.12 ^a	30.29 ^{ab}
	Control	17.44 ^b	0.72 ^b	35.72 ^a
7	50 % Aloe + TEO	17.55 ^a	0.72 ^{bc}	42.67 ^b
	75 % Aloe + TEO	18.42 ^a	1.06 ^{ab}	31.58 ^c
	100 % Aloe + TEO	18.45 ^a	0.87 ^{bc}	39.39 ^{ab}
	Control	16.81 ^a	0.55 ^c	44.85 ^a

^a Value followed by the same letter in the column on the same day were not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($P<0.05$).

ตารางที่ 3 ผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ (Aloe) และน้ำมันสกัดขมิ้นชัน (TO) ต่อค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA %) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS %) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid, mg/100 ml.FW) ของผลสตรอว์เบอร์รีที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2) °C เป็นระยะเวลา 7 วัน

Storage time (Day)	Treatment	TA (%)	TSS (%)	pH	Ascorbic acid (mg/100ml.FW)
0	50 % Aloe + TEO	0.78 ^a	10.19 ^a	3.46 ^a	84.37 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.64 ^a	9.98 ^a	3.54 ^a	82.85 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.63 ^a	10.07 ^a	3.52 ^a	82.45 ^a
	Control	0.79 ^a	10.14 ^a	3.51 ^a	83.54 ^a
1	50 % Aloe + TEO	0.61 ^a	10.97 ^a	3.52 ^a	82.51 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.55 ^a	10.63 ^a	3.55 ^a	81.96 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.47 ^a	10.64 ^a	3.57 ^a	79.87 ^a
	Control	0.50 ^a	10.44 ^a	3.65 ^a	80.29 ^a
2	50 % Aloe + TEO	0.51 ^a	10.18 ^a	3.53 ^a	78.71a ^b
	75 % Aloe +TEO	0.52 ^a	10.20 ^a	3.52 ^a	80.21 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.42 ^b	10.10 ^a	3.54 ^a	80.25 ^a
	Control	0.56 ^a	10.36 ^a	3.58 ^a	76.45 ^b
3	50 % Aloe + TEO	0.55 ^a	10.41 ^a	3.53 ^a	74.25 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.47 ^a	10.48 ^a	3.54 ^a	75.62 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.50 ^a	10.48 ^a	3.58 ^a	76.78 ^a
	Control	0.46 ^a	10.52 ^a	3.52 ^a	74.12 ^b
4	50 % Aloe + TEO	0.42 ^a	10.26 ^a	3.59 ^a	72.56 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.38 ^a	10.55 ^a	3.55 ^a	74.89 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.36 ^a	10.79 ^a	3.64 ^a	73.56 ^a
	Control	0.44 ^a	10.33 ^a	3.60 ^a	68.15 ^b
5	50 % Aloe + TEO	0.55 ^{ab}	10.25 ^a	3.54 ^a	70.25 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.62 ^a	10.48 ^a	3.67 ^a	71.45 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.44 ^b	10.71 ^a	3.60 ^a	70.65 ^a
	Control	0.65 ^a	10.60 ^a	3.66 ^a	65.98 ^b
6	50 % Aloe + TEO	0.31 ^a	10.87 ^a	3.68 ^a	68.12 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.26 ^a	11.35 ^a	3.61 ^a	67.85 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.24 ^a	10.95 ^a	3.59 ^a	68.47 ^a
	Control	0.29 ^a	11.15 ^a	3.58 ^a	65.32 ^b
7	50 % Aloe + TEO	0.39 ^a	11.87 ^a	3.74 ^a	67.12 ^a
	75 % Aloe +TEO	0.29 ^b	12.50 ^a	3.66 ^a	67.58 ^a
	100 % Aloe +TEO	0.28 ^b	12.24 ^a	3.65 ^a	66.23 ^a
	Control	0.26 ^b	11.86 ^a	3.64 ^a	62.34 ^b

^a Value followed by the same letter in the column on the same day were not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($P<0.05$).

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้และน้ำมันสกัดขมิ้นชันต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2) ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75 % จากการทดลองพบว่าสารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 75% ร่วมกับน้ำมันสกัดขมิ้นชันสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผลสตรอว์เบอร์รีและช่วยเพิ่มความเงางามให้กับผลผลิต นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซีได้ดีเมื่อเทียบกับผลสตรอว์เบอร์รีที่เคลือบด้วยว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50%, 100% และไม่ได้รับการเคลือบผิว ในขณะที่สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ที่ความเข้มข้น 50%, 100% และชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกันในด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความเป็นกรดเป็นด่าง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากแหล่งทุนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสถานที่สำหรับทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- คงกฤษ อินทแสน. (ม.ป.ป.). สตรอเบอร์รี่. ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดกาญจนบุรี. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2564, จาก <https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/02/stawberry.pdf>
- दनय बुनयเกียรติ. (2540). *สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน*. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- दनय बुनयเกียรติ และ นิธิยา รัตนพานนท์. (2535). *การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ธเนศวร์ สีระแก้ว, ชญานันท์ ไควอินทร์, นิสิต บุญเพ็ง และ จงรัก อิ่มใจ. (2556). *เกษตรกร GAP ดีเด่น สาขาระบบการจัดการคุณภาพ GAP: พืช*. วิจัยและพัฒนากการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนากการเกษตร เขตที่ 1 (สวท.1), 14(1), 3-7.

- Amarante, C., & Bank, N. H. (2001). Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. *Horticultural Reviews*, 26, 161- 238.
- AOAC. (1984). *Methods of Analysis* (14th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Baldwin, E. A. (1994). *Edible coating for fresh fruits and vegetables: past present, and future*. In: Krochta, J. M., Baldwin, E. A., & Nisperos, M.O. Carriedo (Eds.), *Edible coatings and films to improve food quality* (pp. 25-64). Lancaster, Basel: Technomic Publishing Inc.
- Baldwin, E. A., Nisperos, M. O., Hagenmaier, R. H., & Baker, R. A. (1997). Use of lipids in edible coatings for food products. *Food Technology*, 51, 56-62.
- Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A.N., Velazquez-del Valle, M.G., Hernandez-Lopez, M., Barka, E. A., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticulture commodities. *Crop Protection*, 25, 108-118.
- Chien, P. J., Sheu, F., & Lin, H. R. (2007). Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increase postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*, 100, 1120-1164.
- Hamid, H. (2014). Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *LWT- Food Science and Technology*, 60(1), 495-501
- Hassanpour, H. (2015). Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *LWT-Food Science Technology*, 83, 54-57.
- Liu, H., Song, L., You, Y., Li, Y., Duan, X., Jiang, Y., & Lu, W. (2011). Cold storage duration affects litchi fruit quality, membrane permeability, enzyme activities and energy charge during shelf time at ambient temperature. *Postharvest Biology Technology*, 60, 24-30.

- Mendy, T. K., Misran, A., Mahmud, T. M. M., & Ismail, S. I. (2019). Application of Aloe vera coating delays ripening and extend the shelf life of papaya fruit. *Scientia Horticulturae*, 246, 769-776.
- Pornchan, J., Teerada, W., Pranee, R., & Kanogwan, S. (2016). Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit. *Food Science and Technology*, 73, 28-36.
- Ranganna, S. (1997). *Manual of Analysis of Fruit and Vegetables Products*. New Delhi: Tats McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi. 634 p.
- Rasouli, M., Saba, M. K., & Ramezani, A. (2019). Inhibitory effect of salicylic acid and Aloe vera gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. *Scientia Horticulturae*, 247, 27-34.
- Rooney, M. (2000). Active and intelligent packaging of fruit and vegetables. In: B. P. F. Day. (ed). *Proceedings of the International Conference of Fresh-cut Produce*, September 9-10, 1999. Chipping Campden, Gloucestershire. 9-10.
- Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Sendón, R., & Sanches-Silva, A. (2017). Aloe vera: ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 94-102.
- Shagufta, N., Saiqa, I., Zahida, P., & Sumera, J. (2010). Chemical Analysis of Essential Oils from Turmeric (*Curcuma longa*) Rhizome Through GC-MS. *Asian Journal of Chemistry*, 22(4), 3153-3158.
- Sirijariyawat, A., & Charoenrein, S. (2014). Texture and pectin content of four frozen fruits treated with calcium. *Journal of Food Process*, 38, 1346-1355.
- Vieira, J. M., Flores-López, M. L., de Rodríguez, D. J., Sousa, M. C., Vicente, A. A., & Martins, J. T. (2016). Effect of chitosan-Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharvest Biology Technology*, 116, 88-97.

Vincenzo, S., Monica R. L., Teresa, M. P., Angelo, M. G., & Marco, P. (2019). Evaluation of *Aloe arborescens* gel as new coating to maintain the organoleptic and functional properties of strawberry (*Fragaria × ananassa* cv. Cadonga) fruits. *Food Science and Technology*, 55(2), 1-10

ความหลากหลายและรูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี
DIVERSITY AND CONSUMPTION PATTERNS OF LOCAL VEGETABLES
IN SURAT THANI PROVINCE, THAILAND

ศิโรจน์ พิมาน¹, เสน่ห์ บุญกำเนิด² และ ภควดี รักษ์ทอง^{3,*}

Sirot Piman¹, Sane Boonkumnerd² and Pakavadee Rakthong^{3,*}

¹ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

² คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

¹ Faculty of Management Sciences, Suratthani Rajabhat University

² Faculty of Humanities and Social Sciences, Suratthani Rajabhat University

³ Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึงเมษายน 2562 โดยการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สทนากลุ่ม และสัมภาษณ์แบบเจาะลึก ใช้กลุ่มตัวอย่างพ่อค้า แม่ค้า เกษตรกร และผู้อาวุโสในจังหวัดสุราษฎร์ธานี คัดเลือกเฉพาะผักพื้นบ้านที่ปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเท่านั้นและเก็บข้อมูล 1) ชื่อของผักพื้นบ้าน 2) ลักษณะวิสัย 3) ถิ่นอาศัย 4) ส่วนที่ใช้รับประทาน และ 5) วิธีรับประทาน และนำข้อมูลมาจัดทำระบบฐานข้อมูลผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาพบผักพื้นบ้านของจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 35 วงศ์ 63 ชนิด ผักที่พบมากที่สุดได้แก่ วงศ์ Fabaceae (ร้อยละ 12.70) ผักพื้นบ้านส่วนใหญ่เป็น ไม้ล้มลุก (ร้อยละ 38.10) และมีถิ่นอาศัยพื้นบนดินทั่วไป (ร้อยละ 84.13) ยอดอ่อนเป็นส่วน ที่ได้รับความนิยมในการรับประทานมากที่สุด วิธีรับประทานที่นิยมคือรับประทานเป็นผัก เหนาะ ซึ่งรับประทานคู่กับแกง ขนมน้ำ และยาต่าง ๆ ข้อมูลผักพื้นบ้านถูกนำมาจัดทำระบบ ฐานข้อมูลผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานีและได้ถูกติดตั้งบนเครือข่ายของมหาวิทยาลัย

* ผู้ประสานงาน: ภควดี รักษ์ทอง

อีเมล: pakavadee.rak@sru.ac.th

ราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษานี้สัมพันธ์กับภูมิปัญญาของประชาชนในพื้นที่ ผักพื้นบ้านควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้องค์ความรู้ี้สามารถประยุกต์เพื่อสร้างระบบการจัดการความมั่นคงทางอาหารของชุมชนได้

คำสำคัญ: ผักพื้นบ้าน, ความหลากหลาย, รูปแบบการรับประทาน, สุราษฎร์ธานี

Abstract

The purpose of this research was to study the diversity and consumption patterns of local vegetables in Surat Thani Province, Thailand. The research was conducted from June 2018 to April 2019 by using semi-structured interviews, focus group discussions, and in-depth interviews with merchants, farmers, and elderly people in Surat Thani Province. The data specified only the local vegetables grown in Surat Thani Province and collected the data regarding 1) name of vegetables, 2) nature of vegetables, 3) place of cultivation, 4) edible parts recording, and 5) consumption patterns. The database was created from all of this information. There were 63 species, 35 families of local vegetables in Surat Thani Province found. The Fabaceae was the most common family found in Surat Thani (12.70%). Most of the local vegetables were herbaceous plants (38.10%) and grown on land (84.13%). The young shoots of those vegetables were the most preferable parts to consume. The most popular consumption pattern was as "Paknhor" (a side dish). The Paknhor is perfectly complemented with any kind of food such as curries, rice noodles in spicy curry and spicy salad. A database of local vegetables in Surat Thani Province was created on a Surat Thani Rajabhat University's server. The research results was related to the wisdom of the people in the area. Local vegetables should be encouraged to be consumed more widely. In addition, this knowledge

could be applied to create a food security management system in the community.

Keywords: Local Vegetables, Diversity, Consumption Patterns, Surat Thani

บทนำ

ผักพื้นบ้าน (Indigenous plants) เป็นพืชที่เจริญตามธรรมชาติในท้องถิ่นหรือผักที่นำมาปลูกไว้ใกล้บ้านเพื่อความสะดวกต่อการบริโภค ผักพื้นบ้านมีเอกลักษณ์เฉพาะทั้งกลิ่นและรสชาติ การบริโภคผักพื้นบ้านเป็นการสืบสานวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของแต่ละพื้นที่ ความแตกต่างในการบริโภคขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างอาทิ ภูมิประเทศและความแตกต่างด้านวัฒนธรรม จ.สุราษฎร์ธานีมีฝนตกชุกตลอดปี มีภูมิประเทศที่หลากหลายทั้งภูเขา ที่ราบ ชายทะเล ตลอดจนเกาะแก่งต่าง ๆ ส่งผลให้มีผักพื้นบ้านที่มีความหลากหลายและกระจายอยู่ทั่วไป

การระบาดใหญ่ทั่วโลก (pandemic) ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (Covid-19) ส่งผลกระทบต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เกิดการขาดแคลนอาหาร ขาดรายได้ ความมั่นคงทางอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ประชาชนและประเทศไทยสามารถอยู่รอดในสถานการณ์นี้ได้ ถึงแม้ว่าทางภาครัฐได้ให้ความสำคัญในประเด็นความมั่นคงทางอาหารดังปรากฏในนโยบายต่าง ๆ แต่ก็ยังขาดการดำเนินงานให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทยอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง (ชนิตา ประดิษฐ์สถาพร และคณะ, 2561; คณน ไตรจันทร์ และคณะ, 2560) ผักพื้นบ้านเป็นตัวบ่งชี้ความมั่นคงทางอาหารระดับครัวเรือน (ศจินทร์ ประชาสันต์, 2552) เพราะเป็นสิ่งบ่งบอกถึงการพึ่งพาตนเองได้ทั้งในภาวะปกติและภาวะวิกฤตด้านอาหาร การขับเคลื่อนนโยบายความมั่นคงทางอาหารผ่านผักพื้นบ้านจะทำให้เกิดความยั่งยืน เพราะผักพื้นบ้านมีประโยชน์และคุณค่าทั้งในมิติภูมิปัญญาท้องถิ่น มิติสุขภาพ และมิติเศรษฐกิจ ทำให้เกิดการพัฒนานี้สอดคล้องกับบริบทของสังคม วัฒนธรรมและทรัพยากรในพื้นที่

การสำรวจผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานียังมีการดำเนินการที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาผักชนิดใดชนิดหนึ่งและศึกษาเฉพาะประเด็นที่สนใจ ดังนั้นเพื่อให้มีข้อมูลผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานีที่สมบูรณ์ การศึกษาครั้งนี้จึงได้ดำเนินการสำรวจและพัฒนา

ฐานข้อมูลผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานี เพื่อให้ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวางและวางแผนนโยบายเพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร และเกิดการอนุรักษ์ผักพื้นบ้านอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ พ่อค้า แม่ค้าที่ขายผักพื้นบ้าน เกษตรกร และผู้อาวุโสในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยมีการกำหนดโครงสร้างคำถามดังนี้ 1) ชื่อของผักพื้นบ้าน 2) ลักษณะวิสัย 3) ถิ่นอาศัย 4) ส่วนที่ใช้รับประทานและ 5) รูปแบบการรับประทาน แบบสัมภาษณ์ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษา และความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) และดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และถูกนำไปทดลองใช้ (Try Out)

3. วิธีการเก็บข้อมูล

ดำเนินการสนทนากลุ่ม (focus group discussion) และสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) พ่อค้าแม่ค้า เกษตรกร และผู้อาวุโสในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และคัดเลือกเฉพาะผักพื้นบ้านที่มีการปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเท่านั้น โดยเก็บข้อมูล 1) ชื่อของผักพื้นบ้าน 2) ลักษณะวิสัย 3) ถิ่นอาศัย 4) ส่วนที่ใช้รับประทานและ 5) รูปแบบการรับประทาน จากนั้นดำเนินการสำรวจหาผักพื้นบ้านที่ได้รับการคัดเลือก ณ แหล่งเพาะปลูก

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ระบุชนิดและชื่อวงศ์ของผักพื้นบ้านโดยใช้ข้อมูลจากหนังสือต่าง ๆ เว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ และการตรวจสอบโดยนักพืชศาสตร์ ข้อมูลของผักพื้นบ้าน 1) ชื่อของผักพื้นบ้าน 2) ลักษณะวิสัย 3) ถิ่นอาศัย 4) ส่วนที่ใช้รับประทาน และ 5) รูปแบบการรับประทาน นำเสนอเป็นข้อมูลเชิงพรรณนา

5. การจัดทำฐานข้อมูลออนไลน์ผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การพัฒนาฐานข้อมูล (database) “ผักพื้นบ้านสุราษฎร์ธานี” มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การศึกษาระบบ 2) การศึกษาความต้องการของระบบ 3) การวิเคราะห์และออกแบบ 4) การพัฒนาระบบ (เขียนโปรแกรม) 5) การทดสอบและติดตั้งระบบ และ 6) การบันทึกข้อมูล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ความหลากหลายของผักพื้นบ้าน

จากการศึกษาพบผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานีจำนวน 35 วงศ์ 63 ชนิด (ตารางที่ 1) พบผักวงศ์ Fabaceae มากที่สุด มีจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ สะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.) เนียง (*Archidendron jiringa* (Jack) I.C. Nielsen) ส้มป่อย (*Acacia concinna* (Willd.) DC.) อ้อยช้าง (*Albizia myriophylla* Benth.) เนียงนก (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) ถอบแถบ (*Derris trifoliata* Lour.) เหยียง (*Parkia timoriana* Merr.) และ ถั่วอกหัวโต (*Vigna radiata* (L.) R.Wilczek) พืชในวงศ์นี้พบในเกือบทุกจังหวัดของภาคใต้ (พิภน ศัยญะพันธ์ และคณะ, 2551) และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ปี 2559 จ.สุราษฎร์ธานีมีผลผลิตสะตอ 5,606.24 ตัน (สำนักงานสถิติจังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2560) เกษตรกรบางส่วนสามารถพัฒนาคุณภาพจนได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากพืชดังกล่าวสามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกร ทำให้มีการเพาะปลูกพืชในวงศ์นี้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะนิสัยและถิ่นอาศัยของผักพื้นบ้าน
สุราษฎร์ธานี

ชื่อสามัญ/ ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ นิสัย	ถิ่นอาศัย
1. ผักโขม ผักโหม	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	H	1
2. ชะคราม	<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumart.	Amaranthaceae	H	3
3. มะม่วงหิมพานต์	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	T	1
4. มะกอก	<i>Spondias pinnata</i> (L.f.) Kurz	Anacardiaceae	T	1
5. ผักแว่น บัวบก	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Apiaceae	H	1

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะวิสัยและถิ่นอาศัยของผักพื้นบ้าน
สุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ วิสัย	ถิ่นอาศัย
6. ย่านี่ ลำไย	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae	H	1
7. แกวบอง มือ บอน ไหลบอน	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	H	2
8. ออติบ	<i>Colocasia gigantea</i> Hook.f	Araceae	H	1
9. ผักหนาม	<i>Lasia spinosa</i> (L.) Thwaites	Araceae	H	2
10. ลำเตี้ย เตี้ย	<i>Pseudodracontium</i> <i>anomalum</i> N.E. Br.	Araceae	H	1
11. สามสิบ	<i>Asparagus racemosus</i> Willd.	Asparagaceae	C	1
12. ผักกาดนกเขา ทางปลาช่อน	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	Asteraceae	H	1
13. โครู่ โกร่งูหา	<i>Eupatorium capillifolium</i> (Lam.) Small	Asteraceae	S	1
14. ขลุ	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	Asteraceae	S	3
15. ผักคราดทะเล	<i>Wedelia biflora</i> (L.) DC.	Asteraceae	S	3
16. ผักกูด	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	Athyriaceae	H	1
17. ลำเพ็ง	<i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.	Blechnaceae	H	1
18. กุ่มบก	<i>Crateva falcata</i> (Lour.) DC.	Capparaceae	T	1
19. กุ่มน้ำ	<i>Crateva magna</i> (Lour.) DC.	Capparaceae	T	2
20. ผักเสี้ยน	<i>Cleome gynandra</i> L.	Cleomaceae	H	1
21. แมะ มะระ ขี้นก	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	C	1
22. แตงหนู แตง เถื่อน	<i>Mukia maderaspatana</i> (L.) M. Roem.	Cucurbitaceae	C	1
23. มันหอม มัน เลือด	<i>Dioscorea alata</i> L.	Dioscoreaceae	C	1
24. พะยอม	<i>Shorea roxburghii</i> G.Don	Dipterocarpaceae	T	1
25. ส้มป่อย	<i>Acacia concinna</i> (Willd.) DC.	Fabaceae	S	1

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะวิสัยและถิ่นอาศัยของผักพื้นบ้าน
สุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ วิสัย	ถิ่นอาศัย
26. อ้อยช้าง ชะเอมป่า ชะเอมไทย	<i>Albizia myriophylla</i> Benth.	Fabaceae	S	1
27. เนียงนก	<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.C. Nielsen	Fabaceae	T	1
28. เนียง	<i>Archidendron jiringa</i> (Jack) I.C. Nielsen	Fabaceae	T	1
29. ถอบแถบ	<i>Derris trifoliata</i> Lour.	Fabaceae	C	1
30. สะตอ	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	Fabaceae	T	1
31. เหยี่ยว	<i>Parkia timoriana</i> Merr.	Fabaceae	T	1
32. ถั่วอกหัวโต	<i>Vigna radiata</i> (L.) R.Wilczek	Fabaceae	H	1
33. ผักเหลียง	<i>Gnetum gnemon</i> L. var. <i>tenerum</i> Markgr.	Gnetaceae	T	1
34. ยี่ห่วย ไบรา	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Lamiaceae	H	1
35. พิมเสนตัน	<i>Pogostemon cablin</i> (Blanco) Benth.	Lamiaceae	S	1
36. ทำมั่ง	<i>Litsea petiolata</i> Hook.f.	Lauraceae	T	1
37. จิกนา	<i>Barringtonia acutangula</i> (L.) Gaertn.	Lecythidaceae	T	1
38. จิกสวน	<i>Barringtonia racemosa</i> Roxb.	Lecythidaceae	T	1
39. กระโดน	<i>Careya arborea</i> Roxb.	Lecythidaceae	T	1
40. สายต้ง ผัก สายต้ง	<i>Marsilea crenata</i> C.Presl	Marsileaceae	H	2
41. มั่นยอ ย่านาง	<i>Tiliacora triandra</i> (Colebr.) Diels	Menispermaceae	C	1
42. เลียบ	<i>Ficus superba</i> Miq. var. <i>japonica</i> Miq.	Moraceae	T	1
43. กล้วยเถื่อน	<i>Musa acuminata</i> Colla	Musaceae	H	1
44. เสม็ดแดง เหม็ดซุน	<i>Syzygium antisepticum</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry	Myrtaceae	T	1

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะวิสัยและถิ่นอาศัยของผักพื้นบ้าน
สุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ วิสัย	ถิ่นอาศัย
45. หมัก สมัก	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp.	Myrtaceae	T	1
46. ผักพุ่ม หมาก หมาก	<i>Lepionurus sylvestris</i> Blume	Opiliaceae	S	1
47. ราน้ำ	<i>Limnophila rugosa</i> (Roth) Merr.	Plantaginaceae	H	2
48. ไผ่ตง	<i>Dendrocalamus asper</i> (Roem. & Schult.) Backer ex Heyne	Poaceae	H	1
49. จันทน์หอม	<i>Polygonum odoratum</i> Lour.	Polygonaceae	H	1
50. ผักริ้น ผักริ้น ต้น	<i>Pontederia vaginalis</i> Burm.f.	Pontederiaceae	H	2
51. ตาเปิดตาไก่	<i>Ardisia lenticellata</i> H.R.Fletcher	Primulaceae	S	1
52. ผักหวานทะเล	<i>Colubrina asiatica</i> (L.) Brongn.	Rhamnaceae	S	3
53. สาร ปลายสาร	<i>Chassalia curviflora</i> (Wall.) Thwaites	Rubiaceae	S	1
54. เข็มป่า ยาย กลิ้ง	<i>Ixora cibdela</i> Craib	Rubiaceae	S	1
55. กระพังโหม พาโหม	<i>Paederia linearis</i> Hook.f.	Rubiaceae	C	1
56. หมุย	<i>Clausena cambodiana</i> Guill.	Rutaceae	S	1
57. เล็บรอก เครือ งูเห่า	<i>Zanthoxylum asiaticum</i> (L.) Appelhans, Groppo & J.Wen	Rutaceae	S	1
58. ส้มอึก	<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	Solanaceae	H	1
59. มะแว้งขม	<i>Solanum violaceum</i> Ortega	Solanaceae	H	1
60. เขาคัน	<i>Causonis trifolia</i> (L.) Mabb. & J.Wen	Vitaceae	C	1
61. ส้มออบ สันดาน	<i>Cissus hastata</i> Miq.	Vitaceae	C	1

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะวิสัยและถิ่นอาศัยของผักพื้นบ้าน
สุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ วิสัย	ถิ่นอาศัย
62. กระเทียม ลำไย ผักกระเทียม	<i>Zingiber zerumbet</i> (L.) Sm.	Zingiberaceae	H	1
63. ลำไย ปุติ	<i>Zingiber</i> sp.	Zingiberaceae	H	1

หมายเหตุ:

ลักษณะวิสัย: T = ไม้ต้น, S = ไม้พุ่ม, H = ไม้ล้มลุก, C = ไม้เลื้อย

ถิ่นอาศัย: 1 = บนบก พื้นดินทั่วไป, 2 = ริมห้วย ริมคลอง ในลำธารน้ำจืด, 3 = ชายหาด ป่าชายเลน ใน
น้ำเค็ม

2. ลักษณะวิสัย

ผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานีสามารถแบ่งตามลักษณะวิสัยเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 1 ส่วนใหญ่เป็นไม้ล้มลุกจำนวน 24 ชนิด (ร้อยละ 38.10) ไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้เลื้อย จำนวน 17 ชนิด (ร้อยละ 26.98) 13 ชนิด (ร้อยละ 20.63) และ 9 ชนิด (ร้อยละ 14.29) ตามลำดับ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของภาคใต้มีความชุ่มชื้น ดังนั้นผักพื้นบ้านส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ต้องการการดูแลรักษาน้อย โดยเฉพาะไม้ล้มลุกถึงแม้ว่าจะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตสั้นและตายภายในเวลาไม่กี่เดือน แต่เมล็ดที่ร่วงลงพื้นดินก็สามารถงอกใหม่ได้เมื่อเข้าสู่ฤดูกาลที่เหมาะสม เช่น ยี่หร่า (*Coriandrum sativum* L.) การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาพืชผักท้องถิ่นในพื้นที่ ต.กรุงชิง อ.นบพิตำ จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งพบว่าไม้ล้มลุกเป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุดเช่นกัน (อิทธิญา คำจันทร์ศุภสิน และคณะ, 2558)

3. ถิ่นอาศัย

ผักพื้นบ้านของ จ.สุราษฎร์ธานีมีถิ่นอาศัย 3 รูปแบบ ดังตารางที่ 1 ได้แก่ 1) บนบก พื้นดินทั่วไปจำนวน 53 ชนิด (ร้อยละ 84.13) 2) ในห้วยหนอง ริมคลอง ลำธารน้ำจืดจำนวน 6 ชนิด (ร้อยละ 9.52) และ 3) ในน้ำเค็ม ชายหาด ป่าชายเลนจำนวน 4 ชนิด (ร้อยละ 6.35) จ.สุราษฎร์ธานีมีภูมิประเทศที่หลากหลายทั้งภูเขา ที่ราบ ชายทะเล ตลอดจนเกาะแก่งต่าง ๆ เมื่อมีตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้เกิดการนำพืชในพื้นที่มารับประทานกลายเป็นผักพื้นบ้านจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นจึงพบผักพื้นบ้านในทุก ๆ ที่ อย่างไรก็ตามพบผักพื้นบ้านที่เจริญในห้วยหนอง ริมคลอง และน้ำเค็ม ชายหาด ป่าชายเลนเพียงเล็กน้อย แหล่งน้ำต่าง ๆ ของ จ.สุราษฎร์

ธานีกำลังถูกคุกคามจากการบุกรุกและการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ เช่น การเกษตร การประมง การขยายตัวเมือง การพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ปราศจากการวางแผน ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยทางนิเวศวิทยา ทำให้แม่น้ำลำคลองหายไปพร้อมกับความหลากหลายทางชีวภาพของพืชต่าง ๆ

4. ส่วนที่ใช้รับประทานและรูปแบบการรับประทาน

การรับประทานผักพื้นบ้านเป็นวัฒนธรรมที่เกิดจากทรัพยากรในท้องถิ่นที่สืบเนื่องมาจากสภาพภูมิศาสตร์ คติทางศาสนาและวิถีของบุคคล จากการศึกษาพบว่าทุกส่วนของผักพื้นบ้านสามารถรับประทานได้ขึ้นอยู่กับชนิดของผัก (ตารางที่ 2) ส่วนของผักพื้นบ้านที่นิยมรับประทานมากที่สุดได้แก่ ยอดอ่อน เช่น มะกอก มะม่วงหิมพานต์ ส่วนของผักที่นิยมรับประทานลำดับถัดมาได้แก่ ผล/เมล็ด เช่น สะตอ เนียง และ ใบ/ก้านใบ เช่น ชะคราม ตำมั่ง มีผักที่สามารถรับประทานได้ทั้งต้น ได้แก่ ถั่วดอกหัวโตและผักกึ้น รูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านสุราษฎร์ธานีมี 2 รูปแบบ คือ การบริโภคเป็นผักเหนาะหรือผักเคียง และการนำไปประกอบเป็นอาหารรูปแบบต่าง ๆ เช่น แกง ผัด ยำ วิธีที่นิยมมากที่สุดคือรับประทานเป็นผักเหนาะ

ตารางที่ 2 ส่วนที่ใช้รับประทานและวิธีรับประทานของผักพื้นบ้านสุราษฎร์ธานี

ชื่อสามัญ/ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้ รับประทาน	วิธีรับประทาน
1. ผักโขม ผักโหม	Sh	ผัด แกง แกงเลียง
2. ชะคราม	L	ยำ แกงต่าง ๆ
3. มะม่วงหิมพานต์	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิน
4. มะกอก	Sh, Fr	ยอดอ่อนรับประทานเป็นผักเหนาะน้ำพริก แกงต่าง ๆ ขนมหจิน ผลนำมาใช้เป็นผักเหนาะน้ำพริก ขนมหจิน
5. ผักแว่น บัวบก	L	ใบ รับประทานเป็นผักเหนาะน้ำพริกกับน้ำพริก แกงขนมหจิน ใบและก้านใบใส่ในแกงเผ็ด
6. ย่ำแย่ ลำไย	Sh	แกงกะทิ โดยเฉพาะแกงกะทิหมู ยำแดง แกงคั่ว ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิน
7. แกวงบอน มือบอน ไหลบอน	S	ลำต้นดิบใช้แกงส้ม ต้มรับประทานเป็นผักเหนาะน้ำพริก
8. ออดิบ	S	แกงส้ม ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก
9. ผักหนาม	S, Sh	แกงส้ม แกงกะทิ ผักดอง
10. ลำเตี้ย เตี้ย	S	แกงเลียง
11. สามสิบ	Sh	แกงเลียง ต้มโพล้ง

ตารางที่ 2 ส่วนที่ใช้รับประทานและวิธีรับประทานของผักพื้นบ้านสุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้ รับประทาน	วิธีรับประทาน
12. ผักกาดนกเขา หางปลาช่อน	Sh, L	แกงจืด ยอดอ่อนเป็นผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
13. โครฐ โกลฐจุฬา	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกงขนมหจิม
14. ชลู	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก
15. ผักคราดทะเล	L	หั่นใส่ในยำสำหรับยำหอยแครง
16. ผักกูด	Sh, S	แกงเลียง ยำ ลวกรับประทานเป็นผักเหนาะน้ำพริก
17. ลำเพ็ง	Sh	แกงเลียง แกงห่มัน
18. กุ่มบก	Sh	ดองก่อนรับประทานและใส่ในแกงส้ม
19. กุ่มน้ำ	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
20. ผักเสี้ยน	S, Sh	ดองก่อนรับประทานเป็นผักเหนาะ
21. มะระ มะระขี้นก	Sh, Fr	ยอดอ่อนนำมาผัด ลวกกะทิรับประทานเป็นผักเหนาะกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม ผลใช้แกงต่าง ๆ
22. แดงหนู แดงเถื่อน	Fr	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
23. มันหอม มันเลือด	R	แกงเลียง ขนมหวาน
24. พะยอม	Fl	แกงส้ม ผัดกับไข่ ชุบไข่ทอด ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกงขนมหจิม
25. ส้มป่อย	Sh	แกงส้ม
26. อ้อยช้าง ชะเอมป่า	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
27. เนียงนก	Fr	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
28. เนียง	Fr	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
29. ถอบแถบ	Fl	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
30. สะตอ	Fr, Sh	เมล็ดและยอดอ่อนรับประทานเป็นผักเหนาะน้ำพริก ขนมหจิม แกงต่าง ๆ เมล็ดนำไป ผัด แกงต่าง ๆ ต้มกะทิ
31. เหยียง	Fr	นำไปเพาะให้มีรากสั้น ๆ รับประทานสดหรือดอง เป็นผักเหนาะกับน้ำพริก ขนมหจิม และแกงต่าง ๆ
32. ถั่วอกหัวโต	A	แกงส้ม ผัดผัก ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกงขนมหจิม
33. ผักเหลียง	Sh	ผัดไข่ แกงต่าง ๆ รับประทานสดเป็นผักเหนาะน้ำพริก แกง ขนมหจิม
34. ยี่หระ ใบรา	L	แกงกะทิ แกงป่า
35. พืมหันตัน	L	ยำหอย ผัดฉ่ำปลาฉลาม ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
36. ทำม้ง	Sh, L	ยอดอ่อนรับประทานเป็นผักเหนาะ น้ำพริก แกง ขนมหจิม ใบใช้แกงฟักทอง แกงปลาอย่าง ใช้แต่งกลิ่นแทนแมงดานาในน้ำพริก
37. จิกนา	Sh	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม
38. จิกสวน	Fl, Sh,	ผักเหนาะรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหจิม

ตารางที่ 2 ส่วนที่ใช้รับประทานและวิธีรับประทานของผักพื้นบ้านสุราษฎร์ธานี (ต่อ)

ชื่อสามัญ/ชื่อพื้นเมือง	ส่วนที่ใช้ รับประทาน	วิธีรับประทาน
39. กระโดน	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
40. สายตึง ผักสายตึง	S, Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
41. มั่นยอ ย่านาง	Sh, L	แกงเลียง ท่อหมก
42. เลียบ	Sh	แกงเลียงกึ่งแห้ง ลวกกะทิ รับประทานเป็นผักเหมายกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
43. กล้วยเถื่อน	S, Fr	แกงส้ม ต้มกะทิ แกงต่าง ๆ
44. เสม็ดแดง เหม็ดขุน	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
45. หมัก สมัก	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
46. ผักพุ่ม หมากหมก	Sh	แกงเลียงเคยเกลือ แกงเลียงโปล้ง ท่อหมก ผัดไข่
47. ราน้ำ	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
48. ไผ่ตง	S	แกงส้ม แกงจืด ต้มกะทิ แกงเลียง แกงต่าง ๆ
49. จันทร์หอม	L, Sh	หั่นใส่ในลาบ ยำ โดยเฉพาะยำมะเขือ ยำหนังกู ผักเหมาย รับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
50. ผักขึ้น ผักขึ้นต้น	A	แกงส้ม ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
51. ตาเป็ดตาไก่	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
52. ผักหวานทะเล	L	ยำไข่แมงดา
53. สาร ปลายสาร	Fl	แกงเลียง แกงเคย ผัดเกลือ
54. เข็มป่า ยายกลิ้ง	Fl	แกงส้ม แกงจืด
55. กระพังโหม พาโหม	Sh	ชอยละเอียดใช้ผสมปรุงเป็นชาวยำปักขี้ไต้
56. หมุย	Sh	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
57. เล็บรอก เครื่องูเห่า	Sh, Fr	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
58. ส้มอึก	Fr	ใช้แทนมะนาวในน้ำพริก ส้มตำ แกงส้ม
59. มะแว้งขม	Fr	ผักเหมายรับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน
60. เขาคัน	Fr	เป็นผักให้รสเปรี้ยวใส่ในแกงส้ม
61. ส้มออบ สันดาน	L, Sh	แกงส้ม แกงต้มหอย
62. กระทือ ส่าทือ ผักทือ สากทือ	S	แกงปลาไหล ต้มรับประทานเป็นผักเหมายกับน้ำพริก
63. สำปุด ปุด	S	แกงไก่ แกงเผ็ด แกงไตปลา แกงขี้วัว (ฟักเขียว) ผักเหมาย รับประทานกับน้ำพริก แกง ขนมหิน

หมายเหตุ: ส่วนที่ใช้รับประทาน: A = ทั้งลำต้น, L = ใบ, Sh = ยอดหรือยอดอ่อน, Fl = ดอก, Fr = ผลหรือผล
อ่อนหรือเมล็ด, S = ลำต้นหรือหน่อ, R = รากหรือเหง้าหรือหัว

ผักเหนาะคือภาษาท้องถิ่นของภาคใต้ที่ใช้เรียกผักที่รับประทานร่วมกับน้ำพริกหรือแกงต่าง ๆ ผักเหนาะมีหลายรูปแบบ เช่น ผักสด ผักลวกกะทิ หรือผัดดอง การรับประทานสดเป็นที่นิยมมากที่สุด เช่น ยอดอ่อนหนุ่ย ยอดอ่อนมะม่วงหิมพานต์ ผักเหนาะบางชนิดถูกนำมาเพาะก่อนรับประทานซึ่งเรียกว่าหมาน เช่น ลูกเนียงหมาน ทำให้ผักนั้นแก่กรอบและมีรสชาติดียิ่งขึ้น โดยทั่วไปชาวบ้านภาคใต้นิยมรับประทานอาหารรสจัด ในการรับประทานอาหารแต่ละมื้อจึงมักมีอาหารเผ็ดเป็นกับข้าวด้วยเสมอและมักมีผักเหนาะรับประทานร่วมกับอาหารในมื้อนั้น ๆ ชนิดและรูปแบบการรับประทานผักพื้นบ้านของจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชมีความใกล้เคียงกัน (อชิรญา คำจันทร์ศุภสิน และคณะ, 2558) ซึ่งเกิดจากสภาพภูมิศาสตร์ คติทางศาสนา เศรษฐกิจและสังคมที่ใกล้เคียงกัน

ผักพื้นบ้านบางชนิดมีสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น เนียง ในลูกเนียงมีกรดเจ็งโคลิค (djenkolic acid) (Bunawan et al., 2013) ที่สามารถตกผลึกในระบบทางเดินปัสสาวะ ผลึกของกรดเจ็งโคลิคก่อให้เกิดอันตรายแก่ระบบทางเดินปัสสาวะได้ ถ้ารับประทานมากเกินไปจะเกิดอาการปัสสาวะลำบาก ปัสสาวะเป็นเลือด (Sumitro et al., 2020) ดังนั้นไม่ควรรับประทานลูกเนียงมากเกินไป ผู้ป่วยโรคไตควรหลีกเลี่ยงการรับประทานลูกเนียงดิบ

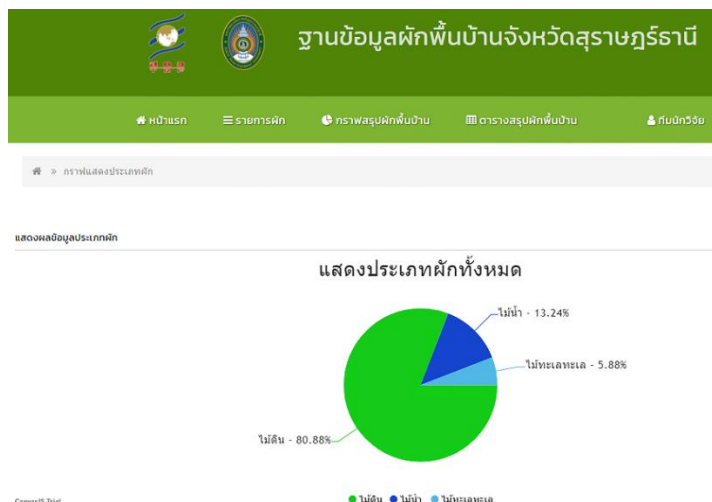
ผักพื้นบ้านบางชนิดจะมีกระบวนการพิเศษก่อนนำมารับประทาน เช่น การดอง ผักเสี้ยน ผักเสี้ยนมีสาร cyanogenic glycosides (Mishra et al., 2011) ที่มีฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและโลหิต หากรับประทานผักเสี้ยนสดอาจจะเป็นพิษถึงชีวิตได้ การดองจะทำให้สารพิษสลายตัวและไม่เป็นอันตราย ซึ่งสอดคล้องกับภูมิปัญญาการประกอบอาหารของผักพื้นบ้านดังกล่าว

5. การจัดทำฐานข้อมูลออนไลน์ผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ข้อมูลผักพื้นบ้านที่ค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ถูกนำมาจัดทำระบบฐานข้อมูลผักพื้นบ้าน จังหวัดสุราษฎร์ธานีและได้ถูกติดตั้งบนเครือข่ายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี URL: <http://vegetable.sru.ac.th/freshfood/index.php> ดังรูปที่ 1 และ 2 เพื่อให้ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง อันจะทำให้เกิดการอนุรักษ์ผักพื้นบ้านอย่างยั่งยืน



รูปที่ 1 ฐานข้อมูลผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานี



รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลสารสนเทศของฐานข้อมูลผักพื้นบ้านจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การวิจัยครั้งนี้พบว่าผักพื้นบ้านของจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีศักยภาพเพียงพอที่จะตอบสนองนโยบายความมั่นคงทางอาหาร อย่างไรก็ตามการดำเนินงานจะต้องมีการพัฒนาให้สอดคล้องกับพื้นที่ (ชนิดา ประดิษฐ์สถาพร และคณะ, 2561)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบผักพื้นบ้านของจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 35 วงศ์ 63 ชนิด พบผักวงศ์ Fabaceae มากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นไม้ล้มลุกร้อยละ 38.10 มีถิ่นอาศัยบนพื้นดินทั่วไป ร้อยละ 84.13 ส่วนของผักที่นิยมรับประทานได้แก่ ยอดอ่อน และวิธีรับประทานที่ได้รับความนิยมมากที่สุดได้แก่ การรับประทานเป็นผักเหนาะ ข้อมูลผักพื้นบ้านถูกนำมาจัดทำระบบฐานข้อมูลผักพื้นบ้าน จ.สุราษฎร์ธานีและติดตั้งบนเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยฐานข้อมูล สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ การต้านอนุมูลอิสระและห้วงโซ่อุปทานของผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี (สกว.-มรส) RDG6120045

เอกสารอ้างอิง

- คนน ไตรจันทร์, ธีรศักดิ์ จินดาบถ และ อนุวัต สงสม. (2560). องค์ประกอบความมั่นคงทางอาหารระดับครัวเรือนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38, 577-587.
- ชนิดา ประดิษฐ์สถาพร, ลออ มหาวรรณศรี, วิไลพร วงศ์คินี และ ประกายดาว สุทธิ. (2561). กระบวนการขับเคลื่อนความมั่นคงทางอาหารผ่านผักพื้นบ้านจังหวัดในเขตภาคเหนือตอนบน. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*, 10(3), 214-228.
- พิกุน คัยยะพันธ์, ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี และ วิจิตร วรรณจิต. (2551). สะดอและชนิดพืชร่วมภายใต้ระบบวนเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเมทคโคโนยีราชชมงคลตะวันออก*, 1(2), 47-50.
- ศจันทร์ ประชาสันต์. (2552). *การพัฒนาดัชนีชี้วัดความมั่นคงทางอาหาร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2564, จาก <https://bit.ly/39IYBYN>.
- สำนักงานสถิติจังหวัดสุราษฎร์ธานี. (2560). *รายงานสถิติจังหวัดสุราษฎร์ธานี 2560*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2564, จาก <https://bit.ly/3IYdooj>.

- อชิรญา คำจันทร์ศุภสิน, จุรีภรณ์ นวนมุสิก, วราศรี แสงกระจ่าง และ วันดี แก้วสุวรรณ. (2558). ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ทางอาหารของพืชผักท้องถิ่นในพื้นที่ตำบลรุงซิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิชา*, 34(2), 52-63.
- Bunawan, H., Dusik, L., Bunawan, S. N. & Amin, N. M. (2013). Botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Archidendron jiringa*: a review. *Global Journal of Pharmacology*, 7(4), 474-478.
- Mishra, S. S., Moharana, S. K. & Dash, M. R. (2011). Review on *Cleome gynandra*. *International Journal of Pharmacy and Chemistry*, 1(3), 681-688.
- Sumitro, K., Yong, C. S., Tan, L. T., Choo, S., Lim, C. Y., Shariman, H., Anand, J. & Chong, V. H. (2020). An unusual cause of acute abdomen and acute renal failure: Djenkolism. *Malaysian Family Physician*, 6, 50-52.

A SOCIAL MEDIA BASED ANTENATAL HEALTH PROMOTION SYSTEM FOR WOMEN IN THE LAO PDR

Soulivanh Pholsena* and Naree Achwarin

Philosophy in Teaching & Technology, Graduate School of Business and Advanced Technology
Management, Assumption University

Abstract

The Lao People's Democratic Republic (Lao PDR) continues to face the challenge of overcoming remarkably high maternal death. The maternal mortality rate (MMR) in Laos was reported at 185 per 100,000 live births, which was ranked 49th in the world and still behind Cambodia (160/100,000), Vietnam (43/100,000), Thailand (37/100,000), and China (29/100,000) (UNICEF, 2019). In the Lao PDR, it was found that inadequate maternal knowledge about antenatal care and birth complications was strongly associated with poorer maternal and infant health outcomes, especially among poor women from rural areas, low education, and ethnic minorities. Women who have better knowledge of antenatal care were more likely to recognize the complications associated with their pregnancy and seek medical attention. Therefore, it was critical to understand their health information needs. This research aimed to develop the social media-based antenatal health promotion system (SM-AHPS) based on women's health information needs during pregnancy and to evaluate its efficiency among prenatal women. The mixed research method was conducted by dividing the study into two parts (qualitative and quantitative). The samples, obtained through a purposive sampling technique, were forty first-time pregnant women for health information need analysis (qualitative part) and 110 pregnant

* Corresponding: Soulivanh Pholsena

E-mail: dr.pholsena@gmail.com

women for knowledge assessment and SM-AHPS users' experience in quasi-experiment (quantitative part). The research instruments used were: (1) semi-structured interview on pregnant women's health information needs, (2) a structured questionnaire on antenatal care knowledge assessment, and (3) a semi-structured questionnaire on users' perceptions of using SM-AHPS. Results showed that SM-AHPS was an effective instructional tool for enhancing women's antenatal care knowledge (Pre-intervention: $\bar{x}$ = 69.6, S.D. = 6.75, post-intervention $\bar{x}$ = 73.3, S.D. = 7.03) significantly at the level of .001. In addition, it was found that Perceived usefulness (PU), Perceived ease of use (PEOU), and Attitude toward usage (ATU) positively predicted the users' behavioral intention (BI) ($F(3,106) = 50.494, p < .001$), with $R^2 = 0.588$. Furthermore, it showed a significant effect on Users' satisfaction (US) by Behavioral intention (BI) ($F(1,108) = 174.556, p < .001$), with $R^2 = 0.618$. In summary, social media was a potential tool for health promotion.

Keywords: Antenatal care, social media, health promotion, TAM.

INTRODUCTION

The maternal and neonatal mortality rates in the Lao PDR were among the highest ranks in the region. These poor maternal and infant health outcomes were associated with low antenatal care attendance, leading to inadequate maternal knowledge and failure to detect complications during pre- and post-natal care. The evidence from many countries suggested that women who had better awareness of antenatal care were more likely to recognize the pregnancy-related complications and were more likely to seek medical attention on time (Estudillo, 2018). In contrast, pregnant women with inadequate antenatal care knowledge were more likely to fail to recognize important warning signs

leading to poor health outcomes. Thus, developing an effective health information delivery system was vital to enhancing women's antenatal care knowledge.

In the Lao PDR, most maternal deaths occurred among poor women with low education from rural areas and ethnic minorities (Estudillo, 2018). It was found that 72% of fatalities occurred postnatally, and almost 40% of these were due to postpartum hemorrhage (Fauveau, 1995). It was found that the high maternal mortality was attributed to several factors such as poor health literacy among women, especially those who live in rural areas, deficient health infrastructure, inadequate competency and quantity of health workers, financial barriers, demographic difficulties, and cultural practices (Scopaz et al., 2011). In addition, it was found that women with lower educational attainment were less frequently to access antenatal care services than those with higher education, and they were more likely to have birth complications. Hence, the critical interventions to overcome these challenges were better public health education and effective mass communication (Estudillo, 2018; Scopaz et al., 2011). Since social media like Facebook, YouTube, Tik Tok, etc. are widely used by the public, they could be a powerful and affordable instrument to deliver high impacted key health information to the targeted audiences. However, it is still limited literature on the impact of the social media-based health information platform from the users' perspective.

It was found that social media and mobile health applications were widely utilized in improving maternal health (Chan & Chen, 2019). Pregnant and postpartum women were increasingly dependent on social media as sources of health information for self-care and infant care (Guerra-Reyes et al., 2016; Lee & Moon, 2016). Systematic reviews showed that the use of social media was sufficient and suitable to support pregnancy care, including promoting a healthy lifestyle and providing health information in high-income countries (Chen et al., 2018; Overdijkink et al., 2018).

The objectives of this research included: (1) To develop and implement the social media-based antenatal health promotion system (SM-AHPS) for women from the pregnant women's health information needs; (2) To evaluate its effectiveness on users' knowledge; (3) To investigate the effect of the SM-AHPS users' perceived usefulness and the perceived ease of use on their behavior intention; and (4) To evaluate the behavior intention influence on the users' satisfaction. This study would help to reaffirm if health education and mass communication need to be explored and integrated the social media into the national health policy and strategy.

This conceptual framework is modified from the Technology Acceptance Model (TAM) proposed by Fred D. Davis (Davis, 1985; Venkatesh & Davis, 2000). The TAM has been one of the leading models of technology, which suggested two primary factors i.e., perceived ease of use and perceived usefulness, were positively correlated with behavioral intention to adopt new technology, and behavioral intention was inspired by leading people to implement technology and was affected by a personal attitude on a technology. Figure 1 showed the conceptual framework of this study.

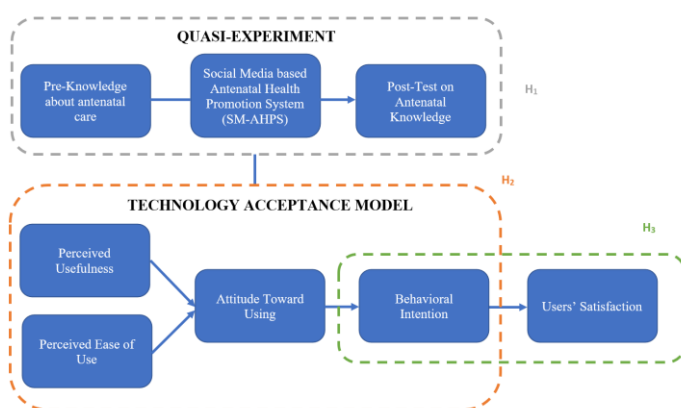


Figure 1 Conceptual Framework

RESEARCH METHODOLOGY

Mixed method research was implemented in this study. The research process was divided into two phases. The first phase was qualitative research, whereas the needs analysis on antenatal care knowledge and planning & design of a new social media-based Antenatal Health Promotion System (SM-AHPS). The participants consist of forty first-time pregnant women and five obstetricians. The first group was forty first-time pregnant women recruited from the purposive sampling method with alteration in terms of age, education achievement, and gestational age. The inclusion criteria included women with a first pregnancy ($G_1P_0A_0L_0$), being over 18 years old, voluntary participation, and providing informed consent. The exclusion criteria involved hesitancy in joining at any time. The second group was five obstetricians working at the antenatal clinics at the Lao Medical Care clinics. They were consented to be interviewed to give their expert opinion on women's health information needs based on the health provider's perspective. Due to convenient access to participants, obstetric departments at the Lao Medical Care clinics in Vientiane were designated as research settings. Participants were enrolled over face-to-face discussions. The person-to-person or telephone interviews were then conducted. Respondent data were collected in face-to-face in-depth semi-structured interviews. Interviews were started by opened questions, "what kind of health information are you willing to receive during pregnancy? Please explain this?" Then, the participants' opened responses steered the discussion process. The results of the interviews were summarized into categories and sub-categories of topics. The most common interested sub-categories were selected and developed into the digital content, which were to be cooperated and launched into the social media-based antenatal health promotion system (SM-AHPS).

The second phase was quantitative research, whereas the quasi-experimental research was used to analyze the effectiveness of SM-AHPS.

Based on the research on the appropriate sample size for conducting regression analysis (Green, 1991), it was recommended that the following formula be used to calculate the sample size for an achieving a medium effect ($R^2 = .07$; $\beta = .20$), $N \geq 104 + k$, where k is the number of independent variables and N is the sample size. As there were three independent variables ($k=3$), hence, the minimum required sample size was 107 samples. The samples were selected by using purposive sampling from women attending antenatal care at the Lao Medical Care clinics. The participants consisted of 110 pregnant women who have used SM-AHPS.

Prior to access to the SM-AHPS, the participants were asked to take the pre-test to assess their baseline knowledge of antenatal care. After completing the SM-AHPS program, they are requested to take the post-test to measure their newly attained knowledge. The dependent variables were the pregnant women's knowledge comparing pre-intervention and post-intervention scores. A paired sample t-test was conducted to analyze if there is an improvement in the users' knowledge after the adoption of SM-AHPS.

In the final stage, the study attempted to identify the users' perception, behavioral intention, and their satisfaction with using SM-AHPS by applying the Technology Acceptance Model (TAM). The independent variables in this part were perceived usefulness (PU), perceived ease of use (PEOU), and attitude toward usage (ATU). The dependent variables in this part were behavioral intention (BI) and users' satisfaction (US). The self-reported survey adapted from the TAM model was conducted to examine technological innovation acceptance, behavior intention, and satisfaction with using SM-AHPS from users' points of view. The 5-Point Linkert scale was used to measure the variables with a value ranging from 1 to 5. Since the Linkert scale was an interval scale, the range between "strongly agree" (5, maximum) and "strongly disagree" (1, minimum) could be allocated into equally five descriptions. Consequently,

each description was equivalent to a range of 0.8. Hence, a score ranged 1.00-1.80, 1.81-2.60, 2.61-3.40, 3.41-4.20, and 4.21-5.00 could be described as “strongly disagree,” “disagree,” “neutral,” “agree,” and “strongly agree,” respectively. Table 1 presented the mean value range for each description. Multiple linear regression and simple linear regression were applied to analyze the correlation among variables.

Table 1 Descriptions of the Mean Values

Mean Value Range	Description
1.00-1.80	Strongly Disagree (SD)
1.81-2.60	Disagree (D)
2.61-3.40	Neutral (N)
3.41-4.20	Agree (A)
4.21-5.00	Strongly Agree (SA)

The samples were selected by using purposive sampling from women attending antenatal care at the Lao Medical Care clinics. The study was conducted by following the Lao health ethical research guideline. Informed consents were received prior to initiating the interview and survey. The participants were voluntary to participate and to leave the study at any time if they chose to. The content validity was conducted using the index of item objective Congruence (IOC) for questionnaires and SM-AHPS by three experts in the field of Health Care team, Gynecologist and Obstetricians, and the Education and Technology team. The research instrument reliability was analyzed using Cronbach’s Alpha Coefficient which the overall Cronbach’s Alpha for the study was .948. The Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software was applied to analyze the data. The descriptive statistics, frequency, paired t-test, and simple and multiple linear regressions were implemented in this study.

RESULTS

In the health information needs analysis, it was found that data analysis indicated the extraction of eighty-one codes and nine sub-categories. Sub-categories include “nutrition in pregnancy,” “complications in pregnancy,” “common symptoms during pregnancy,” “diagnostic tests in antenatal care,” “fetal growth and development,” “safe medication in pregnancy,” “substance use (cigarette, alcohol, and illicit drug) during pregnancy,” “supplements and vitamins in pregnancy,” and “childbirth and preterm delivery.”

Based on the content analysis of the health information needs, the most interested four sub-categories were (1) diagnostic tests in antenatal care, (2) common symptoms during pregnancy, (3) nutrition in pregnancy, and (4) complications in pregnancy. Therefore, these four sub-categories were further developed into the contents (Figures 2-3) and the pre-post assessment for the next step.

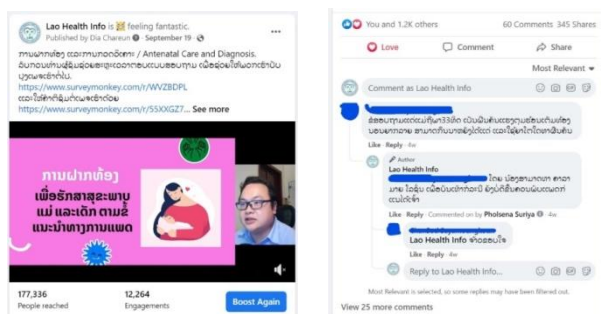


Figure 2 Developed video content launched on the social media.

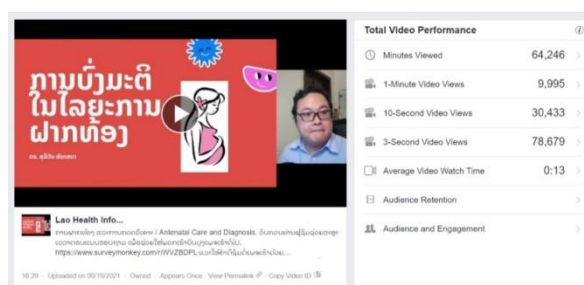


Figure 3 Content performance and audience interaction

In the quasi-experiment, most of the respondents were from the age group of 25-29 years old (43.6%), followed by the 18-24 years group (38.2%), 30-34 years groups (13.6%), and over 35 years groups (4.5%). Most participants (90.9%) were from Lao Lum ethnic groups, and the remainder (9.1%) were from the other ethnic groups (Table 2-3).

Table 2 Descriptive Statistics of the Respondents' age

	$\bar{x}$	S.D.	Minimum	Maximum
Age	25.86	5.231	18	41

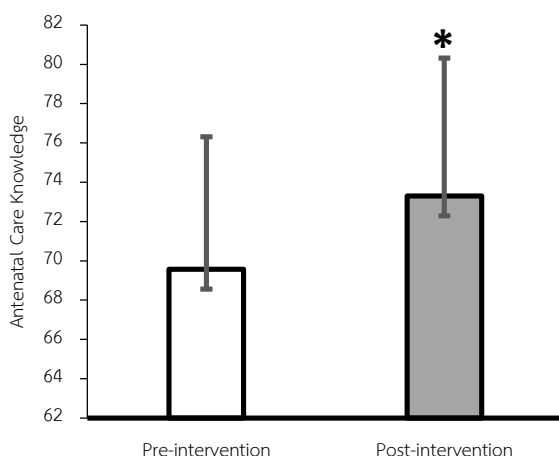
Table 3 Demographic Information of the Respondents' ethnicity

<i>Items</i>	<i>Categories</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percent (%)</i>
<i>Ethnicity</i>	Lao Lum	100	90.7%
	Lao Theun	3	2.7%
	Lao Sung	7	6.4%

This research was to identify whether the SM-AHPS was effective in improving pregnant women's knowledge. A paired samples t-test was performed to compare the users' knowledge before and after the intervention of the SM-AHPS. The results showed that the post-intervention scores were higher than the pre-intervention (Pre-intervention: $\bar{x}$ = 69.6, S.D.= 6.75, Post-intervention: $\bar{x}$ = 73.3, S.D.= 7.03), t (109) = -9.765, p <.001 (two-tailed) as shown in Table 4 and Figure 4. The mean differences in pre-post test scores were equal to -3.73, with a 95% confidence interval ranging from -4.48 to -2.97 (Table 5). Thus, SM-AHPS was effective as the instructional tool to improve the women's antenatal care knowledge achievement.

Table 4 Mean and standard deviation of pre/post-intervention knowledge achievement

Variable	n	$\bar{x}$	SD	$\bar{d}$	$\frac{SD}{d}$	95% CI	t	df	p-value
Pre-intervention	110	69.6	6.75	0.541	12.47	68.29-70.84	108.155	109	<.001
Post-intervention	110	73.3	7.03		12.99	71.97-74.62	109.352	109	<.001

**Figure 4** Effect of SM-AHPS on users' antenatal care knowledge**Table 5** Paired t-test for Mean Difference of Pre-Post intervention of knowledge achievements

	Mean Difference	S.D.	Sig	N
Pre-Post intervention	-3.73	4.003	.000	110

The respondents' perceived usefulness, perceived ease of use, attitude toward usage, their behavioral intention, and users' satisfaction with SM-AHPS were assessed by the questionnaire adapted from the Technology Acceptance Model (TAM). The 5-Point Likert scale was used to measure the variables with

a value ranging from 1 to 5. The variables were grouped into the users' perceived usefulness (PU), the perceived ease of usage (PEOU), the attitude toward usage (ATU), the behavioral intention, and the users' satisfaction. The respondents generally have positive feedback, and these variables are summarized in Figures 5-9.

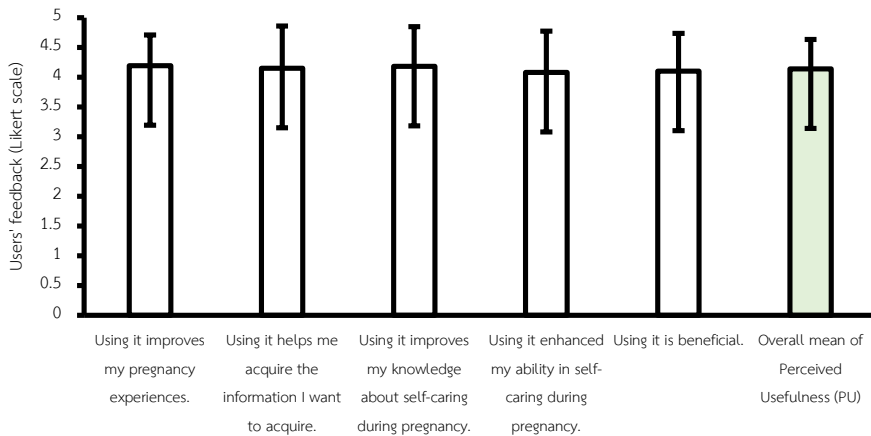


Figure 5 Users' Perceived Usefulness (PU)

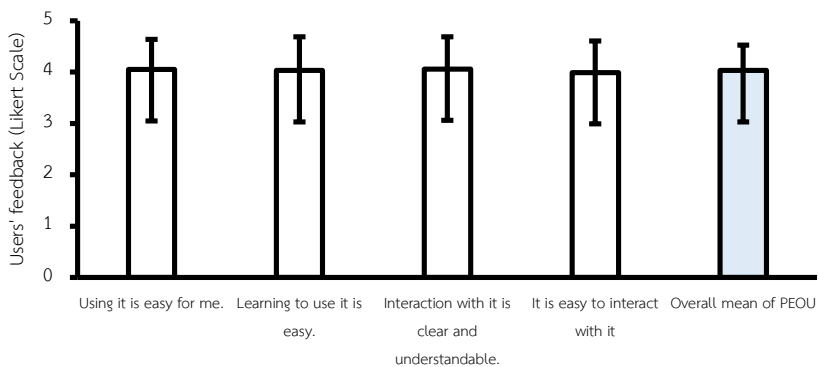


Figure 6 Users' Perceived Ease of Usage

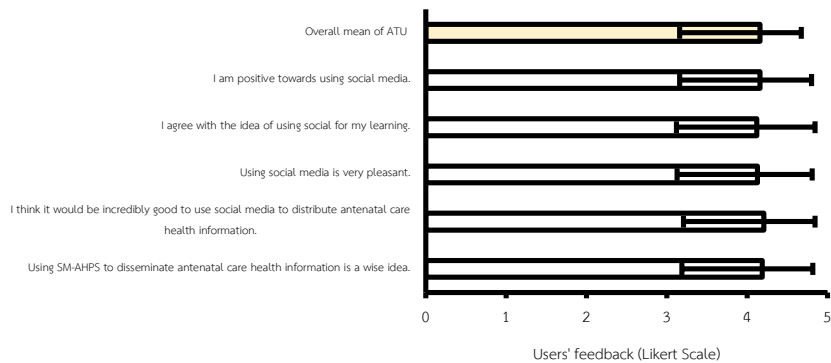


Figure 7 Users' Attitude Toward Usage

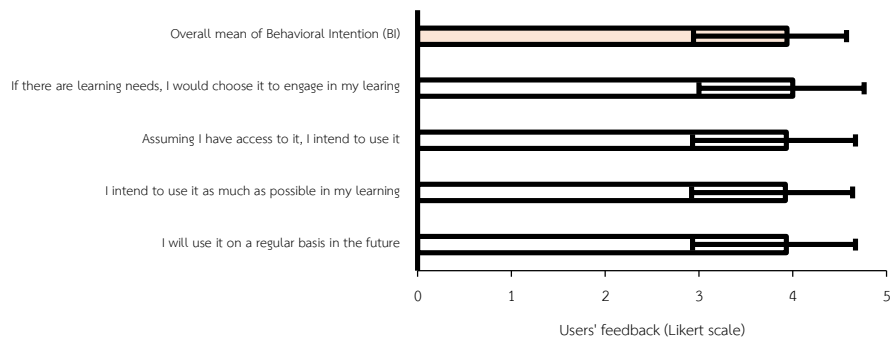


Figure 8 Users' behavioral intention

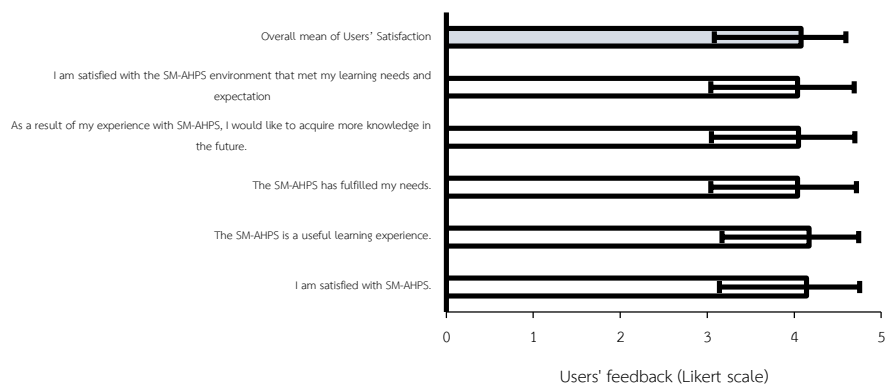


Figure 9 Users' satisfaction level

The results showed that samples had a good level of acceptance from Attitude Toward Usage (ATU) ($\bar{x}$ =4.16, S.D.=.516), Perceived Usefulness (PU) ($\bar{x}$ =4.14, S.D.=.494), Perceived Ease of Use (PEOU) ($\bar{x}$ =4.03, S.D.=.495), and the level of Behavioral Intention (BI) ($\bar{x}$ =3.94, S.D.=.633). Overall, the level of users' satisfaction (US) was shown to be good toward using SM-AHPS ($\bar{x}$ =4.09, S.D =.514), as shown in Table 6.

Table 6 Mean, standard deviation, and level of technology acceptance from users on SM-AHPS in each part (n=110)

Key Variables	Users' feedback on SM-AHPS		
	$\bar{x}$	S.D.	Level
Perceived Usefulness (PU)	4.14	.494	Agree
Perceived Ease of Use (PEOU)	4.03	.495	Agree
Attitude Toward Usage (ATU)	4.16	.516	Agree
Behavioral Intention (BI)	3.94	.633	Agree
Users' satisfaction (US)	4.09	.514	Agree

The study was conducted to determine if various forms of perception toward SM-AHPS usage affected an individual's likelihood of behavioral intention to respond with the acceptance of SM-AHPS. Multiple regression analysis was used. Results showed a significant effect on Behavioral intention (BI) ($F(3,106) = 50.494$, $p < .001$), with $R^2 = 0.588$, suggesting that 58.8% of the variation was predicted by the listed factors (Tables 7-9). The predicted BI score was equal to $0.377 + 0.112 (PU) + 0.119 (PEOU) + 0.102 (ATU)$, per one unit increase in each factor (Figure 10). This suggested that users who had positively perceived the usefulness of technology and perceived ease of use and had a positive attitude toward usage were more likely to have a positive behavioral intention to adopt the technology.

Table 7 Model Summary of Behavioral intention multiple regression analysis

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.767 ^a	.588	.577	.41216	.588	50.494	3	106	.000

a. Predictors: (Constant), ATU, PU, PEOU

b. Dependent Variable: BI

Table 8 ANOVA of Behavioral intention multiple regression analysis

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	25.734	3	8.578	50.494	.000 ^b
	Residual	18.007	106	.170		
	Total	43.741	109			

a. Dependent Variable: BI

b. Predictors: (Constant), ATU, PU, PEOU

Table 9 Coefficients of Behavioral intention multiple regression analysis

	Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.	Correlations		
		Coefficients		Coefficients			Zero-order	Partial	Part
		B	Std. Error	Beta					
1	(Constant)	-.582	.377		-1.544	.126			
	PU	.229	.112	.179	2.055	.042	.597	.196	.128
	PEOU	.295	.119	.231	2.485	.015	.647	.235	.155
	ATU	.572	.102	.466	5.614	.000	.713	.479	.350

a. Dependent Variable: BI

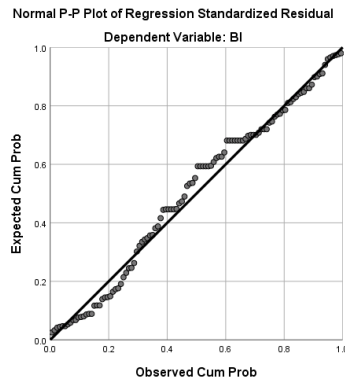


Figure 10 Behavioral intention (BI) Multiple regression analysis

The study was conducted to determine if behavioral intention toward using SM-AHPS affects individual users' satisfaction. A simple linear regression analysis was used. Results showed a significant effect on Users' satisfaction (US) ($F(1,108) = 174.556, p < .001$), with $R^2 = 0.618$, suggesting that 61.8% of the variation was predicted by the listed factor. The predicted US score equals $0.193 + 0.048 (BI)$, per one unit increase in each factor. The result showed that Behavioral intention (BI) ($\beta = .786, t = 13.212, p < .001$) positively predicted Users' satisfaction (US). This suggested that users with a positive behavioral intention to adopt technology were more likely to have positive satisfaction.

DISCUSSION

It was found that the health information needs among the first-time pregnant women in this study were (1) diagnostic tests in antenatal care, (2) common symptoms during pregnancy, (3) nutrition in pregnancy, and (4) complications in pregnancy. Hence, the digital content was developed from these topics and launched on the social media platform.

It was found that the mean scores improvement of the knowledge of women using SM-AHPS were statistically significant ($p < .001$). This indicated that pregnant women who used SM-AHPS had better knowledge achievement. This

finding was consistent with the results from previous studies that showed health promotion interventions using social media increased clients' understanding of their conditions (Akber et al., 2019; Bannor et al., 2017; Bugshan et al., 2014; Free et al., 2013; Honein-Abouhaidar et al., 2020; Yang et al., 2020). It was believed that the health education contents in the SM-AHPS were relevant to the pregnant women's interested topics and easily accessible through the widespread use of social media and internet technology without any additional cost. In addition, it was found that behavioral intention (BI) was positively associated with perceived usefulness (PU), perceived ease of use (PEOU), and attitude toward usage (ATU) on SM-AHPS ($p < .001$), which was supported by previous studies (Abd-Alrazaq et al., 2019; Chiu & Cho, 2020; Razmak & Bélanger, 2018; Wilkinson & Cole, 2018). So, women who perceived SM-AHPS as valuable and easy to use were more likely to use the instructional tool because it helped to remove physical barriers that usually obstruct access to healthcare support and resources. Moreover, it was found that user satisfaction (US) was positively associated with behavioral intention (BI) to use SM-AHPS ($p < .001$), consistent with the study conducted by (Lee et al., 2021). Thus, it was confirmed that user satisfaction was strongly related to users' behavioral intentions.

These findings have confirmed that social media allowed health professionals to create and share health information with their patients, and it was an effective tool to promote public health communication with broader reach, greater efficiency, and lower costs. It was found that the use of social media in health promotion has shown some success for effective health behavior change. Furthermore, this could potentially reduce the use of traditional communication channels such as television, radio, and printed media for health promotion. However, a number of issues associated with social media use like misinformation and user privacy protection, would be required to be addressed. Although social media-based health promotion would be welcome for those

who already use social media, the key challenge is among those with limited ability to use modern technology, such as the elderly and disabled people. Future research may be conducted on the impact of the long-term use of social media-based health promotion and to address the problems mentioned above. It is important to bring different experts from a health professional, education, mass communication, and even marketing to develop a social media-based health promotion platform that is responsive for general audiences and engages with specific population subgroups.

In summary, SM-AHPS played essential role in enhancing pregnant women's knowledge of antenatal care. In addition, it was indicated that users positively found that SM-AHPS as a helpful tool and easy to use. Hence, they have positive attitude toward the usage of SM-AHPS. So, they had a positive behavioral intention on SM-AHPS. Furthermore, it was found that users' perceived usefulness, perceived ease of use, and attitude toward usage were positive predictors of behavioral intention. Moreover, it was found that users were generally satisfied with SM-AHPS. Furthermore, it was indicated that user satisfaction was positively associated with behavioral intention. This research was the first to conduct media social media application in health promotion in Laos. This study provided insight into the Lao women's health information around antenatal care and birth. It also attempted to develop and launch a social media-based health promotion platform in the Lao language.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express our gratitude to Asst. Prof. Dr. Thanawan Phongsatha, Asst. Prof. Dr. Laura M. Brahmakasikara and Dr. Athipat Cleesuntorn, Graduate School of Business and Advanced Technology Management, Assumption University, for their support made this research possible.

REFERENCES

- Abd-Alrazaq, A., Bewick, B. M., Farragher, T., & Gardner, P. (2019). Factors affecting patients' use of electronic personal health records in England: Cross-sectional study. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7). DOI:10.2196/12373.
- Akber, S., Mahmood, H., Fatima, R., Wali, A., Alam, A., Sheraz, S. Y., Yaqoob, A., Najmi, H., Abbasi, S., Mahmood, H., Dibley, M. J., & Hazir, T. (2019). Effectiveness of a mobile health intervention on infant and young child feeding among children ≤ 24 months of age in rural Islamabad over six months duration. *F1000Research*, 8, 1–23.
- Bannor, R., Asare, A. K., & Bawole, J. N. (2017). Effectiveness of social media for communicating health messages in Ghana. *Health Education*, 117(4), 342–371.
- Bugshan, H., Hajli, N., Lin, X., Featherman, M., & Cohen, I. (2014). Social media for developing health services. *Qualitative Market Research*, 17(3), 283–296.
- Chan, K. L., & Chen, M. (2019). Effects of Social Media and Mobile Health Apps on Pregnancy Care: Meta-Analysis. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(1), e11836. Doi.org/10.2196/11836.
- Chen, H., Chai, Y., Dong, L., Niu, W., & Zhang, P. (2018). Effectiveness and Appropriateness of mHealth Interventions for Maternal and Child Health: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(1), E7. Doi: 10.2196/mhealth.8998.
- Chiu, W., & Cho, H. (2020). The role of technology readiness in individuals' intention to use health and fitness applications: a comparison between users and non-users. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*. 33(3), 807-825.

- Davis, F. D. (1985). *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results*. Massachusetts Institute of Technology. <http://hdl.handle.net/1721.1/15192>
- Estudillo, J. P. (2018). *Maternal Mortality in Lao PDR | East-West Center | www.eastwestcenter.org*. East-WestCenter. Retrieved March 29, 2021, from <https://www.eastwestcenter.org/events/maternal-mortality-in-lao-pdr>.
- Fauveau, V. A. (1995). The Lao People's Democratic Republic: maternal mortality and female mortality: determining causes of deaths. *World Health Statistics Quarterly*.
- Free, C., Phillips, G., Galli, L., Watson, L., Felix, L., Edwards, P., Patel, V., & Haines, A. (2013). The Effectiveness of Mobile-Health Technology-Based Health Behaviour Change or Disease Management Interventions for Health Care Consumers: A Systematic Review. *PLoS Medicine*, 10(1), e1001362. Doi: 10.1371/journal.pmed.1001362.
- Green S B. (1991). How Many Subjects Does It Take To Do A Regression Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 26(3), 499–510.
- Guerra-Reyes, L., Christie, V. M., Prabhakar, A., Harris, A. L., & Siek, K. A. (2016). Postpartum Health Information Seeking Using Mobile Phones: Experiences of Low-Income Mothers. *Maternal and Child Health Journal*, 20, 13–21.
- Honein-Abouhaidar, G. N., Antoun, J., Badr, K., Hlais, S., & Nazaretian, H. (2020). Users' acceptance of electronic patient portals in Lebanon. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 20(1), 1–12.
- Lee, Y., & Moon, M. (2016). Utilization and content evaluation of mobile applications for pregnancy, birth, and child care. *Healthcare Informatics Research*, 22(2), 73–80.
- Lee, W. I., Fu, H. P., Mendoza, N., & Liu, T. Y. (2021). Determinants impacting user behavior towards emergency use intentions of m-health services in Taiwan. *Healthcare (Switzerland)*, 9(5), 535. Doi.org/10.3390/healthcare9050535.

- Overdijkink, S. B., Velu, A. V., Rosman, A. N., van Beukering, M. D. M., Kok, M., & Steegers-Theunissen, R. P. M. (2018). The Usability and Effectiveness of Mobile Health Technology-Based Lifestyle and Medical Intervention Apps Supporting Health Care During Pregnancy: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(4), e109. Doi: 10.2196/mhealth.8834.
- Razmak, J., & Bélanger, C. (2018). Using the technology acceptance model to predict patient attitude toward personal health records in regional communities. *Information Technology and People*, 31(2), 306–326.
- Scopaz, A., Eckermann, L., & Clarke, M. (2011). Maternal health in Lao PDR: Repositioning the goal posts. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 16(4), 597–611.
- Wilkinson, J., & Cole, G. (2018). Preeclampsia knowledge among women in Utah. *Hypertension in Pregnancy*, 37(1), 18–24.
- UNICEF. (2019). *Maternal mortality rates and statistics - UNICEF DATA*. Retrieved May 10, 2021, from <https://data.unicef.org/topic/maternal-health/maternal-mortality/>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). Theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Yang, B., Ye, S., & Bandarchi, M. (2020). A new model for investigating the factors influencing the innovation in medical services: The mediating role of attitude toward knowledge sharing. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*. DOI:10.1108/vjikms-07-2019-0114.

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบ แบบถ่วงทรงกระบอกหมุน

MATHEMATICAL MODELING FOR PADDY DRYING BY ROTARY DRIER

ศราวุธ รัตนวงษ์^{1,*}, วีรชัย แผ่นอุไร¹, พงษ์พันธ์ พรหมพิภักดิ์¹ และ เกยูร ดวงอุปมา²
Sarawut Rattanawong^{1,*}, Wirachai Phaenurai¹, Phongphan Promphiphak¹
and Keyoon Duanguppama²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, North Eastern University

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kalasin University

บทคัดย่อ

ประเทศไทยผลิตข้าวเพื่อใช้บริโภคเป็นอาหารหลักและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ผลผลิตข้าวที่ดีต้องมาจากการดูแลขณะเจริญเติบโตและเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่เหมาะสม งานวิจัยนี้จึงนำวิธีการอบแห้งมาช่วยในขั้นตอนการเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ความชื้นเริ่มต้น 30-35% มาอบแห้งด้วยลมร้อนในถังทรงกระบอกหมุนภายในระยะเวลา 90 นาที เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้ง 3 ระดับ คือ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส ที่ส่งผลต่อความชื้นของข้าวเปลือก ซึ่งเปรียบเทียบผลการทดลองกับการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล ผลการวิจัยพบว่า อุณหภูมิอบแห้งสูงส่งผลให้ความชื้นและอัตราส่วนความชื้นลดลงเป็นเส้นโค้งแบบฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งที่เหมาะสมคือ Page เพราะว่าผลทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเปลือกมีค่า R^2 สูง อยู่ในช่วง 0.9949-0.9977 และค่า RMSE ต่ำ อยู่ในช่วง 0.0110-0.0139 ซึ่งใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดลองมากที่สุด สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลพบว่า อุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเร่งการระเหยของน้ำที่ผิว

* ผู้ประสานงาน: ศราวุธ รัตนวงษ์

อีเมล: sarawut.rat@neu.ac.th

เมล็ดข้าวเปลือกส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลสูงขึ้น จึงทำให้การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงส่งผลให้ระยะเวลาอบแห้งน้อยลง นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบวนการอบแห้งกับผลิตผลทางการเกษตรที่ต้องการอุณหภูมิการอบแห้งสูงได้อีกด้วย เช่น พริก ลำไย และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

คำสำคัญ: การอบแห้ง, ข้าวเปลือก, สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น, ถังทรงกระบอกหมุน

Abstract

Thailand has produced rice for consumption as the main food and an important export product. Highly qualified rice production was obtained from caring as growing and prolongation after rice harvest with the appropriate procedure. This research aimed to present drying techniques to help in paddy prolongation after harvest. The procedure began by drying rice cultivars KDML105 with hot air in a rotary dryer within 90 min to study 3-level results of drying temperature at 80°C, 100°C and 120°C affecting the moisture of paddy. The results of the experiment were compared with analysis by mathematical model of empirical drying equation. The research results were found that high drying temperature reduced moisture and moisture ratio as an exponential function curve. The appropriate mathematical model of the drying equation was Page's drying equation because the paddy moisture change prediction was high at 0.9949-0.9977 and the low RMSE value was at 0.0110-0.0139 which was most similar to the results of the experiment. The effective moisture diffusivities were found that increasing the drying temperature would accelerate the evaporation of water at the surface of paddy resulting in higher effective moisture diffusivities. Furthermore, this research can be applied to estimate the results obtained for the drying process for agricultural products that require a high drying temperature, such as chili, longan and legumes, etc.

Keywords: drying, paddy, effective moisture diffusivities, rotary dryer

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยประเทศไทยผลิตข้าวเพื่อใช้บริโภคเป็นอาหารหลักและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตในนาข้าวจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีและวิธีการต่างๆมาใช้อย่างหลากหลาย เช่น การคันคว่ำ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ระบบการปลูกพืชหมุนเวียน วิธีการปรับปรุงดินโดยใช้สารเคมี การใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร ทั้งหมดนี้ล้วนถูกนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้แล้ว การดูแลและเก็บรักษาก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวข้าวก็คือ ปัญหาเรื่องความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงเกินกว่าปริมาณที่พอเหมาะจึงส่งผลกระทบต่อราคาข้าวเปลือกและคุณภาพของข้าวลดลง โดยทั่วไปข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมจะมีความชื้นอยู่ในช่วง 20-25% ถ้าหากประสบกับสภาวะฝนตกหรือน้ำท่วมอาจทำให้ข้าวเปลือกมีความชื้นสูงถึง 28-33% ธนากรรณ์ อุ่นพินิจ และคณะ (2560) ซึ่งโดยปกติหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะนำข้าวมาตากแห้งบนลานเพื่อลดความชื้น ซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยธรรมชาติที่จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการพลังงานความร้อนและไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อจำกัดในด้านแรงงานและการใช้พื้นที่ตากจำนวนมาก อีกทั้งใช้เวลานานเนื่องจากความไม่แน่นอนของแสงแดดในแต่ละวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกได้ ดังนั้นจึงได้มีการนำเครื่องอบแห้ง (Artificial drying) มาช่วยในการลดความชื้นของข้าวเปลือกโดยการให้ความร้อนถ่ายเทไปยังวัสดุที่มีความชื้นเพื่อนำความชื้นออกโดยการระเหย ทำให้ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถใช้งานได้ทุกสภาวะอากาศ สามารถควบคุมความชื้นได้ตามระดับที่ต้องการมากกว่าการตากแดดในลาน

ปัจจุบันการอบแห้งข้าวเปลือกมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือก เช่น การอบแห้งแบบฟลูอิดไดเบด ธัชพล จุ่งเจริญ และคณะ (2560) ศึกษาผลของความชื้นเริ่มต้นและความสูงเบดของข้าวเปลือกต่อความเร็วลมต่ำสุดในเครื่องทดลองการเกิดฟลูอิดเซชัน พบว่าความเร็วลมต่ำสุดที่ใช้สำหรับการอบแห้งข้าวเปลือกที่ความสูงเบด 5 10 และ 15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 3.0-4.8 3.1-5.1 และ 3.2-5.3 เมตร/วินาที ที่ความชื้นเริ่มต้น 15 20 และ 26% ตามลำดับ, การอบแห้งแบบสเปาเท็ดเบด กิตติ สถาพร ประสาธน์ และโพธิ์ทอง ประณีตพลกรัง (2560) ศึกษาการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น พบว่าอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น โดยแบบจำลองการอบแห้งของ Midilli สามารถทำนายคุณลักษณะการอบแห้งของข้าวเปลือกได้เหมาะสมที่สุด, การอบแห้งแบบร่วม ทรงพล วิจารณ์จักร และคณะ (2560) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องอบแห้งแบบใช้อินฟราเรดแผ่รังสีความร้อนร่วมกับลมร้อน โดยประเมินจากเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และคุณภาพของข้าว พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการลดความชื้นให้เหลือเพียง 1-2 วัน จากปกติที่เกษตรกรนำมาตากแดด 2-3 วัน นอกจากนั้นยังสามารถลดเปอร์เซ็นต์การแตกหักได้ถึง 90.15 เปอร์เซ็นต์ และการอบแห้งแบบถึงทรงกระบอกหมุนสุชีวา สิทธิจินดา และคณะ (2559) ศึกษาเพื่อหาความชื้นของเครื่องอบข้าวเปลือกในภาคครัวเรือนควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทดลองในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 33-45 องศาเซลเซียส พบว่าความชื้นลดลงเฉลี่ย 39% ภายในเวลา 3 ชั่วโมง

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่ใช้สำหรับเกษตรกรภาคครัวเรือน จึงได้นำวิธีการอบแห้งแบบถึงทรงกระบอกหมุนด้วยลมร้อนเข้ามาใช้ในการลดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งข้อดีของการใช้วิธีนี้คือ กระบวนการอบไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานในการเฝ้าพลิกกลับผลิตผล เนื่องจากมีการกระจายลมร้อนสัมผัสกับผลิตผลได้อย่างทั่วถึงทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยลง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง ลดเวลาการทำงาน ใช้แรงงานคนน้อยเฉพาะเวลาที่เอาผลิตผลเข้าและออกถัง และค่าใช้จ่ายโดยรวมไม่สูงเมื่อเทียบกับอายุการใช้งาน ในส่วนของการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกซึ่งมีตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการอบแห้ง เช่น อุณหภูมิ พื้นที่ที่ใช้อบแห้ง ความเร็วลมร้อน และความชื้นเริ่มต้นของวัสดุ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ ทดลองการอบแห้งข้าวเปลือกโดยมุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบที่สำคัญต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิอบแห้ง ที่มีต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้ง และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัลที่เหมาะสม เพื่อใช้ประมาณค่าผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการอบแห้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่นิยมปลูกมากในประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยคุณลักษณะสำคัญคือ ทนแล้งได้ดี ได้ผลผลิตมาก

ได้ราคาดี เมื่อนำมาหุงกลั่นจะหอมจึงเป็นที่นิยมต่อผู้บริโภค

2. เงื่อนไขในการทดลองการอบแห้งข้าวเปลือก มีดังนี้

2.1 อุณหภูมิของอากาศที่เข้าถึงอบแห้ง 3 ระดับคือ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ระยะเวลาในการอบน้อยกว่าแล้ว ถ้าพิจารณาถึงคุณภาพทางด้านการหุงต้ม การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการขยายปริมาตรและการอุ้มน้ำของข้าวสุกมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นลักษณะของข้าวหุงสุกที่ดี (ละมุล วิเศษ, 2555)

2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศป้อนในช่วง 42-56%

2.3 ความเร็วรอบในการหมุนถังอบแห้งที่ 20 รอบ/นาที

2.4 ความเร็วลมร้อน 4.25 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมร้อนที่เหมาะสมไม่ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกขณะเริ่มอบที่มีความชื้นสูงโดนลมร้อนพาไปตามกระแสความเร็ว (ทรงพล วิจารย์จักร และคณะ, 2560)

2.5 ความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วง 30-35% และความชื้นสุดท้ายในการอบไม่เกิน 15% (พระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551, 2560)

3. วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

เครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

3.1 โครงสร้างถังอบแห้ง (Drying tank) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร ภายนอกเจาะช่องขนาดกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 4 ช่อง ติดตะแกรงเพื่อใช้เป็นที่ระบายความชื้น และภายในติดตั้งใบดักโปรย (Flight) 3 ใบ รูปตัว L ขนาด 2 x 15 เซนติเมตร เพื่อทำหน้าที่พาเมล็ดข้าวเปลือกให้เคลื่อนที่ตามการหมุนของถังและตกกลับลงมาที่ผิวด้านล่างของถัง ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดข้าวเปลือกไม่เกาะตัวและเป็นการเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างผิวของเมล็ดข้าวเปลือกและลมร้อน เพื่อทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนให้ดีขึ้น

3.2 พัดลม (Blower) ขนาด 250 วัตต์ ทำหน้าที่ป้อนอากาศเข้าสู่ถังอบแห้งที่ควบคุมความเร็วรอบโดยใช้ VSD Inverter

3.3 ขดลวดความร้อนไฟฟ้า (Electric heater) ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 3 ตัว

3.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิเป็นเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ซึ่งมีชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control) แบบ PID

3.5 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor) ขนาด 250 วัตต์

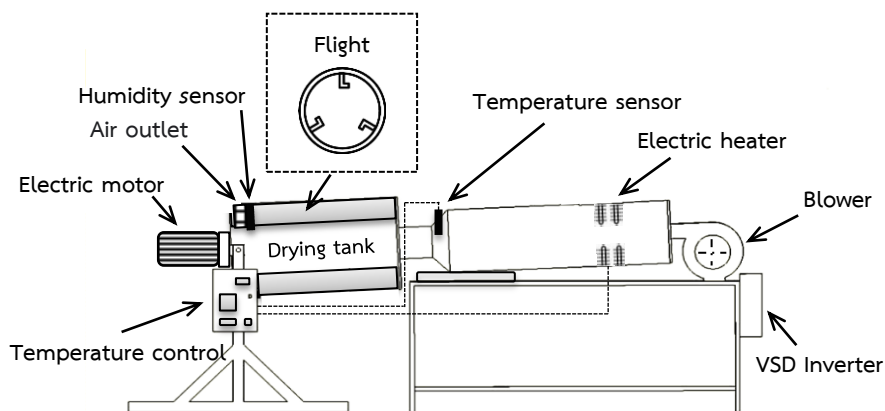
3.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม (Hot wire anemometer)

3.7 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert ทำหน้าที่อบข้าวเปลือกเพื่อวัดค่าความชื้น

3.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ SUNFORD รุ่น FEH300 ค่าความละเอียด 0.01 กรัม



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังทรงกระบอกหมุนด้วยลมร้อน

(ก) รูปภาพของเครื่องอบแห้ง (ข) รายละเอียดของเครื่องอบแห้ง

4. การวิเคราะห์ผล

4.1 ความชื้นในวัสดุ (Moisture Content) คือ ค่าที่บ่งชี้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุ ความชื้นในวัสดุแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (wet basis, M_w) และความชื้นมาตรฐานแห้ง (dry basis, M_d) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ความชื้นมาตรฐานแห้งในการวิเคราะห์ เนื่องจากในขณะที่อบมวลรวมจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยเมื่อคำนวณความชื้นแบบมาตรฐานเปียกจะทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการคำนวณทางอุตสาหกรรมจะใช้ค่าความชื้นที่คำนวณแบบมาตรฐานแห้ง เนื่องจากขนาดมวลแห้งจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากในกระบวนการอบ จึงมีความสะดวกมากกว่า (สมพจน์ คำแก้ว, 2564) โดยความชื้นมาตรฐานแห้งสามารถคำนวณจากสมการดังนี้

$$M_d (\%) = \frac{(w - d)}{d} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.), w คือ มวลเปียกของวัสดุ (กิโลกรัม) และ d คือ มวลแห้งของวัสดุ (กิโลกรัม)

4.2 อัตราส่วนความชื้น (Moisture Ratio) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลน้ำในวัสดุเมื่อเทียบความชื้นเริ่มต้น เมื่อเวลาการอบแห้งดำเนินต่อไปในเวลาใดๆ (อีลีหย๊ะ สนิโซ และคณะ, 2555) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$MR = \frac{(M_t - M_{eq})}{(M_0 - M_{eq})} \quad (2)$$

การคำนวณค่าอัตราส่วนความชื้นในงานวิจัยนี้ เป็นการคำนวณค่าโดยประมาณ คือไม่คิดค่าความชื้นสมดุล โดยตั้งสมมุติฐานว่า ความชื้นสมดุลมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความชื้นเริ่มต้น ($M_{eq} \ll M_0$) และค่าความชื้นที่เวลาใดๆ ($M_{eq} \ll M_t$) จึงสามารถเขียนสมการที่ (2) ใหม่ ดังนี้

$$MR = \frac{(M_t)}{(M_0)} \quad (3)$$

เมื่อ MR คือ อัตราส่วนความชื้น, M_t คือ ความชื้นที่เวลาใดๆ (% d.b.), M_0 คือ ความชื้นเริ่มต้น (% d.b.) และ M_{eq} คือ ความชื้นสมดุล (% d.b.)

4.3 สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล (Effective moisture diffusivity coefficient, D_{eff}) คือ คุณสมบัติจำเพาะทางกายภาพที่บ่งบอกถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุ ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความชื้นเริ่มต้น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของกระแสอากาศ พิจารณาได้โดยอาศัยสมการการแพร่ของฟิค (Fick's second law of diffusion) สำหรับวัสดุที่เป็นทรงกลม (Ademiluyi et al., 2013) สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D_{\text{eff}} \left(\frac{\partial^2 M}{\partial r^2} \right) + \frac{2}{r} \left(\frac{\partial M}{\partial r} \right) \quad (4)$$

เมื่อ M คือ ค่าความชื้น, D_{eff} คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล (เมตร²/นาท), t คือ เวลา (นาท) และ r คือ รัศมีสมมูลของข้าวเปลือก (เมตร) (พิศมาส หวังดี, 2558)

เมื่อกำหนดให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลมีค่าคงตัว การกระจายความชื้นในวัสดุสม่ำเสมอ วัสดุไม่หดตัว ไม่เกิดความต้านทานการถ่ายเทมวลที่วัสดุ และอุณหภูมิคงที่ รวมไปถึงเวลาในการอบแห้งเป็นเวลานาน สามารถหาผลเฉลยจากสมการที่ (4) โดยตั้งสมมุติฐานข้าวเปลือกที่มีรูปทรงเรขาคณิตเป็นทรงกลม (โพธิ์ทอง ปราณีตพลกรัง และ กิตติ สถาพรประสารณ์, 2560) ซึ่งจะได้สมการเป็น

$$MR = \frac{6}{\pi^2} \exp \left[-\frac{\pi^2 D_{\text{eff}} t}{r^2} \right] \quad (5)$$

การหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลของการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน ด้วยวิธีการหาลอการิทึมทั้งสองข้างของสมการเพื่อแปลงให้เป็นสมการเชิงเส้น จะได้

$$\ln(MR) = A - Bt \quad (6)$$

เมื่อ A และ B คือ ค่าคงที่

โดยที่

$$D_{\text{eff}} = \frac{B \cdot r^2}{\pi^2} \quad (7)$$

4.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล

สมการอบแห้งแบบเอมพิริคัลคือ สมการที่สร้างจากข้อมูลการทดลองสำหรับวัสดุที่ใช้อบแห้งเพื่อใช้สำหรับทำนายอัตราการอบแห้ง โดยรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนด้วยลมร้อน ในงานวิจัยนี้เลือกสมการที่นิยมใช้ทางงานด้านอบแห้ง 5 สมการ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบไม่เชิงเส้น (Non-linear regression analysis) โดยรูปแบบสมการมีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล (Aviara et al., 2016)

Model name	Model equation	Equation no.
Newton	$MR = \exp(-kt)$	(8)
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	(9)
Henderson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	(10)
Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + c$	(11)
Two term	$MR = a \exp(-k_1t) + b \exp(-k_2t)$	(12)

เมื่อ MR คือ อัตราส่วนความชื้น, t คือ เวลาในการอบแห้ง (นาทีก) และ k, n, a และ b คือ ค่าคงที่ใดๆ ซึ่งสามารถหาได้จากกรวิเคราะห์สมการถดถอยแบบไม่เชิงเส้น

ผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนว่าแบบจำลองที่สร้างมานั้นมีความแม่นยำและใกล้เคียงกับผลการทดลองเพียงใด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) (Aviara et al., 2016) และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root mean square error, RMSE) (กิตติ สถาพรประสารณ์ และ โพธิ์ทอง ประณีตพลกรัง, 2560) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (13) - (14) ตามลำดับ

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (MR_{pred,i} - MR_{exp,i})^2}{\sum_{i=1}^n (\overline{MR}_{exp} - MR_{exp,i})^2} \quad (13)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (MR_{pred,i} - MR_{exp,i})^2 \right]^{1/2} \quad (14)$$

เมื่อ $MR_{pred,i}$ คือ อัตราส่วนความชื้นที่ได้จากแบบจำลอง
 $MR_{exp,i}$ คือ อัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลอง
 $\overline{MR}_{exp}$ คือ อัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยจากการทดลอง
 n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้วิเคราะห์

5. วิธีการทดลอง

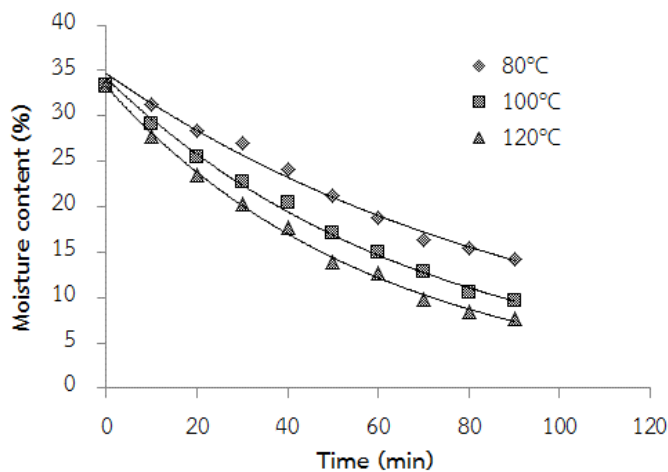
เริ่มจากการเตรียมตัวอย่างควบคุม โดยนำข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จำนวน 5 กิโลกรัม เข้าถังเพื่อทำการอบแห้ง ขณะเดียวกันให้เก็บตัวอย่างข้าวเปลือกส่วนหนึ่งบรรจุใส่ถ้วยตัวอย่างแล้วปิดฝาและนำไปชั่งน้ำหนักก่อนอบแห้ง จากนั้นเริ่มทำการอบโดยตั้งความเร็วและอุณหภูมิของลมร้อนที่เข้าถังอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในระหว่างที่ทำการอบจะทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 10 นาที โดยนำข้าวเปลือกใส่ถ้วยตัวอย่างแล้วปิดฝาและชั่งน้ำหนักขณะนั้น ทำจนครบ 90 นาที แล้วนำตัวอย่างที่เก็บจากการทดลองทั้งหมดเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วทำการชั่งน้ำหนักหลังการอบเพื่อคำนวณหาความชื้นของข้าวตัวอย่างที่การอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน AOAC (AOAC., 1995) จากนั้นจึงทำการทดลองในลักษณะเดียวกันที่อุณหภูมิ 100 และ 120 องศาเซลเซียส ตามลำดับต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จลพลศาสตร์ของการอบแห้งข้าวเปลือก

เมื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส โดยความชื้นเริ่มต้น 30-35% และความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 15% มาตรฐานแห้ง จากผลการทดลอง ดังรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณ

ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกจะมีลักษณะที่ลดลงเป็นเส้นโค้งแบบฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล โดยในช่วงต้นของการอบ ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกมีความชื้นสูง อีกทั้งผลต่างระหว่างอุณหภูมิเมล็ดข้าวเปลือกและอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบสูง จึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดี ส่งผลต่อการถ่ายเทมวลของน้ำจากภายในเมล็ดข้าวเปลือกมายังผิวนอกเป็นไปอย่างรวดเร็ว และเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้นอัตราเร็วในการถ่ายเทมวลของน้ำจะค่อยๆ ลดลงทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกลดลงอย่างช้าๆ และจากผลการทดลองยังพบอีกว่า การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงปริมาณความชื้นจะลดลงมากกว่าการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ปริมาณการถ่ายเทความร้อนระหว่างลมร้อนกับผิวนอกของเมล็ดข้าวเปลือกจะสูงกว่า ดังนั้น ถ้าพิจารณาระยะเวลาในการอบแห้งที่ปริมาณความชื้นสุดท้ายเดียวกัน การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล

เมื่อนำข้อมูลปริมาณความชื้นที่ได้จากการทดลองการอบแห้งข้าวเปลือกที่สภาวะต่างๆ มาหาค่าอัตราส่วนความชื้นที่เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงมวลน้ำในวัสดุเทียบกับปริมาณความชื้นเริ่มต้น แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าคงที่และค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทาง

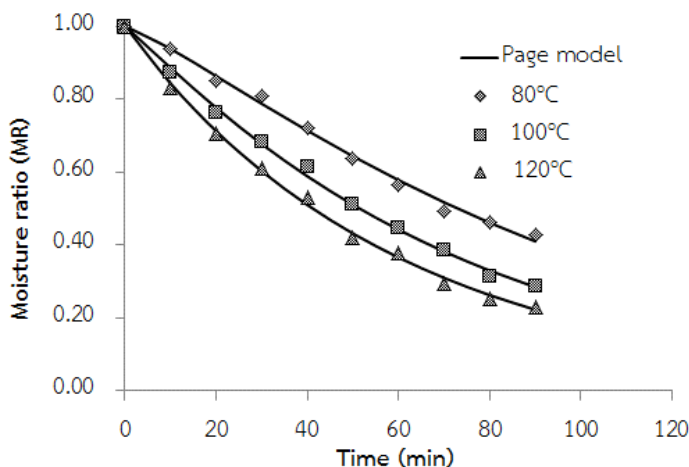
คณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล โดยเลือกสมการที่นิยมใช้ทางด้านอบแห้ง 5 สมการ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งจะได้ค่าคงที่และค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ดังตารางที่ 2 และการเลือกสมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น จะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่าสูงที่สุด และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่และค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล

Model name	Temperature	Model Constants	R^2	RMSE
Newton	80°C	$k = 0.0092$	0.9840	0.0245
	100°C	$k = 0.0135$	0.9965	0.0136
	120°C	$k = 0.0168$	0.9974	0.0124
Page	80°C	$k = 0.0041$, $n = 1.1960$	0.9949	0.0139
	100°C	$k = 0.0105$, $n = 1.0634$	0.9977	0.0110
	120°C	$k = 0.0176$, $n = 0.9882$	0.9975	0.0122
Henderson and Pabis	80°C	$k = 0.0097$, $a = 1.0295$	0.9889	0.0204
	100°C	$k = 0.0137$, $a = 1.0082$	0.9967	0.0132
	120°C	$k = 0.0167$, $a = 0.9946$	0.9975	0.0122
Logarithmic	80°C	$k = 0.0049$, $a = 1.6918$, $c = -0.6786$	0.9927	0.0165
	100°C	$k = 0.0104$, $a = 1.1837$, $c = -0.1882$	0.9980	0.0093
	120°C	$k = 0.0164$, $a = 1.0038$, $c = -0.0105$	0.9975	0.0122
Two term	80°C	$k_1 = 0.0033$, $a = 7.2925$	0.9928	0.0165
		$k_2 = 0.0025$, $b = -6.2792$		
	100°C	$k_1 = 0.0081$, $a = 2.6619$	0.9976	0.0115
		$k_2 = 0.0055$, $b = -1.6668$		
	120°C	$k_1 = 0.0162$, $a = 1.0155$	0.9975	0.0122
		$k_2 = 0.0040$, $b = -0.0222$		

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แบบจำลองของ Page มีค่า R^2 มากที่สุด และ RMSE น้อยที่สุด, ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แบบจำลองของ Page และ Logarithmic มีค่า R^2 และ RMSE ใกล้เคียงกัน และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ในแต่ละแบบจำลอง มีค่า R^2 และ RMSE เท่ากัน ยกเว้นแบบจำลอง Newton ดังนั้น

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบจำลองของ Page มีความเหมาะสมในการทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นของข้าวเปลือกได้ดีที่สุด ดังแสดงโดยเส้นแนวโน้มของแบบจำลองของ Page ในรูปที่ 3 ที่มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.9949 - 0.9977 และค่า RMSE อยู่ในช่วง 0.0110 - 0.0139



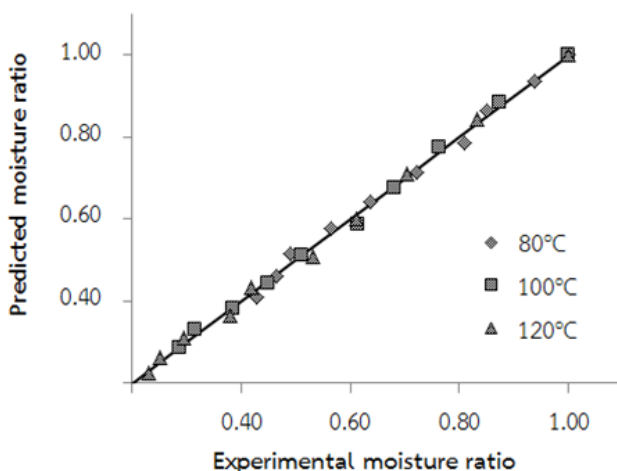
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความชื้นกับเวลาของผลการทดลองกับผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัลที่เหมาะสมที่สุด

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าคงที่ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งพบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อดัชนีที่ส่งผลต่อค่าอัตราส่วนความชื้น คือ อุณหภูมิ ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิอื่นได้ จึงนำค่าคงที่ k และ n จากแบบจำลองของ Page มาหาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิด้วยวิธีการถดถอยแบบไม่เชิงเส้นตามรูปแบบสมการอาร์เรเนียส (Arrhenius equation) (Chakraborty et al., 2016) ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดังสมการต่อไปนี้

$$k = 1646.965 \exp\left(-\frac{4493.197}{T_{\text{abs}}}\right) \quad ; \quad R^2 = 0.985$$

$$n = 0.178 \exp\left(\frac{671.424}{T_{\text{abs}}}\right) \quad ; \quad R^2 = 0.990$$

สำหรับความน่าเชื่อถือของแบบจำลองของ Page สามารถพิจารณาจากค่า R^2 และ RMSE แล้ว ยังสามารถพิจารณาโดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากผลการทดลองและค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยการพิจารณาจากระยะห่างระหว่างจุดของอัตราส่วนความชื้นในแต่ละอุณหภูมิกับแนวเส้นตรง ถ้าค่า R^2 มีค่ามาก ระยะห่างระหว่างจุดกับแนวเส้นตรงจะน้อย และถ้าค่า R^2 มีค่าน้อย ระยะห่างระหว่างจุดกับแนวเส้นตรงจะมาก จากผลการทดลองพบว่า จุดของอัตราส่วนความชื้นอยู่ใกล้แนวเส้นตรงมาก จึงแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของ Page มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเปลือก

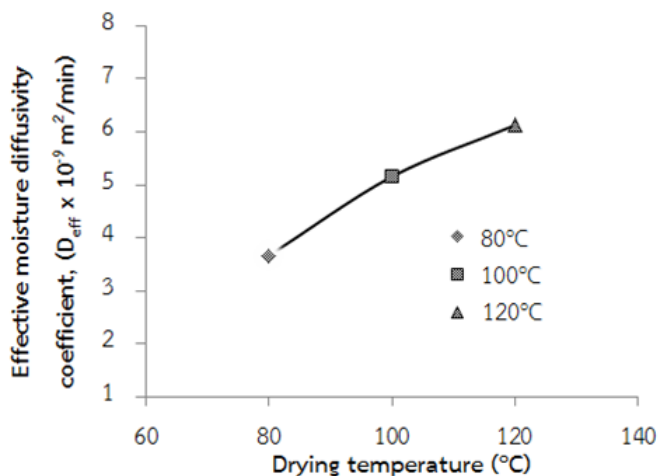


รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากผลการทดลองและค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผล

จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยลมร้อนแบบถังทรงกระบอกหมุน ที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลมีค่า 3.661×10^{-9} , 5.155×10^{-9} และ 6.127×10^{-9} เมตร²/นาทิต ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูง ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่

ความชื้นจะมีค่าสูงขึ้น สาเหตุเกิดจากอุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงจะทำให้อัตราการถ่ายเทมวลของน้ำภายในเมล็ดข้าวเปลือกมายังผิวนอกสูงขึ้นและยังเป็นการเร่งการระเหยของน้ำที่ผิวของเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งก็คือการแพร่ความชื้นออกจากผิวได้ดีขึ้นด้วย



รูปที่ 5 สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลของการอบแห้งข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส

จากการทดลองอบแห้งข้าวเปลือกที่อุณหภูมิตั้ง 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส พบว่า ระยะเวลาในการอบแห้งเพื่อให้ได้ปริมาณความชื้นสุดท้ายตามมาตรฐาน การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าพิจารณาถึงคุณภาพทางด้านการหุงต้ม การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการขยายปริมาตรและการอุ้มน้ำของข้าวสุกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของข้าวหุงสุกที่ดีหรือที่เรียกว่า ข้าวหุงขึ้นหม้อ (ละมุลวิเศษ, 2555) แต่ถ้าอุณหภูมิในการอบแห้งสูงเกินไปจะทำให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกร้าวได้ง่าย เนื่องจากในช่วงแรกอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากการสัมผัสกับลมร้อน ยิ่งถ้าอุณหภูมิในการอบแห้งสูงเกินไป ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิแกนกลางและผิวของเมล็ดข้าวเปลือกจะยิ่งสูงขึ้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเค้นในเมล็ดสูงและเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เมล็ดข้าวแตกร้าว (ปริดา ปรากฏมาก, 2559)

ในส่วนของวิธีการทดลองพบว่า ในการวัดแต่ละครั้งมีโอกาสที่จะได้ค่าไม่เท่าเดิม สาเหตุหนึ่งมาจากค่าความชื้นของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งมีค่าแตกต่างกันเกินไป เพื่อให้การวัดมีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ จึงทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ในสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาของการทดลองที่เหมือนกัน ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลหรือค่าที่วัดได้จึงอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย (Mean) และเมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์จะพบว่า ค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งแบบเอมพิริคัล โดยพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (RMSE) ดังตารางที่ 2 และจากการทดลองยังพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิอบแห้งที่สูงจะช่วยเร่งการระเหยของน้ำที่ผิวเมล็ดข้าวเปลือก ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือก ผลงานวิจัยของ (Chakraborty et al., 2016)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแบบถังทรงกระบอกหมุน โดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้น ค่าความชื้นและอัตราส่วนความชื้นในการอบแห้งจะลดลงเป็นเส้นโค้งแบบฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมการอบแห้งของ Page เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเปลือก เนื่องจากมีค่า R^2 สูง อยู่ในช่วง 0.9949 - 0.9977 และค่า RMSE ต่ำ อยู่ในช่วง 0.0110 - 0.0139 ซึ่งใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดลองมากที่สุด และการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการอบแห้งกับผลิตผลทางการเกษตรที่ต้องการอุณหภูมิการอบแห้งสูงได้อีกด้วย เช่น พริก ลำไย และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือและให้ความอนุเคราะห์สถานที่ที่ใช้ในการทำงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ สถาพรประสาธน์ และ โพธิ์ทอง ประณีตพลกรัง. (2560). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบเจ็ตสเปาต์เต็ดเบต. *วิศวกรรมลาดกระบัง*, 34(4), 22-29.
- ทรงพล วิจารณ์จักร, สุพรรณ ยั่งยืน และ จักรมาส เลหาวิช. (2560). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุนด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมลมร้อนปล่อยทิ้งในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 48(3), 51-54.
- ธนากรณ อุ่นพินิจ, วรินรำไพ เศรษฐ์ธณบุตร, ทินกร คำแสน, พนมกร ขวาชอง และ อภิชาติ อาจนาเสียว. (2560). การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยคลื่นไมโครเวฟแบบอัตโนมัติ. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 7(1), 124-139.
- ธัชพล จุ่งเจริญ, การันต์ ดวงนิราส, วัชร วงศ์สุกรี และ อนุพงศ์ มีโคตรทอง. (2560). ผลของความชื้นเริ่มต้นและความสูงเบตของข้าวเปลือกต่อความเร็วลมต่ำสุดในเครื่องทดสอบการเกิดฟลูอิดไอเซชัน. น. 255-264. ใน: การประชุม การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2560. 20 เมษายน 2560. มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.
- ปรีดา ปรากฏมาก. (2559). แบบจำลองการถ่ายเทมวลสารและการเปลี่ยนแปลงทางกลของเมล็ดข้าวระหว่างการอบแห้งแบบฟลูอิดไซ์เบต. *วิศวกรรมลาดกระบัง*, 33(2), 42-48.
- พระราชบัญญัติ มาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. (2560, 8 กันยายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 134 ตอนพิเศษ 221 ง, หน้า 42.
- พิศมาส หวังดี. (2558). คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวเปลือกนึ่ง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 8(1), 23-28.

- โพธิ์ทอง ปราณีตพลกรัง และ กิตติ สถาพรประสาธน์. (2560). การประยุกต์ใช้เทคนิคเจ็ตสเปาต์เต็ดเบดร่วมกับคลื่นอัลตราซาวด์สำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 12(1), 163-175.
- ละมุล วิเศษ. (2555). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 17(1), 172-180.
- สมพจน์ คำแก้ว. (2564). อุณหภูมิการอบแห้งแบบหมุนเวียนของข้าวเปลือกมีผลต่อสารหอม (2AP). *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 16(3), 1-9.
- สุชีวา สิทธิจินดา, คงฤทธิ์ รุ่งษ์ และ ธราธิป ภูระหงษ์. (2559). *การพัฒนาเครื่องไล่ความชื้นข้าวเปลือกในครัวเรือนควบคุมอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino*. น. 436-443. ใน: การประชุม การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3. 22 ธันวาคม 2559. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.
- อิลีหัยยะ สนิโซ, ฟามิรา สะอูดี และ รัชดาภรณ์ ฮานาฟี. (2555). สัมประสิทธิ์การแพร่ ความชื้น ความสิ้นเปลืองพลังงาน และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะของการอบแห้งผลหมากด้วยพลังงานความร้อนร่วม. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 17(1), 142-149.
- Ademiluyi, F. T., & Abowei, M. F. N. (2013). Theoretical model for predicting moisture ratio during drying of spherical particles in a rotary dryer. *Hindawi Publishing Corporation Modelling and Simulation in Engineering*, Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2013/491843>.
- Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington D.C., USA.
- Aviara, N. A., & Igbeka, J. C. (2016). Modeling for drying of thin layer of native cassava starch in tray dryer. *Journal of Biosystems Engineering*, 41(4), 342-356.
- Chakraborty, S., Sarma, M., Bora, J., Faisal, S., & Hazarika, M. K. (2016). Generalization of drying kinetics during thin layer drying of paddy. *Agricultural Engineering International*, 18(4), 177-189.

การพัฒนาแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

THE DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS TOMATO HARVESTING ROBOT ARM BY IMAGE PROCESSING

ภูเบศร์ พิพิทธิธัญการ*, อีรววัฒน์ สัตตะโส, วิภาพร บุญหล้า และ วีรศักดิ์ วิริยานามชัย

Phubet Phiphithirankarn*, Teerawat Sattaso, Wipaporn Boonla, and

Wirasak Wiriyamchai

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Electrical Engineering, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ และหาประสิทธิภาพการทำงานของแขนกลที่สร้างขึ้น งานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การออกแบบและสร้างแขนกล การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพและคำนวณตำแหน่งของผลมะเขือเทศ การทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกล การทดลองเก็บผลมะเขือเทศจำลองบนฉากจำลอง และ การทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง

จากผลการวิจัย พบว่า (1) แขนกลเป็นแบบ SCARA มี 4 องศาอิสระ (PPRR) ประกอบด้วยท่อนแขน ข้อต่อ มือจับ กล้อง และเซนเซอร์อินฟราเรด ใช้สแต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่แขนกลในแนวตั้ง แนวราบ และเชิงมุม (2) โปรแกรมประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยส่วนควบคุม 9 ส่วน ทุกส่วนทำงานได้อย่างถูกต้องและสามารถส่งตำแหน่งของผลมะเขือเทศไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยไม่มีความผิดพลาด (3) แขนกลสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกน y ในทิศทางที่ถูกต้อง มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน $+y$ มากที่สุดคือ $y = 5.00 \%$, $\theta_1 = 3.73 \%$, $\theta_2 = 2.15 \%$ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน $-y$ มากที่สุดคือ $y = 0.00 \%$, $\theta_1 = 3.73 \%$, $\theta_2 = 1.65 \%$ (4) แขนกลสามารถเก็บ

* ผู้ประสานงาน: ภูเบศร์ พิพิทธิธัญการ

อีเมล: dr.phubet@gmail.com

ผลมะเขือเทศบนฉากจำลองได้ถูกต้องทั้งหมดตามลำดับการตรวจพบ โดยไม่มีความผิดพลาด (5) แขนกลสามารถเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริงได้ถูกต้องทั้งหมดตามลำดับการตรวจพบ โดยไม่มีความผิดพลาด จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นทำงานได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แขนกล SCARA, แขนกลอัตโนมัติ, การประมวลผลภาพ, การเก็บผลมะเขือเทศ

Abstract

The objective of this research were to design and invent an autonomous tomato harvesting robot arm by image processing, and to determine the efficiency of the robot arm invented. The research was divided into 5 steps: designing and inventing of the robot arm, developing an image processing software and calculating the position of the tomato, an experiment the robot arm movement, an experiment tomato harvesting on a simulated screen, and an experiment tomato harvesting on the real tomato plant.

The results of research found that (1) the robot arm is SCARA with 4 degrees of freedom (PPRR), consisting of links, joints, gripper, cameras and infrared sensor. Using the stepping motors to move the robot arm in vertical, horizontal and angular displacement. (2) The developed image processing software consists of 9 control sections, all sections working correctly and the position of the tomato can be transmitted to the microcontroller without error. (3) The robot arm can move along the y axis in the correct direction, the largest +y axis percentage error was $y = 5.00\%$, $\theta_1 = 3.73\%$, $\theta_2 = 2.15\%$, and the largest -y axis percentage error was $y = 0.00\%$, $\theta_1 = 3.73\%$, $\theta_2 = 1.65\%$. (4) The robot arm can accurately harvest all the tomatoes on the simulated screen in order of detection without error. (5) The robot arm was able to accurately harvest all the tomatoes on the real tomato plant in the order of detection without

error. All the experimental results showed that an autonomous tomato harvesting robot arm by image processing can works accurately and efficiently.

Keywords: SCARA Robot Arm, Autonomous Robots, Image Processing, Tomato Harvesting.

บทนำ

ปัจจุบันรูปแบบการปลูกพืชมีความหลากหลาย การปลูกพืชบนดินด้วยเกษตรกรอินทรีย์ การปลูกพืชแบบไฮโดโปนิคส์ การปลูกพืชแบบอควาโปนิคส์ การปลูกพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ เป็นต้น การปลูกพืชดังกล่าวล้วนเป็นการนำเอาเทคโนโลยี นวัตกรรม และองค์ความรู้ทางการเกษตรมาผสมผสานกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และลดการใช้แรงงาน ส่งผลทำให้การเพาะปลูกดำเนินไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ตั้งแต่ต้นกระบวนการจนกระทั่งเก็บเกี่ยวและนำผลผลิตออกจำหน่าย

การเก็บเกี่ยวถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการเพาะปลูก หากเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่เหมาะสมย่อมทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ สดใหม่ พร้อมออกจำหน่ายได้ทันเวลา ในทางกลับกันหากใช้วิธีการที่ไม่เหมาะสมย่อมทำให้เกิดการเสียหายกับผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ผลผลิตตกค้าง จำหน่ายไม่ได้ราคา เป็นต้น นอกจากนี้ ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเก็บเกี่ยว คือ การขาดแคลนแรงงานฝีมือ การใช้แรงงานที่ขาดประสบการณ์ย่อมก่อปัญหาต่อการเก็บเกี่ยวโดยตรง เช่น ความล่าช้าในการเก็บเกี่ยว ความเสียหายระหว่างเก็บเกี่ยวเนื่องจากการขาดความชำนาญและความประณีต เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ไม่ตรงกับลักษณะที่ต้องการ และค่าจ้างแรงงานที่สูงไม่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และระบบอัจฉริยะมาช่วยในการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยลดปัญหาดังกล่าว เช่น การใช้หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิต (Xiong et al., 2019), การใช้หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิตในโรงเรือน (Zhao et al., 2016) และการนำวิธีการประมวลผลภาพมาเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว (Malik et al., 2018) ทำให้การเก็บเกี่ยวมีความรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น (Afonso et al., 2020) และยังสามารถเลือกลักษณะของผลผลิตที่ต้องการเก็บเกี่ยวได้ (Khoshroo et al., 2014)

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะการพัฒนาแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพที่มีประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว ลดการสูญเสีย และลดปัญหาด้านแรงงานฝีมือ พร้อมกับส่งเสริมให้เกษตรกรไทยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่และระบบอัจฉริยะมาช่วยในการเกษตรมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ
2. หาประสิทธิภาพการทำงานของแขนกลที่สร้างขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ออกแบบและสร้างแขนกล

ออกแบบแขนกลด้วยโปรแกรมโซลิดเวิร์ค (SolidWorks) แขนกลเป็นแบบ SCARA Robot Arm มี 4 องศาอิสระ (PPRR) ประกอบด้วยท่อนแขน 2 ท่อน ข้อต่อ มือจับ สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนแขนกลในแนวตั้ง (แกน z) สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนแขนกลในแนวนอน (แกน x) และสเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนแขนท่อนที่ 1 และแขนท่อนที่ 2 แบบเชิงมุม

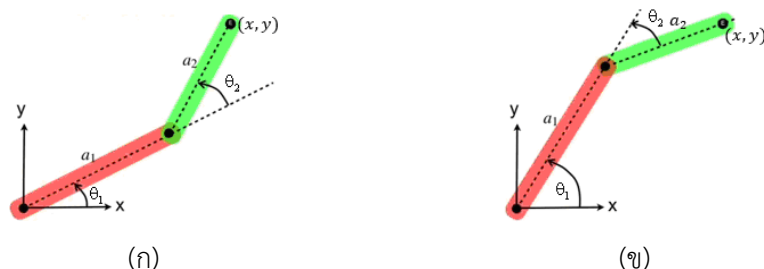
2. พัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพและคำนวณตำแหน่งของผลมะเขือเทศ

พัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก (Microsoft Visual Basic Express Edition) เขียนโปรแกรมตรวจจับผลมะเขือเทศโดยใช้คำสั่งจากไลบรารี Emgu CV ใช้ภาพจากกล้อง 2 ตัว โดยกล้องตัวที่ 1 (กล้องไกล) จับภาพมุมกว้างของผลมะเขือเทศโดยนำภาพที่ปรากฏในโปรแกรม (ตำแหน่งพิกเซล) ไปคำนวณหาตำแหน่งจริงของผลมะเขือเทศ (หน่วยเมตร) กล้องตัวที่ 2 (กล้องใกล้) และเซนเซอร์อินฟราเรด (ติดตั้งอยู่ที่มือจับ) จะตรวจสอบระยะห่างระหว่างมือจับกับผลมะเขือเทศและการเคลื่อนที่ของแขนกลไปยังผลมะเขือเทศนั้น

3. ทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกล

ตำแหน่งของผลมะเขือเทศที่คำนวณได้จากโปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก (x, y, z) จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 ผ่านพอร์ตอนุกรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำตำแหน่งไปคำนวณหาจำนวนสเต็ปเพื่อควบคุมการหมุนของสเต็ป มอเตอร์แกน x แกน y และแกน z ร่วมกับการป้อนกลับระยะห่างระหว่างมือจับกับผล มะเชื้อเทศที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์อินฟราเรด เนื่องจากเป็นแขนกลแบบ SCARA ดังนั้น ตำแหน่งในแนวแกน x และ y จะถูกแปลงให้เป็นมุมของแขนท่อนที่ 1 (θ_1) และมุมของ แขนท่อนที่ 2 (θ_2) ดังรูปที่ 1 (ก) และ (ข) การคำนวณหามุม θ_1 และ θ_2 สามารถ คำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ (Corke, 2017)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของตำแหน่งในแนวแกน x แกน y และมุมของแขนกล

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) \mp \tan^{-1}\left(\frac{a_2 \sin(\theta_2)}{a_1 + a_2 \cos(\theta_2)}\right) \quad (1)$$

$$\theta_2 = \pm \cos^{-1}\left(\frac{x^2 + y^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1a_2}\right) \quad (2)$$

เมื่อ a_1 และ a_2 คือ ความยาวของแขนท่อนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (หน่วยเมตร)

4. ทดลองเก็บผลมะเชื้อเทศจำลองบนฉากจำลอง

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือทั้งระบบ ได้แก่ โปรแกรม ประมวลผลภาพ การคำนวณตำแหน่งของผลมะเชื้อเทศ และการเคลื่อนที่ของแขนกล เพื่อหาข้อผิดพลาดนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้งานจริง โดยทำการทดลองเก็บผล มะเชื้อเทศบนฉากจำลองขนาด (กว้าง x ยาว) 0.6m x 1.0m โดยการสุ่มติดผลมะเชื้อเทศ บนฉากจำลอง 3 รูปแบบ แบบละ 7 ผล บันทึกตำแหน่งผลมะเชื้อเทศ (พิกเซล) ตำแหน่งที่ ได้จากการคำนวณ (เมตร) มุมของแขนกลทั้ง 2 ท่อน และผลการเก็บผลมะเชื้อเทศ

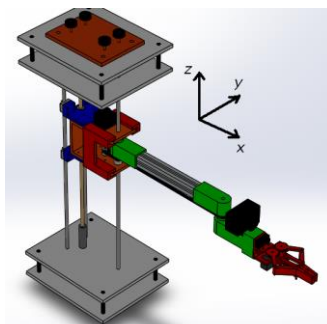
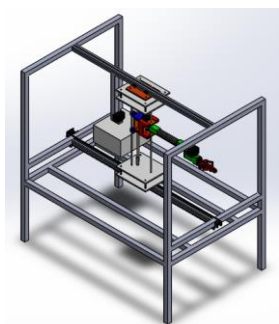
5. ทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง

เป็นการหาประสิทธิภาพการทำงานของแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติ ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดยการนำผลมะเขือเทศจำลองจำนวน 7 ผลไปติดยังตำแหน่งต่างๆ บนต้นมะเขือเทศจริง โดยติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม 2 รูปแบบ จากนั้นทำการทดลองและบันทึกผลการเก็บผลมะเขือเทศ พร้อมศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บผลมะเขือเทศ เช่น กิ่ง ก้าน และใบของต้นมะเขือ เพื่อนำไปปรับปรุงวิธีการประมวลผลภาพให้มีประสิทธิภาพในการตรวจจับผลมะเขือเทศมากขึ้น

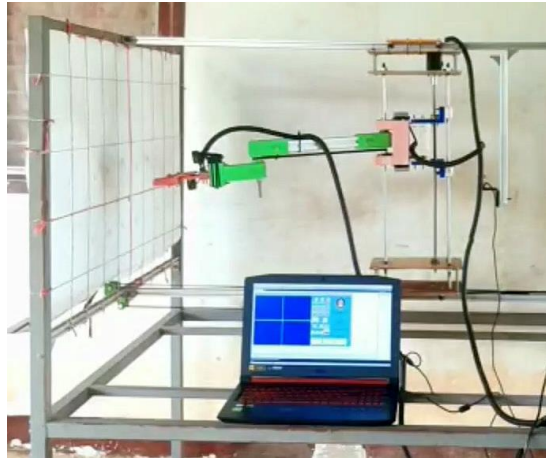
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการออกแบบและสร้างแขนกล

ผลการออกแบบแขนกลด้วยโปรแกรมโซลิดเวิร์คแสดงดังรูปที่ 2 แขนกลเป็นแบบ SCARA Robot Arm มี 4 องศาอิสระ (PPRR) ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ $0.15\text{m} \times 0.85\text{m} \times 0.70\text{m}$ ท่อนแขน (Link) 2 ท่อนสร้างด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ แขนท่อนที่ 1 ยาว 0.35m แขนท่อนที่ 2 ยาว 0.27m ข้อต่อ (Joint) และมือจับ (Gripper) สร้างด้วยวัสดุเส้นใยพลาสติก (Filament) ฐานแขนกลติดตั้งสเต็ปมอเตอร์ขับเคลื่อนให้แขนกลเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (แกน z) และสเต็ปมอเตอร์ขับเคลื่อนให้แขนกลเคลื่อนที่ในแนวนอน (แกน x) แขนท่อนที่ 1 (ติดกับฐาน) และแขนท่อนที่ 2 ใช้สเต็ปมอเตอร์ขับเคลื่อนและสายพานให้เคลื่อนที่แบบเชิงมุม โดยแขนแต่ละท่อนเคลื่อนที่ได้ระยะทางเชิงมุมไม่เกิน ± 90 องศาที่แขนกลติดตั้งกล้อง 2 ตัว โดยกล้องตัวที่ 1 (กล้องไกล) ติดตั้งอยู่หลังฐานของแขนกล กล้องตัวที่ 2 (กล้องใกล้) ติดตั้งอยู่ที่แขนท่อนที่ 2 และเซนเซอร์อินฟราเรดติดตั้งอยู่ที่มือจับ แขนกลที่สร้างเสร็จแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 การออกแบบแขนกล SCARA Robot Arm 4 องศาอิสระ (PPRR)



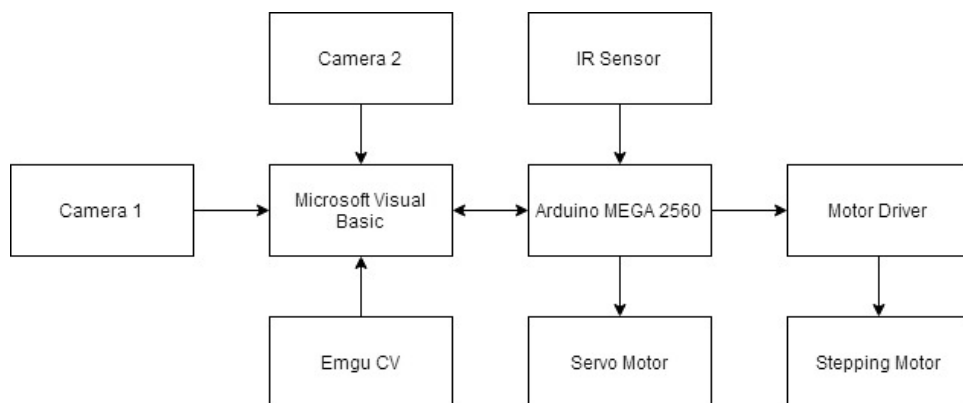
รูปที่ 3 แขนกลเก็บผลมะเขือเทศที่สร้างเสร็จตามที่ได้ออกแบบไว้

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพและคำนวณตำแหน่งของผลมะเขือเทศ

ผลการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก (Microsoft Visual Basic Express Edition) แสดงดังรูปที่ 4 โปรแกรมประมวลผลภาพ ประกอบด้วยส่วนควบคุมการทำงาน 9 ส่วนคือ (1) ส่วนกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการประมวลผลภาพ (2) ส่วนการควบคุมกล้อง (3) ส่วนควบคุมเคลื่อนที่ของแขนกลและมือจับแบบ Manual (4) ส่วนกำหนดพอร์ตเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (COM Port) และอัตราการส่งข้อมูล (Baud Rate) (5) พิกัดของเมาส์บนหน้าต่างแสดงตำแหน่งของผลมะเขือเทศ (6) ส่วนกำหนดความยาวของแขนกล (x) และระยะยกกล้องตัวที่ 1 ถึงปลายมือจับ (7) โหมดการทำงานของแขนกลและการสั่งงาน (8) ส่วนแสดงจำนวนผลมะเขือเทศที่ตรวจจับได้และระยะห่างจากเซนเซอร์อินฟราเรด ถึงผลมะเขือเทศผลที่กำลังจะเก็บ และ (9) ส่วนแสดงตำแหน่งผลมะเขือเทศที่ตรวจจับได้ (Object Position (Pixel)) ตำแหน่งผลมะเขือเทศที่คำนวณได้ (Object Position (m)) และมุมมองของแขนกลตอนที่ 1 (θ_1) และตอนที่ 2 (θ_2) โดยทุกส่วนทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งโดยไม่มีความผิดพลาด วิธีการตรวจจับและหาตำแหน่งของผลมะเขือเทศด้วยวิธีการประมวลผลภาพแสดงดังรูปที่ 6 ตำแหน่งของผลมะเขือเทศ (y, z) ที่ได้และระยะห่างที่ได้จากเซนเซอร์อินฟราเรด (x) จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อขับเคลื่อนแขนกลเก็บผลมะเขือเทศต่อไปตามแผนผังการทำงานดังรูปที่ 5

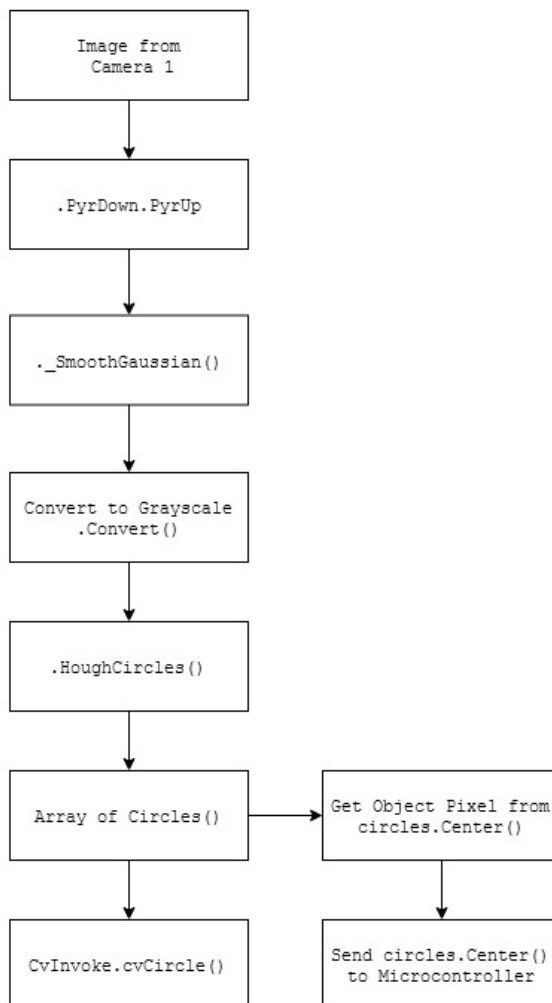


รูปที่ 4 หน้าจอโปรแกรมประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของแขนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติ

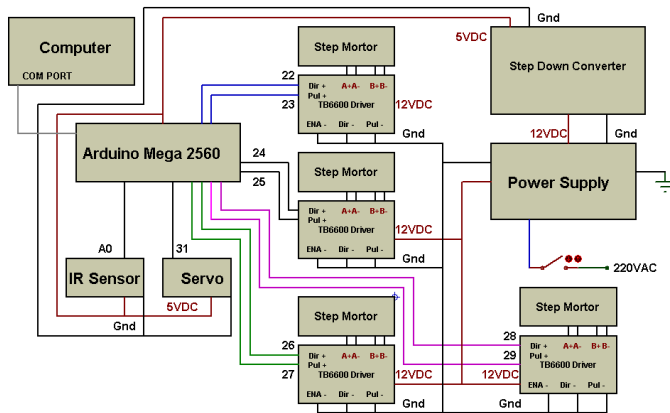
ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ



รูปที่ 6 การตรวจจับตำแหน่งของผลมะเขือเทศด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

3. ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกล

เมื่อโปรแกรมประมวลผลภาพส่งตำแหน่งของผลมะเขือเทศ (x, y, z) มายังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 ผ่านพอร์ตอนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำตำแหน่งไปคำนวณหาจำนวนสเต็ปเพื่อควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์แกน x แกน y และแกน z ร่วมกับการป้อนกลับระยะห่างระหว่างมือจับกับผลมะเขือเทศที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์อินฟราเรด โดยมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล

เนื่องจากแขนกลแบบ SCARA ตำแหน่งในแนวแกน x และ y จะถูกแปลงให้เป็นมุมของแขนท่อนที่ 1 (θ_1) และมุมของแขนท่อนที่ 2 (θ_2) ดังสมการที่ (2) และ (1) ตามลำดับ การทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกลจึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการเคลื่อนที่ตามแนวแกน $+y$ ($x, +y, z$) และการเคลื่อนที่ตามแนวแกน $-y$ ($x, -y, z$) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการเคลื่อนที่โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่วัดได้ โดยกำหนดให้ $x = 0.4 \text{ m}$, $z = 0 \text{ m}$ และเปลี่ยนค่า y จาก $0 - 0.35 \text{ m}$ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลทดลองการเคลื่อนที่ตามแนวแกน $+y$ ($0.4, +y, 0$)

ค่าจากการคำนวณ			ค่าจากการวัด			เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด		
y (เมตร)	θ_1 (องศา)	θ_2 (องศา)	y (เมตร)	θ_1 (องศา)	θ_2 (องศา)	y	θ_1	θ_2
0.00	41.55	-100.80	0.00	40	-100	0.00	3.73	0.79
0.05	48.34	-100.20	0.05	48	-100	0.00	0.70	0.19
0.10	54.54	-97.72	0.10	54	-98	0.00	0.99	0.28
0.15	59.90	-93.91	0.15	60	-94	0.00	0.16	0.09
0.20	63.67	-88.61	0.21	63	-87	5.00	1.05	1.81
0.25	66.44	-81.76	0.26	68	-80	4.00	2.34	2.15
0.30	68.01	-73.21	0.31	70	-73	3.33	2.92	0.28
0.35	68.01	-62.56	0.36	70	-62	2.85	2.92	0.89

ตารางที่ 2 ผลทดลองการเคลื่อนที่ตามแนวแกน -y (0.4, -y, 0)

ค่าจากการคำนวณ			ค่าจากการวัด			เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด		
y (เมตร)	θ_1 (องศา)	θ_2 (องศา)	y (เมตร)	θ_1 (องศา)	θ_2 (องศา)	y	θ_1	θ_2
0.00	-41.55	100.80	0.00	-40	100	0.00	3.73	0.79
-0.05	-48.39	100.02	-0.05	-49	100	0.00	1.26	0.19
-0.10	-54.50	97.72	-0.10	-55	98	0.00	0.91	0.28
-0.15	-59.65	93.91	-0.15	-59	94	0.00	1.08	0.09
-0.20	-63.69	88.61	-0.20	-64	88	0.00	0.48	0.68
-0.25	-66.51	81.76	-0.25	-66	83	0.00	0.76	1.51
-0.30	-68.00	73.21	-0.30	-68	72	0.00	0.00	1.65
-0.35	-67.93	62.56	-0.35	-68	63	0.00	0.10	0.70

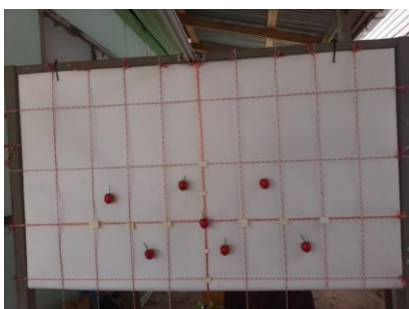
จากผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกล พบว่า แขนกลสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกน y ($x, \pm y, z$) ในทิศทางที่ถูกต้อง มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน +y มากที่สุด คือ $y = 5.00 \%$, $\theta_1 = 3.73 \%$, $\theta_2 = 2.15 \%$ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน -y มากที่สุด คือ $y = 0.00 \%$, $\theta_1 = 3.73 \%$, $\theta_2 = 1.65 \%$

4. ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศจำลองบนฉากจำลอง

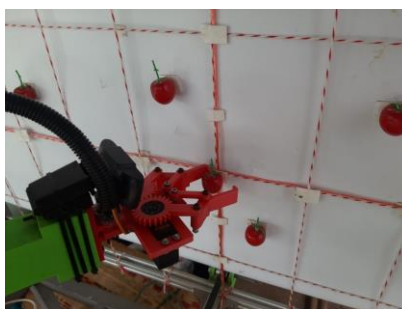
ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองขนาด (กว้าง x ยาว) 0.6 m x 1.0 m โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม 3 รูปแบบ ($\pm y, \pm z$) แบบละ 7 ผล ดังรูปที่ 8, 9, และ 10 โดยภาพ (ก) ภาพถ่ายมุมกว้าง (ข) มือจับเก็บผลมะเขือเทศ (ค) ภาพจากกล้องตัวที่ 1 และ (ง) การตรวจจับผลมะเขือเทศ เมื่อกำหนดให้ $x = 0.52$ m แขนกลจะเก็บผลมะเขือเทศตามลำดับการตรวจพบจากการประมวลผลภาพ (ตัวเลขข้างผลมะเขือเทศ) ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศจำลองบนฉากจำลองแสดงดังตารางที่ 3, 4, และ 5

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองแบบที่ 1

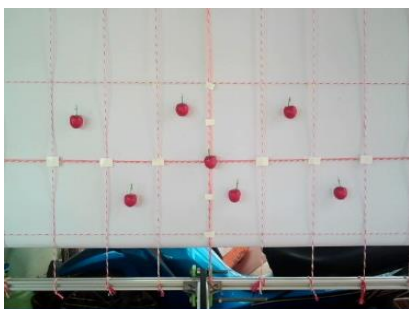
ผลที่	ตำแหน่ง (พิกเซล)		ตำแหน่ง (เมตร)		มุมแขนกล (องศา)		ผลการเก็บ มะเขือเทศ
	แนวนอน	แนวตั้ง	y	z	θ_1	θ_2	
1	191	163	0.00	0.00	28.69	-66.62	✓
2	267	109	-0.16	0.09	-41.74	58.26	✓
3	169	106	0.05	0.10	33.42	-65.86	✓
4	71	119	0.25	0.08	44.39	-42.86	✓
5	121	203	0.15	-0.07	-33.42	65.86	✓
6	215	199	-0.05	-0.06	41.27	-59.16	✓
7	313	194	-0.25	-0.05	-44.39	42.86	✓
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0 %



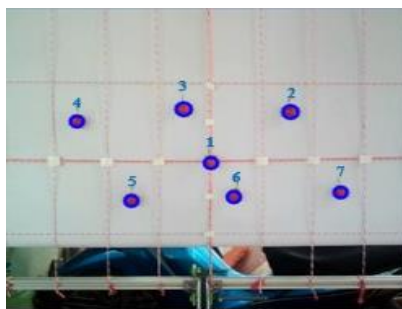
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 8 การติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม แบบที่ 1

ตารางที่ 4 ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองแบบที่ 2

ผลที่	ตำแหน่ง (พิกเซล)		ตำแหน่ง (เมตร)		มุมแขนกล (องศา)		ผลการเก็บมะเขือเทศ
	แนวนอน	แนวตั้ง	y	z	θ_1	θ_2	
1	123	117	0.14	0.08	41.02	-59.59	✓
2	311	115	-0.25	0.08	-44.41	43.78	✓
3	189	161	0.01	0.00	29.15	-66.61	✓
4	266	195	-0.15	-0.07	-41.63	58.49	✓
5	71	203	0.25	-0.08	44.39	-42.86	✓
6	69	123	0.26	0.07	44.36	-41.90	✓
7	310	197	-0.25	-0.07	-44.41	44.23	✓
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0 %



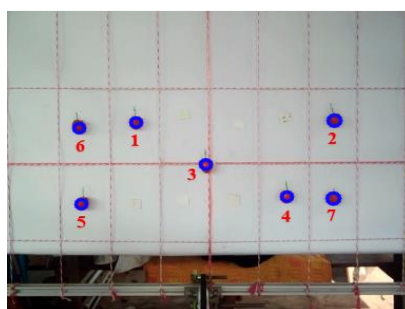
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 9 การติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม แบบที่ 2

ตารางที่ 5 ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองแบบที่ 3

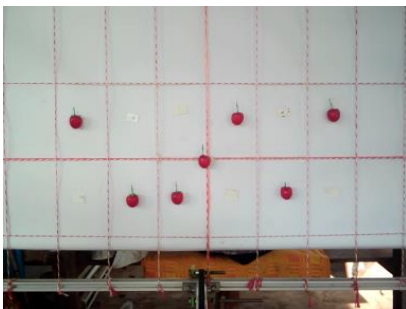
ผลที่	ตำแหน่ง (พิกเซล)		ตำแหน่ง (เมตร)		มุมแขนกล (องศา)		ผลการเก็บ มะเขือเทศ
	แนวนอน	แนวตั้ง	y	z	θ_1	θ_2	
1	164	202	0.06	-0.08	34.40	-65.49	✓
2	122	204	0.15	-0.08	41.15	-59.38	✓
3	68	121	0.26	0.07	44.33	-41.42	✓
4	188	163	0.01	-0.01	29.37	-66.60	✓
5	267	196	-0.16	-0.07	-41.74	58.26	✓
6	219	118	-0.06	0.08	-34.21	65.57	✓
7	312	114	-0.25	0.09	-44.40	43.32	✓
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0 %



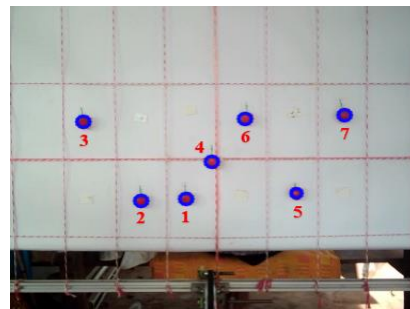
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 10 การติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม แบบที่ 3

จากการทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลอง โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่มบนฉากจำลอง 3 รูปแบบ พบว่า แขนกลสามารถเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองได้ถูกต้องทั้งหมด โดยไม่มีความผิดพลาด

5. ผลการทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง

ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม 2 รูปแบบ แบบละ 7 ผล ดังรูปที่ 11 และ 12 แขนกลจะเก็บผลมะเขือเทศตามลำดับการตรวจพบ (ตัวเลขข้างผลมะเขือเทศ) ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริงแสดงดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง แบบที่ 1

ผลที่	ตำแหน่ง (พิกเซล)		ตำแหน่ง (เมตร)		มุมแขนกล (องศา)		ผลการเก็บมะเขือเทศ
	แนวนอน	แนวตั้ง	y	z	θ_1	θ_2	
1	256	152	-0.13	0.02	-34.61	48.64	✓
2	75	216	0.24	-0.11	36.16	-28.23	✓
3	323	162	-0.27	0.00	-33.40	16.10	✓
4	92	168	0.21	-0.02	36.87	-37.22	✓
5	318	203	-0.26	-0.08	-34.80	21.37	✓
6	74	153	0.25	0.01	36.06	-27.57	✓
7	277	176	-0.18	-0.03	-36.39	42.90	✓
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0 %



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 11 การเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง แบบที่ 1(ก) ภาพถ่ายมุมกว้าง (ข) การตรวจจับผลมะเขือเทศ (ค) มือจับเก็บผลมะเขือเทศ (ง) ภาพจากกล้องตัวที่ 2

ตารางที่ 6 ผลการทดลองเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง แบบที่ 2

ผลที่	ตำแหน่ง (พิกเซล)		ตำแหน่ง (เมตร)		มุมแขนกล (องศา)		ผลการเก็บ มะเขือเทศ
	แนวนอน	แนวตั้ง	y	z	θ_1	θ_2	
1	273	103	-0.17	0.11	-36.14	44.17	✓
2	305	103	-0.24	0.11	36.49	30.69	✓
3	104	165	0.18	-0.01	36.55	-41.88	✓
4	72	218	0.25	-0.11	35.82	-26.19	✓
5	272	140	-0.17	0.04	-36.07	44.47	✓
6	76	155	0.24	0.01	36.26	-28.87	✓
7	329	157	-0.29	0.01	-29.12	3.90	✓
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0 %



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 12 การเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง แบบที่ 2

(ก) ภาพถ่ายมุมกว้าง (ข) การตรวจจับผลมะเขือเทศ

(ค) มือจับเก็บผลมะเขือเทศ (ง) ภาพจากกล้องตัวที่ 2

จากผลการทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม 2 รูปแบบ พบว่า แขนกลสามารถเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริงได้ถูกต้องทั้งหมด โดยไม่มีความผิดพลาด และพบว่า กิ่ง ก้าน และใบของต้นมะเขือ ไม่มีผลกระทบต่อการตรวจจับผลมะเขือเทศด้วยวิธีการประมวลผลภาพและการเก็บผลมะเขือเทศของแขนกล

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแขนกลเก็บผลมะเขือแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างแขนกล ออกแบบแขนกลด้วยโปรแกรมโซลิดเวิร์ค (SolidWorks) แขนกลเป็นแบบ SCARA Robot Arm มี 4 องศาอิสระ (PPRR) ประกอบด้วยท่อนแขน 2 ท่อน ข้อต่อ มือจับ ใช้สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนแขนกลในแนวตั้ง (แกน z) แนวนราบ (แกน x) และเคลื่อนแขนทั้ง 2 ท่อนแบบเชิงมุม แขนกลติดตั้งกล้อง 2 ตัว กล้องตัวที่ 1 จับภาพระยะไกลเพื่อนำไปประมวลผลภาพหาตำแหน่งของผลมะเขือเทศ กล้องตัวที่ 2 และเซนเซอร์อินฟราเรดตรวจวัดระยะห่างระหว่างแขนกล มือจับ และผลมะเขือเทศ

2. การพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพและคำนวณตำแหน่งของผลมะเขือเทศ โปรแกรมประมวลผลภาพพัฒนาโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก โปรแกรมประมวลผลภาพประกอบด้วยส่วนควบคุม 9 ส่วน โดยที่ทุกส่วนทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง ไม่มีความผิดพลาด วิธีการตรวจจับและคำนวณตำแหน่งของผลมะเขือเทศด้วยวิธีการประมวลผลภาพแสดงดังรูปที่ 6 ตำแหน่งของผลมะเขือเทศ (y, z) และระยะห่างที่ได้จากเซนเซอร์อินฟราเรด (x) จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

3. การทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำตำแหน่งของผลมะเขือเทศไปคำนวณหาจำนวนสเต็ปเพื่อควบคุมการหมุนของสเต็ปปีงมอเตอร์แกน x แกน y และแกน z โดยการแปลงตำแหน่งในแนวแกน x และ y ให้เป็นมุมของแขนท่อนที่ 1 (θ_1) และมุมของแขนท่อนที่ 2 (θ_2) ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกล พบว่า แขนกลสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกน y ($x, \pm y, z$) ในทิศทางที่ถูกต้อง มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน +y มากที่สุด คือ $y = 5.00\%$, $\theta_1 = 3.73\%$, $\theta_2 = 2.15\%$ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดตามแนวแกน -y มากที่สุด คือ $y = 0.00\%$, $\theta_1 = 3.73\%$, $\theta_2 = 1.65\%$

4. การทดลองเก็บผลมะเขือเทศจำลองบนฉากจำลอง จากผลทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลอง โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่มบนฉากจำลอง 3 รูปแบบ แบบละ 7 ผล พบว่า แขนกลสามารถเก็บผลมะเขือเทศบนฉากจำลองได้ถูกต้องทั้งหมดตามลำดับการตรวจพบ โดยไม่มีความผิดพลาด

5. การทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง จากผลการทดลองการเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริง โดยการติดผลมะเขือเทศแบบสุ่ม 2 รูปแบบ พบว่า แขนกลสามารถเก็บผลมะเขือเทศบนต้นมะเขือเทศจริงได้ถูกต้องทั้งหมดตามลำดับการตรวจพบ โดยไม่มีความผิดพลาด และพบว่า กิ่ง ก้าน และใบของต้นมะเขือ ไม่มีผลกระทบต่อการตรวจจับผลมะเขือเทศด้วยวิธีการประมวลผลภาพและการเก็บผลมะเขือเทศของแขนกล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือวัด และเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Afonso, M., Fonteijn, H., Fiorentin, F. S., & Lensink, D. (2020). Tomato Fruit Detection and Counting in Greenhouses Using Deep Learning. *Frontiers in Plant Science*, 11. 571299. DOI:10.3389/fpls.2020.571299.
- Corke. (2017). *Inverse Kinematics for a 2-Joint Robot Arm Using Geometry*. Australian Centre for Robotic Vision (ACRV).
- Khoshroo, A., Arefi, A., & Khodaei, J. (2014). Detection of Red Tomato on Plants using Image Processing Techniques. *Agricultural Communications*, 2, 9-15.
- Malik, M. H., Zhang, T., Li, H., Zhang, M., Shabbir, S., & Saeed, A. (2018). Mature Tomato Fruit Detection Algorithm Based on improved HSV and Watershed Algorithm. *IFAC-PapersOnLine*, 51(17), 431-436.

- Xiong, Y., Peng, C., Grimstad, L., From, P. J., & Isler, V. (2019). Development and field evaluation of a strawberry harvesting robot with a cable-driven gripper. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 392-402.
- Zhao, Y., Gong, L., Liu, C., & Huang, Y. (2016). Dual-arm Robot Design and Testing for Harvesting Tomato in Greenhouse. *IFAC-PapersOnLine*, 49(16), 161-165.

บางรูปแบบของจำนวนประกอบ SOME FORMS OF COMPOSITE NUMBERS

สุธน ตาดี*
Suton Tadee *

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาารูปแบบบางรูปแบบของจำนวนประกอบโดยใช้แนวทางการพิสูจน์ของ Nelsen (2021) ซึ่งได้เคยแสดงว่า $n^4 + 4^n$ เป็นจำนวนประกอบ สำหรับ $n \geq 2$ ผลการวิจัยพบว่า สำหรับ $m, n, k \in \mathbb{N}$

- 1) ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ และ $9^n + \frac{(kn)^4}{4}$ เป็นจำนวนประกอบ
- 2) ถ้า m, n เป็นจำนวนคี่ และ $mn \neq 1$ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ

คำสำคัญ: จำนวนประกอบ, จำนวนเฉพาะ

Abstract

This research was to examine some forms of composite numbers by using the Nelsen's proof (2021), which has previously shown that $n^4 + 4^n$ was composite for $n \geq 2$. The results reveal that for $m, n, k \in \mathbb{N}$,

- 1) if n was even, then $n^{4k} + 4^m$ and $9^n + \frac{(kn)^4}{4}$ were composite,
- 2) if m, n were odd and $mn \neq 1$, then $n^{4k} + 4^m$ was composite.

Keywords: composite number, prime number

* ผู้ประสานงาน: สุธน ตาดี
อีเมลล์: suton.t@lawasri.tru.ac.th

บทนำ

ในการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีจำนวน หัวข้อหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การแสดงว่าจำนวนนับใดเป็นจำนวนเฉพาะ จำนวนนับใดเป็นจำนวนประกอบ เช่น Shirmohammadi (2014) ได้สร้างหลักเกณฑ์ในการจำแนกจำนวนเฉพาะกับจำนวนประกอบ และ Fortunado (2016) ได้ทำการวิเคราะห์เซตของจำนวนเฉพาะและจำนวนประกอบ เป็นต้น โดยเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเรียกจำนวนนับ p ซึ่ง $p \neq 1$ ว่าจำนวนเฉพาะ (prime number) เมื่อไม่มีจำนวนนับ d ที่ d หาร p ลงตัว และ $1 < d < p$ และ เรียกจำนวนนับที่มากกว่า 1 และ ไม่เป็นจำนวนเฉพาะว่า จำนวนประกอบ (composite number) (Niven et al., 1991) หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งตามทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1 ให้ $a \in \mathbb{N}$ จะได้ว่า

a เป็นจำนวนประกอบ ก็ต่อเมื่อ มี $x, y \in \mathbb{N}$ ซึ่ง $1 < x \leq y < a$ ที่ทำให้ $a = xy$

ในปี ค.ศ. 1962 Makowski (Horton, 1962) ได้เสนอปัญหาต่อไปนี้

จงแสดงว่า $n^4 + 4^n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) เป็นจำนวนเฉพาะ เพียงกรณีที่ $n = 1$ เท่านั้น และต่อมา Nelsen (2021) ได้พิสูจน์ข้อความดังกล่าวโดยแสดงว่า $n^4 + 4^n$ เป็นจำนวนประกอบ สำหรับ $n \geq 2$ ซึ่งได้ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตแทนการเขียนพิสูจน์แบบบรรยาย ซึ่งเรียกการพิสูจน์ในลักษณะนี้ว่า “Proofs without words”

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบอื่นของจำนวนนับที่เป็นจำนวนประกอบซึ่งเป็นการขยายผลจากที่ Nelsen (2021) ได้พิสูจน์ไว้

วิธีดำเนินการวิจัย

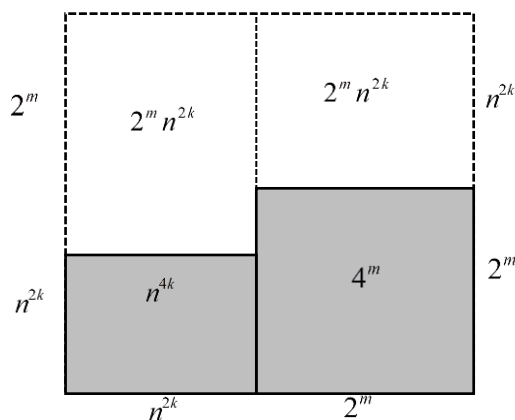
ในงานวิจัยนี้จะแสดงว่า จำนวนนับที่อยู่ในรูป $n^{4k} + 4^m$ จะเป็นจำนวนประกอบ ต้องมีเงื่อนไขใดบ้าง เมื่อ $m, n, k \in \mathbb{N}$ ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่า ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ ดังนั้นเหลือพิจารณากรณีที่ n เป็นจำนวนคี่ ซึ่งจะใช้แนวทางการพิสูจน์ของ Nelsen (2021)

ทฤษฎีบท 2 ให้ $m, n, k \in \mathbb{N}$ จะได้ว่า

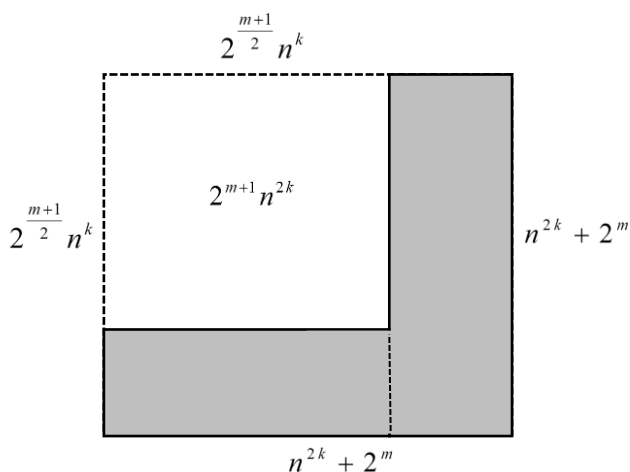
1. ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ
2. ถ้า m, n เป็นจำนวนคี่ และ $mn \neq 1$ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ

พิสูจน์

1. ให้ n เป็นจำนวนคู่ จะเห็นได้ชัดว่า $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนคู่ที่มากกว่า 2 ดังนั้น $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ
2. ให้ m, n เป็นจำนวนคี่ และ $mn \neq 1$ พิจารณารูปเรขาคณิตต่อไปนี้



รูปที่ 1



รูปที่ 2

$$n^{2k} + 2^m - 2^{\frac{m+1}{2}} n^k \quad \boxed{\quad \quad \quad n^{4k} + 4^m \quad \quad \quad}$$

$$n^{2k} + 2^m + 2^{\frac{m+1}{2}} n^k$$

รูปที่ 3

จะได้ว่า $n^{4k} + 4^m = AB$

เมื่อ $A = n^{2k} + 2^m - 2^{\frac{m+1}{2}} n^k$ และ $B = n^{2k} + 2^m + 2^{\frac{m+1}{2}} n^k$

พิจารณา $A = n^{2k} + 2^m - 2^{\frac{m+1}{2}} n^k = \left(n^k - 2^{\frac{m-1}{2}}\right)^2 + 2^{m-1}$

และ $B = n^{2k} + 2^m + 2^{\frac{m+1}{2}} n^k = \left(n^k + 2^{\frac{m-1}{2}}\right)^2 + 2^{m-1}$

และเนื่องจาก $m, n, k \in \mathbb{N}$ โดยที่ m เป็นจำนวนคี่ และ m, n ไม่เท่ากับ 1 พร้อมกัน

ดังนั้น $A, B \in \mathbb{N}$ โดยที่ $1 < A < B < n^{4k} + 4^m$

เพราะฉะนั้น จากทฤษฎีบท 1 จะได้ว่า $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ

ข้อสังเกต จากทฤษฎีบท 2 หากพิจารณากรณีที่ $k = 1$ และ $m = n$ จะได้รูปแบบ
ที่ Nelsen (2021) ได้พิสูจน์ไว้

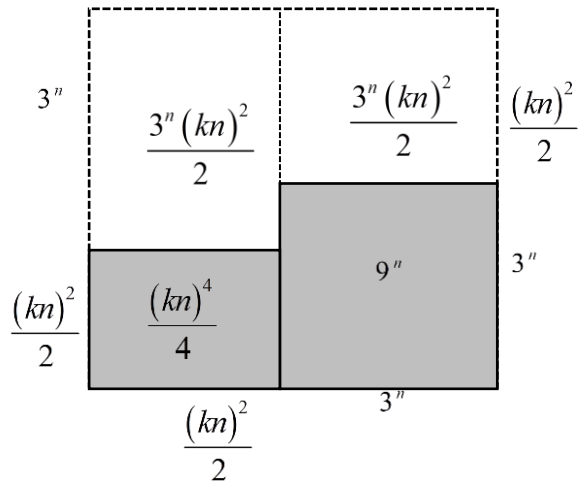
นอกจากนี้ ยังพบว่า มีรูปแบบอื่นของจำนวนประกอบดังปรากฏในทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 3 ให้ $n, k \in \mathbb{N}$ จะได้ว่า

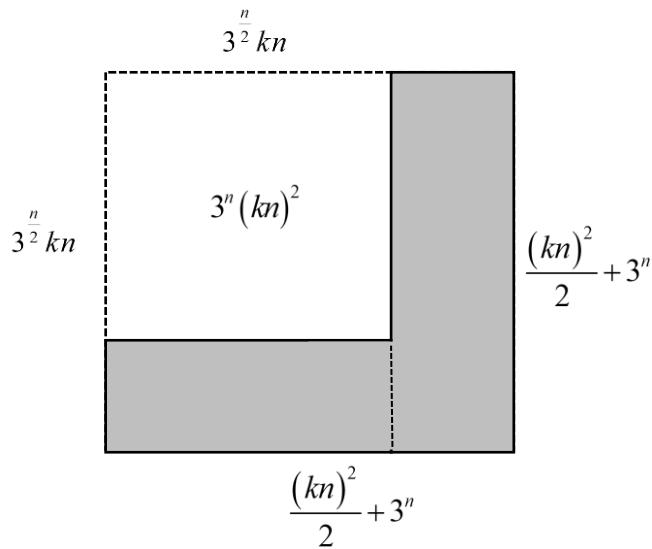
ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $9^n + \frac{(kn)^4}{4}$ เป็นจำนวนประกอบ

พิสูจน์ ให้ n เป็นจำนวนคู่

พิจารณารูปเรขาคณิตต่อไปนี้



รูปที่ 4



รูปที่ 5

$$3^n + \frac{(kn)^2}{2} - 3^{\frac{n}{2}} kn \quad \boxed{9^n + \frac{(kn)^4}{4}}$$

$$3^n + \frac{(kn)^2}{2} + 3^{\frac{n}{2}} kn$$

รูปที่ 6

จะได้ว่า $9^n + \frac{(kn)^4}{4} = CD$

เมื่อ $C = 3^n + \frac{(kn)^2}{2} - 3^{\frac{n}{2}} kn$ และ $D = 3^n + \frac{(kn)^2}{2} + 3^{\frac{n}{2}} kn$

เนื่องจาก n เป็นจำนวนคู่ ดังนั้น จะมี $n_1 \in \mathbb{N}$ ซึ่งทำให้ $n = 2n_1$

ดังนั้น $C = 3^n + \frac{(kn)^2}{2} - 3^{\frac{n}{2}} kn = (3^{n_1} - kn_1)^2 + k^2 n_1^2$

และ $D = 3^n + \frac{(kn)^2}{2} + 3^{\frac{n}{2}} kn = (3^{n_1} + kn_1)^2 + k^2 n_1^2$

ดังนั้น $C, D \in \mathbb{N}$ โดยที่ $1 < C < D < 9^n + \frac{(kn)^4}{4}$

เพราะฉะนั้น จากทฤษฎีบท 1 จะได้ว่า $9^n + \frac{(kn)^4}{4}$ เป็นจำนวนประกอบ

สรุปผลการวิจัย

จากการใช้แนวทางการพิสูจน์ของ Nelsen (2021) ทำให้ได้รูปแบบของจำนวนประกอบเพิ่มขึ้นอีก 2 รูปแบบ ดังปรากฏในทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 2 ให้ $m, n, k \in \mathbb{N}$ จะได้ว่า

1. ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ
2. ถ้า m, n เป็นจำนวนคี่ และ $mn \neq 1$ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบ

ทฤษฎีบท 3 ให้ $n, k \in \mathbb{N}$ จะได้ว่า

ถ้า n เป็นจำนวนคู่ แล้ว $9^n + \frac{(kn)^4}{4}$ เป็นจำนวนประกอบ

อภิปรายผล

วิธีการพิสูจน์ของ Nelsen (2021) เป็นวิธีพิสูจน์วิธีหนึ่งที่น่าสนใจ สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีรูปแบบอื่นของจำนวนประกอบที่ไม่สามารถพิสูจน์ด้วย

วิธีของ Nelsen (2021) ได้ เช่น $n^4 + n^2 + 1$ เป็นจำนวนประกอบ สำหรับจำนวนนับ $n > 1$ (Niven et al., 1991) เป็นต้น นอกจากนี้ ในทฤษฎีบท 2 ข้อ 2 สำหรับกรณีที่ m เป็นจำนวนคู่ แล้ว $n^{4k} + 4^m$ เป็นจำนวนประกอบหรือไม่ ยังคงเป็นคำถามที่น่าสนใจและควรศึกษาค้นคว้าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Fortunado, I. T. (2016). Analyses and formulas for the set of composite numbers and the set of prime numbers, *Science Journal of Mathematics and Statistics*, Doi: 10.7237/sjms/110.
- Horton, R. E. (1962). Problems and solutions. *Mathematics Magazine*, 35, 249.
- Nelsen, R. B. (2021). $n^4 + 4^n$ is composite for $n \geq 2$. *Mathematics Magazine*, 94, 69.
- Niven, I., Zuckerman, H. S., & Montgomery, H. L. (1991). *An introduction to the theory of number*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Shirmohammadi, H. (2014). A simple rule to distinguish prime from composite numbers. *International Journal of Mathematics and Statistics Studies*, 3(2), 38 – 42.

บทความ

- A SOCIAL MEDIA BASED ANTENATAL HEALTH PROMOTION SYSTEM FOR WOMEN
IN THE LAO PDR 105
Soulivanh Pholsena and Naree Achwarin
- การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแบบลังทรงกระบอกหมุน 125
ศราวุธ รัตนวงษ์, วีรชัย แผ่นอุไร, พงษ์พันธ์ พรหมพิพัตต์ และ เกียรติ ดวงอุปมา
- การพัฒนาแผนกลเก็บผลมะเขือเทศแบบอัตโนมัติด้วยวิธีการประมวลผลภาพ 143
ภูเบศร์ พิพิธธีรยุทธการ, อีรวัฒน์ สัตตะโส, วิภาพร บุญหล้า และ วีรศักดิ์ วิริยนามชัย
- บางรูปแบบของจำนวนประกอบ 163
สุธน ตาดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 ถ.ทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

โทรศัพท์: 042-211040 ต่อ 1702 โทรสาร: 042-241586

เว็บไซต์: <http://rdi.udru.ac.th>

เว็บไซต์: <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru>

อีเมล: scjournal@udru.ac.th

