



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Udon Thani Rajabhat University Journal of Science and Technology

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน 2568) | Vol.13 Issue.1 (January – April 2025)

ISSN 2287 – 0083

บทความวิจัย

- การศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะรถตัดหญ้าなぎขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิค สำหรับพื้นที่
เกษตรแปลงใหญ่ 1
ธีรวัฒน์ ชื่นอัคตงคต, ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และ อาทิตย์ คำต่าย
- การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์หมุยอบแบบห่อใบตองเทียบกับแบบห่อพลาสติก 15
กนกพร เชิงรัมย์, ณัฐวรา วงษ์เทพ, สง่า ทับทิมหิน, ทศนีย์ เจียรพสุอนันต์
และ ปวีณา ลิ้มปิติปราการ
- การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาล 31
ตำบลคลองด่าน
วิวัฒน์ จูวราหะวงศ์ และ วรณวิสาข์ สุกปลั่ง
- กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า 49
โยธิน กัลยาเลิศ, ปัญญธิดา กาเยาว์, ขนิษฐา ภมรพล และ เอกชัย เสรีเจริญ
- ผลของชนิดอาหารต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.) 63
สายฝน ทดทะศรี, วรพรภักดิ์ ปัดภัย, วิชุดา ยินดี, กนกกาญจน์ ธีรรัมย์, กฤตกนก พายุ
และ กิตติศักดิ์ ร่วมพัฒนา
- องค์ประกอบและการปลดปล่อยคาร์บอนของการกำจัดขยะมูลฝอย กรณีศึกษาศูนย์วิทยาศาสตร์ 79
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
ณททัย โชติกลาง และ มณฑิพย์ จันทร์แก้ว



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2568)

UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Vol.13 Issue.1 (2025)

ISSN 2287-0083

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2568)

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY; ISSN 2287-0083) มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการของคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการและนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวารสารรับการตีพิมพ์เผยแพร่บทความ ในกลุ่มวิทยาศาสตร์สาขาเคมี 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 13 ฉบับที่ 1 (2568)

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.นิรารวรรณ กุณัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.ยศวริศ เสมามิ่ง

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด 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.ทรงภูมิ อุดรา

รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณพงศ์ สมสุข

รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลินทร์ พ่อคำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชภาคย์ จิตต์อารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสิต คำหล้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร อังควิสิษฐพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ทิบุญมา

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 13 ฉบับที่ 1 (2568)

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review)

รองศาสตราจารย์ ดร.นิราวรรณ กุณัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุร ดวงอุปมา	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยานนท์ สวัสดิ์นันทนาท	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ คงฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ สมพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัทนา วงศ์อารีย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ทุมม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร จักระโทก	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย หันประทับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวรรณ แสงภักดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิไลพร กุลดั่งวัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.อนันต์ชัย ชูติภาสเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2568)

คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี ยาบุษดี	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ณัฏฐนันท์ สุวรรณวงศ์	รองประธานกรรมการ
นายกวีพงษ์ หงส์ทอง	กรรมการ
ดร.เบญจธรรม สุขณวัฒน์	กรรมการ
นางสาวศิวพร ภูทอง	กรรมการ
นายธราดล ปราบภัย	กรรมการ
นางพิมลพรรณ ศรีภูธร	กรรมการ
นายอภิเดช อภิพัฒน์ภาคูล	กรรมการ
นางสาวนัชชา คำบุญมา	กรรมการ
นายธนวิษฐ์ ปังขามาศ	กรรมการ
นางสาววณัฐพร แผงขวา	กรรมการ
นายรุ่งโรจน์ มีแก้ว	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวศศิตา พงศาวัล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการตรวจสอบภาษาต่างประเทศ

รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพรพย์ เลิศปรีดากร

พิสูจน์อักษร

นางสาวศิวพร ภูทอง

ออกแบบปก

นายสุริยา ชัยดำรงณ์

นางสาวศศิตา พงศาวัล

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2568)

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 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 5 พ.ศ. 2568-2572 ได้ประกาศให้วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถูกจัดให้เป็นวารสารกลุ่มที่ 2 ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 13 ฉบับที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2568 มีบทความวิจัยจำนวน 6 บทความ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นเวทีทางวิชาการ เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาและผู้อ่านทุกท่าน สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ส่งบทความ และทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานของวารสาร

ปิยวดี ยาบุษดี

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
การศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะรถตัดหญ้าขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิค สำหรับพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่ <i>ธีรวัฒน์ ชื่นอัคตังคต, ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และ อาทิตย์ คำด้าย</i>	1
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์หมุยอบแบบห่อใบตองเทียบกับแบบห่อพลาสติก <i>กนกพร เชิงรัมย์, ณัฐวรา วงษ์เทพ, สง่า ทับทิมหิน, ทศนีย์ เจียรพสุอนันต์ และ ปวีณา ลิ้มปิทีปการ</i>	15
การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน <i>วิวัฒน์ จูวราหะวงศ์ และ วรณวิสาข์ สุขปลั่ง</i>	31
กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า <i>โยธิน กัลยาเลิศ, ปัญญธิดา กาเยาว์, ชนิษฐา ภมรพล และ เอกชัย เสรีเจริญ</i>	49
ผลของชนิดอาหารต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย (<i>Hermetia illucens</i> L.) <i>สายฝน ทดทะศรี, วรพรภักดิ์ ปัดภัย, วิชุดา ยินดี, กนกกาญจน์ ธิบเร่งรัมย์, กฤตกนก พาบ และ กิตติศักดิ์ ร่วมพัฒนา</i>	63
องค์ประกอบและการปลดปล่อยคาร์บอนของการกำจัดขยะมูลฝอย กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี <i>ณททัย โชติกลาง และ มณฑิพย์ จันทร์แก้ว</i>	79

การศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะรถตัดหญ้าなぎขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก สำหรับพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่

THE STUDY OF HYDRAULIC RIDING LAWN MOWER PERFORMANCE FOR LARGE AGRICULTURAL PLOTS

ธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต^{1,*}, ศรายุทธ์ จิตรพัฒนานกุล² และ อาทิตย์ คำต่าย²
Teerawat Chuenatsadongkot^{1,*}, Sarayut Chitphutthanakul² and Artit kamtai²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

² Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

Received: 21 January 2025

Revised: 24 March 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานและวิเคราะห์สมรรถนะของรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิกในทางการเกษตร โดยออกแบบการทดลองภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมได้เพื่อทดสอบสมรรถนะ ตัวแปรที่ศึกษาแบ่งเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถ ความกว้างการตัดหญ้า และกำลังของเครื่องยนต์ ส่วนตัวแปรตามประกอบด้วย อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ระยะเวลาการทำงาน และประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ โครงสร้างรถมีขนาดความกว้าง 110 เซนติเมตร ความยาว 180 เซนติเมตร และความสูง 70 เซนติเมตร ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 15.5 แรงม้า (11.4 กิโลวัตต์) ส่งกำลังไปยังปั๊มไฮดรอลิกผ่านวาล์วควบคุมด้วยมือ เพื่อให้มอเตอร์ควบคุมการทำงานของเพลาส่งกำลังไปสู่ล้อขับเคลื่อน พร้อมชุดเกียร์ตัดหญ้าอัตราส่วน 1:1.93 ใบตัดกว้าง 7.62 ซม. ยาว 90 ซม. และหนา 1 ซม. การทดสอบการทำงานในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ (ที่ความเร็ว 5 กม./ชม.) พบว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ที่ 0.56 ลิตรต่อไร่ ใช้เวลาเฉลี่ยในการตัดหญ้า 20.17 นาทีต่อไร่ หรือมีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่ากับ 18.69 ไร่ต่อวัน จากการวิเคราะห์เชิง

* Corresponding author: ธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต

E-mail: teerawat.c@rbru.ac.th

เศรษฐศาสตร์พบว่าต้นทุนการผลิตของรถตัดหญ้านี้อยู่ที่ 160,000 บาท หากใช้งานตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง จุดคุ้มทุนจะอยู่ที่ 22.98 ไร่ต่อปี โดยระยะเวลาคืนทุนคือ 8 ปี 8 เดือน 20 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าของการลงทุนและการลดต้นทุนค่าจ้างเหมาในการตัดหญ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: รถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก, การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์, จุดคุ้มทุน

Abstract

This study examines the performance of a Hydraulic Riding Lawn Mower for agricultural. Experiments were conducted under controlled conditions, analyzing key factors such as travel speed, cutting width, and engine power. Performance was measured in terms of fuel consumption, operating time, and economic efficiency. The mower is 110 cm wide, 180 cm long, and 70 cm high, powered by a 15.5-horsepower (11.4 kW) diesel engine. Power is transmitted to a hydraulic pump via a manual control valve, driving the wheels and a cutting system with a 1:1.93 gear ratio. The blade measures 7.62 cm in width, 90 cm in length, and 1 cm in depth. Tests on a 1-rai area at 5 km/h showed an average fuel consumption of 0.56 liters per rai, with a mowing time of 20.17 minutes per rai, or 18.69 rai per day. Economic analysis found a production cost of 160,000 THB, a breakeven point of 22.98 rai per year, and a payback period of 8 years, 8 months, and 20 days. Results confirm the mower's cost-effectiveness and potential for reducing mowing expenses.

Keywords: Hydraulic Riding Lawn Mower, Economic Analysis, Breakeven Point

บทนำ

การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอาจส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรในระยะยาวได้ การเลือกใช้วิธีการตัดวัชพืชออกจึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่า ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการตัดหญ้าหรือตัดวัชพืชที่ได้รับความนิยม คือ เครื่องตัดหญ้าแบบร่นังขับ เนื่องจากใช้ระยะเวลาทำงานที่น้อย ทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ทั้งยังใช้จำนวนคนทำงานที่น้อยมาก

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาสมรรถนะของรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก ซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง เพื่อประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่ การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายในการส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะชาวสวนผลไม้ เพื่อยกระดับแปลงใหญ่ตามแนวทางของกรมส่งเสริมการเกษตร (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2565) และสนับสนุนการเกิดผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ตามนโยบายของสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (2563) และเพื่อกำหนดแนวทางในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย ชนาธิป กาลจักร และ คณิศร ภูนิคม (2562) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดหญ้าเนเปียร์ โดยมีการวิเคราะห์ผลต่อความยาวของชิ้นหญ้าที่ตัดได้ตามที่ต้องการ ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องตัดและความเร็วรอบของชุดหัวตัดมีผลต่อความยาวของชิ้นหญ้าที่ตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นผลที่ชัดเจนและมีความหมายสำคัญ และยังได้ทำการศึกษางานวิจัยของ ชัยณรงค์ หนู่มช่วงคำ และคณะ (2565) ได้พัฒนาและออกแบบรถตัดหญ้าที่สามารถควบคุมการทำงานผ่านระบบวิทยุบังคับ โดยจากการทดสอบสมรรถนะ พบว่า รถตัดหญ้าสามารถตัดหญ้าได้ดีที่สุดที่ความสูง 6 เซนติเมตร แต่ประสิทธิภาพในการตัดจะลดลงเมื่อความสูงของหญ้าเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการทำงานเฉลี่ยที่ 1.00 ± 0.47 ไร่ต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า คุณภาพการตัดหญ้ามีความสม่ำเสมอและได้ผลลัพธ์ที่ดี นอกจากนี้ ความเร็วในการตัดหญ้าก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าคุณภาพ เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ ไกรสร รวยป้อม และ สุรพงษ์ โช้ทอง (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดทรงกระบอกที่ติดตั้งท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาด $0.58 \times 1 \times 0.78$ เมตร ผลการทดลองพบว่า เมื่อความเร็วรอบของเพลาคือ 1,000 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของเครื่องยนต์อยู่ที่ 2,000 รอบต่อนาที เครื่องสามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 0.93 ไร่ต่อชั่วโมง โดยไม่พบความแตกต่างที่มีความสำคัญทางสถิติจากการทดลองดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความเร็วรอบ

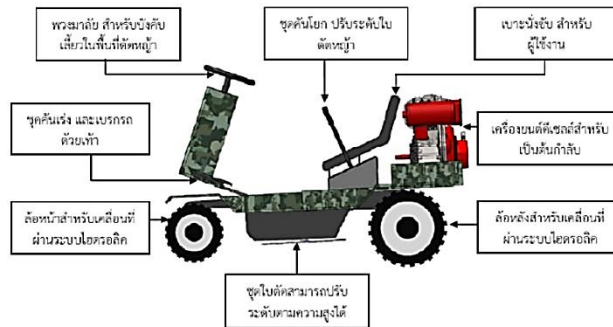
ของมอเตอร์ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการตัดหญ้า และผู้วิจัยยังได้ศึกษา งานวิจัยของ สุวิพงษ์ เหมะธูลิน (2561) ได้พัฒนาเครื่องตัดใบข้าวใหม่ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดใบข้าว โดยเครื่องตัดใบข้าวแบบดั้งเดิมใช้เวลาเฉลี่ย 54.80 นาทีต่อไร่ แต่การใช้เครื่องตัดใบข้าวรุ่นใหม่สามารถลดเวลาการทำงานลงเหลือเฉลี่ยเพียง 14.40 นาทีต่อไร่ ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถประหยัดเวลาได้ถึง 43.61% จากการศึกษาวิจัย พบว่า การใช้เทคโนโลยีใหม่ในการตัดใบข้าวไม่เพียงแต่ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้อย่างชัดเจน แต่ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการทำงานของรถตัดหญ้านั่งขับที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก พร้อมทั้งประเมินสมรรถนะของรถในพื้นที่แปลงเกษตรขนาดใหญ่ โดยรวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงานและจุดคุ้มทุน เพื่อสนับสนุนการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในสวนผลไม้แปลงใหญ่

วิธีดำเนินการวิจัย

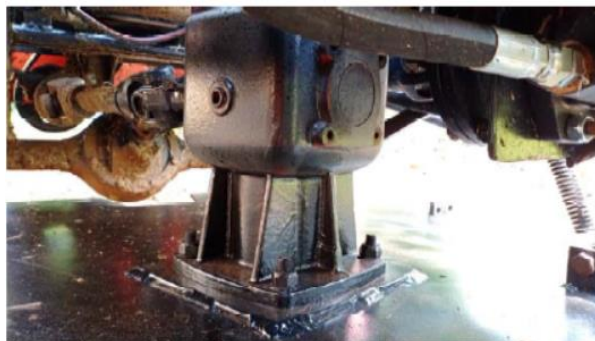
ส่วนที่ 1 การออกแบบผังการเคลื่อนที่สำหรับทดสอบ การเคลื่อนที่ของรถตัดหญ้านั่งขับที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาการ ในการตัดหญ้าหรือการใช้พลังงานเชื้อเพลิง พบว่ารถตัดหญ้ามักสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงในช่วงเร่งความเร็วออกตัว และเสียเวลาอย่างมากในระหว่างการเลี้ยวกลับทิศทางขณะตัดหญ้า (ธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงค์ และคณะ, 2567) ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยจึงตั้งเป้าหมายในการพัฒนารูปแบบการเคลื่อนที่ของรถตัดหญ้าที่ลดการสูญเสียทั้งในด้านเวลาและพลังงาน ขณะเดียวกันยังคงรักษาความครอบคลุมในการตัดหญ้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ส่วนที่ 2 ศึกษาการทำงานของรถตัดหญ้านั่งขับที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการทำงานของรถตัดหญ้านั่งขับที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกในพื้นที่แปลงเกษตร โดยใช้รถตัดหญ้านั่งขับที่สามารถเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก โดยไม่ต้องอาศัยชุดเกียร์มาเป็นตัวขับเคลื่อน สามารถเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า และด้านหลังด้วยวาล์วควบคุมทิศทางไฮดรอลิกแสดงในรูปที่ 1 รถตัดหญ้านั่งขับที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกมีชุดทำงานหลักๆ ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซลระบบเผาไหม้ไคโรคินเจกชั่น เครื่องยนต์ดีเซลแบบสูบเดี่ยวตามแนวนอนสามารถสตาร์ทด้วยระบบไฟฟ้า มีขนาดกำลังเครื่องยนต์สูงสุด 15.5 แรงม้า (11.4 กิโลวัตต์) ที่ 2,400 รอบต่อนาที ยี่ห้อคูโบต้า รุ่น ZT155DIS-ES/HM plus ใช้น้ำมันดีเซลที่ใช้กับรถยนต์ดีเซลทั่วไป



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของรถตัดหญ้านั่งขับ

สำหรับชุดสายพาน ประกอบด้วยสายพานร่อน B ขนาด 42 นิ้ว 1 เส้น ส่งกำลังจาก มู่เล่ 4 นิ้วไปยังปั๊มไฮดรอลิก และสายพานร่อน B ขนาด 46 นิ้ว สำหรับหมุนใบตัดหญ้า ควบคุมการทำงานผ่านเบรกมือ ชุดปั๊มไฮดรอลิกสร้างแรงดัน 25-100 บาร์ โดยใช้ น้ำมันไฮดรอลิก 12 ลิตร ส่งเข้าระบบผ่านเครื่องยนต์และสายพานร่อน B ขนาด 42 นิ้ว ชุดเกียร์ ตัดหญ้า (รูปที่ 2) มีหัวเกียร์อัตราทด 1:1.93 ส่งกำลังให้ใบตัดขนาด $7.62 \times 90 \times 1$ ซม. พร้อมอุปกรณ์ครอบใบตัดป้องกันอันตราย และสามารถปรับระดับความสูงได้ 7 ระดับ



รูปที่ 2 ชุดใบสำหรับตัดหญ้า

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการทำงานมีอยู่ 2 ประการหลัก ได้แก่ ความสามารถในการทำงานต่อพื้นที่ และอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถตัดหญ้านั่งขับที่ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก

1. ความสามารถในการทำงานต่อพื้นที่ สามารถวัดได้ด้วยสมการ:

$$\text{ความสามารถในการทำงานต่อพื้นที่} = \frac{\text{พื้นที่ที่ทำงานได้}}{\text{เวลาที่ใช้}} \quad (1)$$

2. อัตราการใช้เชื้อเพลิง การวิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิงต่อพื้นที่ทำการใช้นาฬิกาเพื่อจับเวลาเพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณด้วยสมการ:

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)}}{\text{พื้นที่ที่ทำงานได้ (ไร่)}} \quad (2)$$

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุนในการนำเครื่องตัดหญ้ามาแทนแรงงานคน โดยมีวิธีคำนวณดังนี้:

$$1) \text{ มูลค่าซาก (S)} = 0.1P \quad (3)$$

$$2) \text{ ค่าเสื่อมราคา (D)} = (P - S) / L \quad (4)$$

$$3) \text{ ค่าเสียโอกาส (R)} = [(P + S) / 2] \times I \quad (5)$$

$$4) \text{ ต้นทุนคงที่ (FC)} = D + R \quad (6)$$

$$5) \text{ ค่าใช้จ่ายรวม (AC)} = FC + VC \quad (7)$$

ต้นทุนแปรผัน (VC) เช่น ค่าบำรุงรักษา น้ำมัน และค่าจ้าง มีการเปลี่ยนแปลงตามเศรษฐกิจ

$$\text{จุดคุ้มทุน (BEP) คำนวณจาก } BEP = FC / (SU - VC) \quad (8)$$

โดย SU คือรายได้สุทธิ

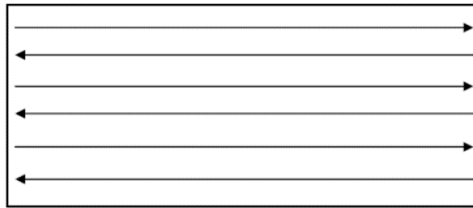
$$\text{ระยะเวลาคืนทุนคำนวณจาก } \text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ราคาตั้งต้น} / (\text{รายได้} - AC) \quad (9)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ผลการออกแบบผังการเคลื่อนที่สำหรับทดสอบ การศึกษาออกแบบแผนผังพื้นที่การทดสอบได้กำหนดพื้นที่ทดสอบขนาด 1 ไร่ หรือ 1,600 ตารางเมตร ซึ่งมีความกว้าง 20 เมตร และความยาว 80 เมตร พื้นที่นี่เป็นพื้นที่ว่างโล่งที่มีวัชพืชขึ้นสูงประมาณ 40-50 เซนติเมตรตามที่เห็นในรูปที่ 3 โดยพื้นผิวของพื้นที่ทดสอบนั้นเรียบไม่มีความลาดชัน ในการ

ทดสอบจะใช้รถตัดหญ้าที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกที่มีความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การตัดหญ้าจะดำเนินการตามแนวยาว โดยสลับหัวแปลง เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเสียเวลาหมุนรถกลับเมื่อขับไปตามทิศทางยาว อย่างไรก็ตามรถตัดหญ้านิ่งขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกมีการออกแบบโครงสร้างที่แข็งแรง และมีระบบกำลังขับเคลื่อนที่สูง ทำให้สามารถนำไปใช้ในแปลงเกษตรอื่นๆ ได้ อาจมีข้อควรระวังในแปลงที่พื้นมีความละเอียด ด้วยความที่รถมีน้ำหนักมาก อาจส่งผลให้เกิดการลื่นจมลงไปได้



รูปที่ 3 ผังการเคลื่อนที่สำหรับทดสอบ

2. ผลการศึกษาวเคราะห์โครงสร้างของรถตัดหญ้านิ่งที่ใช้ระบบไฮดรอลิก รถตัดหญ้านิ่งที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นระบบขับเคลื่อนที่ทำงานโดยไม่ต้องใช้ชุดเกียร์ในการขับเคลื่อน ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและถอยหลังได้ด้วยการควบคุมทิศทางผ่านวาล์วไฮดรอลิก โครงสร้างของรถตัดหญ้านิ่งมีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร โดยใช้เหล็กตัวซีชุบซิงค์ขนาด $1\frac{1}{2} \times 2$ นิ้วในการสร้าง เมื่อประกอบส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันแล้ว ขนาดรวมของรถจะมีความกว้าง 110 เซนติเมตร ความยาว 180 เซนติเมตร และความสูง 75 เซนติเมตร (ตามที่แสดงในรูปที่ 4)



รูปที่ 4 รถตัดหญ้านิ่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก

การเคลื่อนที่ของเครื่องตัดหญ้าจะดำเนินการด้วยความเร็วประมาณ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากทางลวกที่ทำจากเหล็กหนาและล้อขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้สามารถใช้งานในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศไม่เรียบได้ แต่ด้วยน้ำหนักของโครงสร้างเหล็กที่หนัก ทำให้ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในแปลงเกษตรที่ดินนิ่มหรือเปียก (ตามที่แสดงในรูปที่ 5) เนื่องจากอาจทำให้ล้อหน้าขนาด 13x5.00-6 ซึ่งมีความสูง 16 นิ้วและความกว้างหน้ายาง 6.50 นิ้ว จมลงในดิน ส่งผลให้ใบตัดไปสัมผัสกับพื้นดินและทำให้การตัดหญ้าไม่ได้ผลตามที่ต้องการ



รูปที่ 5 การใช้งานรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิกในพื้นที่แปลงเกษตร

3. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก ผลการทดสอบความสามารถในการทำงานในพื้นที่จริง โดยกำหนดขนาดพื้นที่ 20 x 80 เมตร และอัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าใช้เวลาทั้งหมด 0.96 นาที ในการเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ดังกล่าว จากข้อมูลนี้สามารถคำนวณความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่จริง ได้ที่ 2.81 ไร่ต่อชั่วโมง ผลทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ทำงานด้วยน้ำมันดีเซล B7 ที่ความเร็วรอบ 1,100 รอบต่อนาที และเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.55 ลิตรต่อไร่

ในการทดสอบเพื่อให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำสูง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง หรือทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อให้สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยที่สะท้อนผลลัพธ์ที่แท้จริง ซึ่งถือเป็นตัวแทนของค่าที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ โดยการทดสอบทั้ง 3 ครั้งนี้ดำเนินการในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ใช้พื้นที่แปลงเกษตรเดียวกัน และมีความยาวของหญ้าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ปัจจัยภายนอกบางประการ เช่น ความแตกต่างของความแข็งของดินที่อาจเกิดจากการ

ดูซึม้ำในแต่ละฤดูกาลหรือพื้นที่ที่แตกต่างกัน ก็อาจส่งผลต่อผลลัพธ์ได้ ตัวอย่างเช่น ดินในแต่ละช่วงเวลาอาจมีความแข็งแตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิภายนอกที่ไม่คงที่ตามฤดูกาลและเวลาที่ทำการทดสอบ ทั้งนี้ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหุ่นยนต์ตัดหญ้าอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูง ติดตั้ง GPS, กล้อง, เซนเซอร์อินฟราเรด และอัลตราโซนิก เพื่อช่วยตรวจจับและหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง ควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่กำหนดทิศทางตามข้อมูลจากเซนเซอร์ ผลการทดสอบพบว่าหุ่นยนต์สามารถตัดหญ้าได้อย่างแม่นยำ สามารถเลี้ยวหลบพื้นที่ที่เป็นหลุมและมีสิ่งกีดขวางได้เอง (Daniyan et al., 2019) อย่างไรก็ตามแม้ว่าในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้งาน แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการทดสอบมากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถทำการทดสอบทั้ง 3 ครั้งได้ตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก

ครั้งที่ทดสอบ	รถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก	
	อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	ระยะเวลาการทำงาน
	(ลิตรต่อไร่)	(นาที่ต่อไร่)
1	0.58	19.50
2	0.54	20.35
3	0.56	20.65
ค่าเฉลี่ย	0.56	20.17

จากผลการทดสอบคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 20.17 นาที่ต่อไร่ ส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 0.56 ลิตรต่อไร่ เมื่ออ้างอิงราคาน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (B7) ราคา 32.94 บาทต่อลิตร ณ วันที่ 22 มิถุนายน 2567 คำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้จะมีค่าปริมาณเชื้อเพลิงต่อการดำเนินงานเท่ากับ 18.45 บาทต่อไร่

4. ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การใช้รถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกช่วยในการประเมินต้นทุนและคำนวณระยะเวลาคืนทุน โดยกำหนดราคาเริ่มต้นที่ 160,000 บาท มูลค่าซาก 10% หลังจาก 10 ปี (กรมบัญชีกลาง, 2557) และใช้อัตราดอกเบี้ย 7.52% ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2567) คำนวณแล้วได้มูลค่าซาก

16,000 บาท ค่าเสื่อมราคา 14,400 บาทต่อปี และค่าเสียโอกาสในการลงทุน 6,617.60 บาทต่อปี ดังนั้น ต้นทุนคงที่รวมเท่ากับ 21,017.60 บาทต่อปี

ค่าแรงเหมางานตัดหญ้ากำหนดที่ 350 บาทต่อครั้ง คนงาน 1 คน ตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง รวมปีละ 12 ครั้งในพื้นที่ 10 ไร่ ใช้เชื้อเพลิง 0.56 ลิตรต่อไร่ ดีเซล B7 ราคา 32.94 บาทต่อลิตร ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร 50 บาทต่อครั้ง เปลี่ยนน้ำมันเครื่องทุก 6 เดือน ครั้งละ 500 บาท และน้ำมันไฮดรอลิกปีละ 1 ครั้ง ครั้งละ 700 บาท จากข้อมูล ค่าต้นทุนแปรผัน (VC) รวม 8,713.57 บาทต่อปี และค่าใช้จ่ายรวม (AC) เท่ากับ 29,731.17 บาทต่อปี

ตารางที่ 2 ความคุ้มค่าในการใช้งานรถตัดหญ้านั่งขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก กับรถตัดหญ้านั่งขับ ยี่ห้อ Atex Karibao รุ่น R8816A

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	รถตัดหญ้านั่งขับ เคลื่อนที่ด้วยระบบ ไฮดรอลิก	รถตัดหญ้านั่งขับ ยี่ห้อ Atex Karibao รุ่น R8816A
1. ด้านเชื้อเพลิง		
1.1 ขนาดกำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า)	15.5	16
1.2 ความจุน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)	10.5	12
1.3 ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ดีเซล B7, B10	แก๊สโซฮอล์ 91, 95
2. ด้านสมรรถนะการตัดหญ้า		
2.1 การใช้เชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)	0.56	2.25
2.2 ระยะเวลา (นาที่ต่อไร่)	20.17	35.28
2.3 ปริมาณรอบเครื่องยนต์ (RPM)	1,100	2,100
2.4 รัศมีวงเลี้ยว (เซนติเมตร)	110	187
3. ต้นทุนรถตัดหญ้านั่งขับ (บาท)	160,000	250,000
4. ต้นทุนการดำเนินงานต่อพื้นที่ 1 ไร่	68.45	125.35

การใช้รถตัดหญ้านั่งขับระบบไฮดรอลิกสำหรับรับจ้างตัดหญ้าในแปลงเกษตรสามารถคำนวณจุดคุ้มทุนได้ โดยมีค่าจ้างเหมาจ่าย 1,200 บาทต่อไร่ และรายได้สุทธิหลังหักต้นทุนอยู่ที่ 1,131.55 บาทต่อไร่ ใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 20.17 นาที่ต่อไร่ รวม 40.20 ชั่วโมงต่อปี สร้างรายได้ปีละ 48,240 บาท จากการคำนวณ จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 22.98 ไร่ต่อปี และคืนทุนได้

ใน 8 ปี 8 เดือน 20 วัน หากเพิ่มชั่วโมงการทำงาน จะช่วยลดระยะเวลาคืนทุนและเพิ่มความคุ้มค่า นอกจากนี้ รถรุ่นนี้ยังแสดงสมรรถนะสูงและคุ้มค่ากว่ารุ่น Atex Karibao R8816A ดังแสดงในตารางที่ 2 จึงเหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่ต้องการลงทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ทั้งนี้จากการที่รถทั้ง 2 รุ่นมีการทดสอบในสถานที่ที่แตกต่างกัน ผลที่ได้จึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อน แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบด้านอัตราการใช้เชื้อเพลิงมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงสมรรถนะในการทำงานของรถตัดหญ้าなぎขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิกที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าなぎขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก ในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ โดยเก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง ที่ความเร็วขับเคลื่อนเฉลี่ย 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าการเคลื่อนที่สำหรับการทดสอบจะทำการเคลื่อนที่ตามแนวยาว 8 เมตร สลับหัวแปลงเพื่อเคลื่อนที่ต่อเนื่องโดยไม่ต้องหมุนรถกลับ รถตัดหญ้าประเภทนี้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.56 ลิตรต่อไร่ และใช้เวลาในการตัดหญ้าเฉลี่ย 20.17 นาทีต่อไร่ ในด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าการลงทุนรถตัดหญ้าなぎขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก ในราคา 160,000 บาท สามารถลดต้นทุนการจ้างแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากใช้งานตัดหญ้าประจำเดือนละ 1 ครั้ง จะถึงจุดคุ้มทุนที่ 22.98 ไร่ต่อปี และคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 8.64 ปี หรือประมาณ 8 ปี 8 เดือน 20 วัน ทั้งนี้ รถตัดหญ้างัดกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับใช้งานในพื้นที่สวนผลไม้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยพบข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในพื้นที่ลาดชัน ซึ่งควรมีการศึกษาต่อในพื้นที่ที่มีระดับความเอียงแตกต่างกัน เพื่อประเมินผลกระทบต่อการทำงานของรถได้อย่างละเอียดมากขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณนายกฤษฎา แสงอรุณบริสุทธิ์ที่ให้การสนับสนุนรถตัดหญ้าที่ขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิก มาใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- กรมบัญชีกลาง. (2557). *หลักเกณฑ์การคำนวณราคาสินทรัพย์ถาวรสำหรับหน่วยงานภาครัฐ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2567, จาก <http://med.swu.ac.th/supplies/images/V238.pdf>.
- ไกรสร รวยป้อม และ สุรพงษ์ โชทอง. (2557). *เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดทรงกระบอกติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี).
- ชนาธิป กาลจักร และ คณิศร ภูนิคม. (2562). การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการตัดหญ้าเนเปียร์. *วารสารเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย*, 5(2), 20-26.
- ชัยณรงค์ หล่มช้างคำ, จักรพันธ์ ออบมา และ ประสิทธิ์ โสภา. (2565). การออกแบบและพัฒนา รถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการอัตโนมัติ*, 8(1), 12-20.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2567). *อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2567, จาก https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.
- ธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต, ศราวุธ จิตรพัฒนากุล และ อาทิตย์ คำต่าย. (2567). การศึกษาสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สำหรับเกษตรกรฐานรากในครัวเรือน. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 19(1), 151-165.
- สุวิพงษ์ เหมะธูลิน. (2561). *การพัฒนาเครื่องตัดใบข้าวแบบสะพายบ่าขนาดเล็ก*. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. (2565). *คู่มือโครงการส่งเสริมการเกษตรประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 โครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่*. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2567, จาก http://www.agriman.doe.go.th/home/agriman62/64_Website_Project_64/64_04_BigFarm.pdf.
- สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2563). *โมเดลเศรษฐกิจ บีซีจี*. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2567, จาก <https://www.nxpo.or.th/th/bcg-economy>.
- Daniyan, I., Balogun, V., Adeodu, A., Oladapo, B., Peter, J. K., & Mpofu, K. (2019). Development and performance evaluation of a robot for lawn mowing. In: Proceedings of the 8th International Conference on Through-Life Engineering Service, 27-29 October, 2019, Tshwane University of Technology, United States of America, 42-48.

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์หมูยอแบบห่อใบตอง เทียบกับแบบห่อพลาสติก

CARBON FOOTPRINT EVALUATION OF PRESSED VIETNAMESE PORK SAUSAGE IN BANANA LEAVES COMPARED TO PLASTIC WRAPPING

กนกพร เชิงรัมย์¹, ณัฐวรา วงษ์เทพ¹, สง่า ทับทิมหิน², ทศนีย์ เจียรพสุอนันต์³
และ ปวีณา ลิ้มปิทีปการ^{2,*}

Kanokporn Choengram¹, Natwara Wongthep¹, Sanga Tubtimhin²,
Tassanee Jiaphasuanan³ and Pawena Limpiteeprakan^{2,*}

¹ สาขาวิชานาฏยสังคีต วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² กลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

³ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

¹ Program in Environmental Health, College of Medicine and Public Health Ubon Ratchathani University

² Public Health Sub-division, College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University

³ Department of Biological Science, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Received: 27 December 2024

Revised: 24 March 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงพรรณานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมูยอแบบห่อใบตองเทียบกับแบบห่อพลาสติก ทำการศึกษา ณ ร้านหมูยอแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้หลักการ Cradle to Grave ครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน จนถึงการจัดเศษซากผลิตภัณฑ์ หน่วยการทำงาน (Functional Unit) คือหมูยอ 1 กิโลกรัม ผลการศึกษา พบว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหมูยอห่อใบตองและห่อพลาสติก เท่ากับ 11.95 และ 11.57 kgCO₂eq/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยหมูยอห่อใบตองปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหมูยอห่อพลาสติกที่ 0.38 kgCO₂e/kg โดยขั้นตอนกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและขั้นตอนการกำจัดของเสีย เป็นขั้นตอนที่หมูยอ

* Corresponding author: ปวีณา ลิ้มปิทีปการ

Email: pawena.l@ubu.ac.th

ห่อใบตองปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหมุยห่อพลาสติก เนื่องจากน้ำหนักของใบตองจะหนักกว่าพลาสติก ในส่วนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ เนื้อหมูจะมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุดิบอื่นๆ เนื่องจากใช้เป็นวัตถุดิบหลักและมีค่า Emission Factor สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัตถุดิบตัวอื่น รองลงมาของขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ กระบวนการผลิต ที่มีการใช้ไฟฟ้าและก๊าซ LPG มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ $4.2323 \text{ kgCO}_2\text{e/kg}$ ดังนั้น แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรมุ่งเน้นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและก๊าซ LPG ในขั้นตอนการผลิตโดยหาแหล่งพลังงานทางเลือกที่เป็นพลังงานสะอาดมา ทดแทน และพิจารณาใช้บรรจุภัณฑ์ทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแทนใบตอง เช่น พลาสติกที่ย่อยสลายได้ เป็นต้น

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก, รอยเท้าคาร์บอน, หมุย, ใบตอง, พลาสติก

Abstract

This descriptive study aims to assess the carbon footprint of Moo Yor (Pressed Vietnamese sausage) wrapped in banana leaves compared to those wrapped in plastic. The study was conducted at a Moo Yor shop in Mueang District, Udon Ratchathani Province, using the Cradle-to-Grave concept. This approach covers the entire lifecycle, from raw material acquisition, production processes, transportation, and consumption, to waste disposal. The functional unit in this study is 1 kilogram of Moo Yor. The results show that the carbon footprint of Moo Yor wrapped in banana leaves and plastic is 11.95 and 11.57 $\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$, respectively. Moo Yor wrapped in banana leaves emitted 0.38 kgCO_2eq more greenhouse gases than the plastic-wrapped version. The stages of raw material acquisition and waste disposal were the main contributors to higher greenhouse gas emissions for the banana leaf-wrapped Moo Yor, primarily because banana leaves weigh more than plastic. Regarding raw material acquisition, pork meat contributed the most significant greenhouse gas emissions compared to other ingredients because it is the main raw

material and has the highest emission factor. The second largest contributor is the production process, where electricity and LPG are used, emitting 4.2323 kgCO₂e/kg. Therefore, to reduce greenhouse gas emissions, efforts should focus on reducing electricity and LPG consumption during the production process by exploring alternative clean energy sources. Additionally, considering eco-friendly packaging alternatives to banana leaves, such as biodegradable plastics.

Keywords: Greenhouse gases, Carbon footprint, Pressed Vietnamese pork sausage, Banana leaves, Plastic

บทนำ

ปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงอย่างรวดเร็ว เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจตั้งแต่ช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม คือตัวเร่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้นมี 7 ชนิดได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซิลเพอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF₆) และ ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF) และอีกหนึ่งสารที่จัดว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ คือ สารซีเอฟซี (CFC) (ศูนย์องค์ความรู้ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566)

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการผลิต จำเป็นต้องมีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) เรียกว่า การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการกำจัดเศษซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน โดยประเมินออกมาในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตตามอนุกรมมาตรฐาน ISO14040 ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา การวิเคราะห์

บัญชีรายการ การประเมินผลกระทบ และการแปลผล โดยผลการศึกษาที่ได้จะใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการเปิดเผยข้อมูลต่อสาธารณะ ซึ่งเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อันจะเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังไม่ได้รับการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในกลุ่มผู้ประกอบการรายย่อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการผลิตอาหารท้องถิ่น ทั้งที่กิจการเหล่านี้ก็มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การขาดการประเมินดังกล่าวอาจทำให้เกิดช่องว่างในการเข้าใจและจัดการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากภาคธุรกิจขนาดเล็กในชุมชน หนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่น่าสนใจในบริบทนี้คือหมูยอ ซึ่งเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ สำหรับจังหวัดอุดรธาธานีหมูยอถือเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นชื่อของจังหวัด และสร้างรายได้สูงให้แก่ผู้ผลิตทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน มีการวางจำหน่ายอย่างแพร่หลายในตลาด ร้านอาหาร และร้านขายของฝาก โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นรายย่อยในท้องถิ่นและผู้ประกอบการขนาดเล็ก ซึ่งกระบวนการผลิตหมูยอนั้นจะประกอบด้วยหลายขั้นตอน ส่งผลให้มีการใช้พลังงานสูงและการปล่อยของเสียที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้น้ำและไฟฟ้า

หมูยอ นั้นจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู ข้าวสุก เครื่องปรุงแต่ง กลิ่นและรส ผสมกัน บดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น ต้มหรือึ่งให้สุก (ฐานข้อมูลสถาบันอาหาร, 2539) บางสูตรอาจเพิ่มส่วนผสมพิเศษเพื่อสร้างเอกลักษณ์เฉพาะ เช่น หนั้หมู เห็ดหอม พริกไทยดำ หรือสาหร่าย หลังจากคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน จึงบรรจุในวัสดุห่อหุ้มอย่างแน่นหนา ก่อนนำไปต้มหรือึ่งให้สุก จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตหมูยอจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมาก ตั้งแต่การใช้แก๊สในการหุงต้ม น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งวัตถุดิบ รวมไปถึงการใช้ไฟฟ้าสำหรับตู้แช่วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปัจจุบันผู้ผลิตหลายรายได้ปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตเพื่อลดต้นทุน โดยหันมาใช้พลาสติกห่อหมูยอแทนใบตองแบบดั้งเดิม วิธีนี้ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนใบตองในช่วงที่มีความต้องการสูง อีกทั้งยังช่วยลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ทำให้สะดวกต่อการขนส่งมากขึ้น และแนวโน้มการใช้พลาสติก

ห่อหุญยอนี้ก็เริ่มมีการแพร่หลายมากขึ้น ที่ผ่านมายังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หุญยมาก่อน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หุญย โดยจะทำการเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างการใช้บรรจุภัณฑ์แบบดั้งเดิม (ใบตอง) กับบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ (พลาสติก) โดยใช้หลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ในปริมาณวัตถุดิบที่เท่ากันที่ 1 กิโลกรัม ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิตและการจัดการพลังงาน เพื่อควบคุมหรือลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมการผลิตหุญยต่อไปในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หุญยแบบห่อใบตองเทียบกับแบบห่อพลาสติก โดยใช้หลักการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) แบบ Cradle-to-Grave (Business-to-Consumer: B2C) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and scope definition)

เป้าหมายของการศึกษา ครั้งนี้ คือ การวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หุญยที่ห่อด้วยใบตองเทียบกับแบบห่อด้วยพลาสติก โดยพิจารณาปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยออกมาต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ คือ 1 กิโลกรัมของหุญย

ขอบเขตการศึกษา ได้ทำการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การจัดจำหน่าย การบริโภค และการกำจัดของเสีย ตามหลักการ Cradle to grave concept

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Inventory analysis)

ข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของร้านหุญยแห่งหนึ่งที่ได้สนใจให้ข้อมูลสำหรับข้อมูลทุติยภูมิได้จากข้อมูลใบเสร็จชำระค่าบริการต่าง ๆ ได้แก่ บิลน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซหุงต้ม บัญชีรายการซื้อวัตถุดิบในการผลิตหุญย เป็นต้น ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกรวบรวมและจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม โดย การเก็บข้อมูลกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ข้อมูลจะอยู่ในรูปปริมาณวัตถุดิบ สารเคมี และสาธารณูปโภค ที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยแบ่งเป็น

ขั้นตอนย่อย ตลอดจนการผลิตวัตถุดิบ กระบวนการผลิตหมุย ประกอบด้วย ขั้นตอนการผลิตหมุยตั้งแต่ การเก็บรักษาวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต การบรรจุหมุย และการเก็บรักษา ก่อนกระจายสินค้า การจัดจำหน่ายโดยการขนส่งทุกขั้นตอน เป็นการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งหมุย ข้อมูลประกอบด้วย ประเภทของรถ น้ำหนักบรรทุก และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง ขั้นตอนการบริโภค ประเมินจากการใช้ไฟฟ้าในการอุ่นอาหารก่อนรับประทาน กระบวนการกำจัด เป็นการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบรรจุภัณฑ์ที่เหลือภายหลังจากการบริโภค

3. การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต (Impact assessment)

การประเมินผลกระทบจะนำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ทำรายการไว้ มาทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หมุย โดยแสดงออกมาในรูปของ หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการคำนวณหาค่าการปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลด้านปฐภูมิและข้อมูลด้านทุติยภูมิจะถูกคำนวณและแปลงออกมาให้อยู่ในรูปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเภทวัตถุดิบ วัสดุ การใช้พลังงาน หรือการจัดการของเสียจากกระบวนการ และแสดงในรูปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$\text{Carbon Footprint (kgCO}_2\text{e/หน่วย)} = \text{Activity data} \times \text{Emission Factor} \quad (1)$$

โดย Activity data คือ ข้อมูลกิจกรรม

Emission Factor คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดข้อมูลกิจกรรม (kgCO₂e/หน่วย)

กรณีการขนส่งมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของยานพาหนะ จะนำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคูณกับน้ำหนักที่บรรทุกคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของยานพาหนะดังสมการที่ (2)

$$\text{ET} = \text{ระยะทาง (km)} \times \text{น้ำหนักที่บรรทุก (ton)} \times \text{EF ของยานพาหนะที่ใช้} \quad (2)$$

โดย ET คือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง (kgCO₂e)

ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการขนส่งจะพิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเที่ยวไป (100\% loading)} \\ & = \text{น้ำหนักการขนส่ง} \times \text{ระยะทางการขนส่ง} \times \text{สัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ} \\ & \quad \text{เรือนกระจกเที่ยวไป} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเที่ยวกลับ (0\% Loading)} \\ & = \text{น้ำหนักการขนส่ง} \times \text{ระยะทางการขนส่ง} \times \text{สัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ} \\ & \quad \text{เรือนกระจกเที่ยวกลับ} \end{aligned} \quad (4)$$

ตารางที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตหมุย ต่อ 1 หน่วยกิโลกรัม

วัตถุดิบ	หน่วย	ปริมาณ/FU	ค่า EF (kgCO ₂ e/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
เนื้อหมู	kg	1	3.9027	อบก. (2565)
ผงชูรส	kg	0.003	0.8690	อบก. (2565)
น้ำตาลทรายขาว	kg	0.0015	1.0800	อบก. (2565)
น้ำปลา	kg	0.006	0.9700	รัตนาวรรณ มั่งคั่ง (2557)
น้ำดื่มปรุงอาหาร	kg	0.1	2.1555	อบก. (2565)
แป้งมันสำปะหลัง	kg	0.03	0.5720	อบก. (2566)*
พริกไทย	kg	0.015	1.3779	อบก. (2565)
น้ำมันทำอาหาร	kg	0.015	1.4124	อบก. (2565)
ใบตอง	kg	0.3582	0.2720	ธีราพร ผลประเสริฐศรี และ จินตนา แซ่กั (2560)
ถุงพลาสติก PP	kg	0.0014	1.8814	อบก. (2565)

หมายเหตุ * แป้งมันสำปะหลังคิดมาจากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ แป้งมันสำปะหลัง ตราดอกเฟืองฟ้า ขนาด 25 กิโลกรัม มีปริมาณ CF 14.3 kgCO₂e แล้วเทียบสัดส่วนต่อ 1 กิโลกรัม จะได้ตัวเลขเท่ากับ 0.5720 kgCO₂e

วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตหมุย เป็นวัตถุดิบที่ซื้อมาจากภายในประเทศ ไม่มีกระบวนการผลิตวัตถุดิบเอง ได้แก่ เนื้อหมู ผงชูรส น้ำตาล น้ำปลา น้ำดื่มปรุงอาหาร พริกไทย น้ำมันทำอาหาร ใบตอง และถุงพลาสติก

4. การแปรผลการประเมินวัฏจักรชีวิตและประเมินการปรับปรุง (Life Cycle Interpretation)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จะหาได้จากการนำผลทั้งหมดมารวมกัน จากนั้นจะแปรผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กระบวนการให้ได้มากที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

บัญชีรายการด้านกระบวนการผลิต

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เจ้าของกิจการและสรุปฝั่งกระบวนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 Input-process-output ของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์หมูยอบ

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการผลิตหมูยอบ โดยเริ่มจากการจัดเตรียมวัตถุดิบ การหั่น-บด การชั่งน้ำหนัก การบรรจุ การนึ่งและการห่อบรรจุภัณฑ์ ก่อนจะได้เป็นผลิตภัณฑ์หมูยอบ 1 กิโลกรัม บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนกระบวนการผลิตทั้งสองผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนกระบวนการผลิตของทั้งสองผลิตภัณฑ์

บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ/FU	ค่า EF (kgCO ₂ eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูล อ้างอิง
สารขาเข้า				
ไฟฟ้า	kWh	0.6933	0.5986	อบก (2565)
น้ำประปา	m ³	0.3238	0.5410	อบก (2565)
ก๊าซ LPG	kg	4.2439	0.8582	อบก (2565)

บัญชีรายการด้านการกระจายสินค้า

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการกระจายสินค้าจะขึ้นอยู่กับระยะทางที่ขนส่ง น้ำหนักบรรทุก และประเภทของรถที่ใช้ขนส่ง ในงานวิจัยนี้การได้มาซึ่งวัตถุดิบหลักจะถูกขนส่งมาจากตลาดใหญ่ในเมืองอุบลราชธานี ระยะทางห่างจากร้าน 1 กิโลเมตร ใช้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 100% Loading ส่วนจุดกระจายสินค้าหลักจะขายอยู่ที่หน้าร้านและส่งให้ตัวแทนจำหน่ายที่ตลาดวารินชำราบ ระยะทางห่างจากร้าน 5 กิโลเมตร ใช้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก Full load 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 100% Loading คำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการขนส่งสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของการขนส่ง

รายการ	จังหวัด	ปริมาณ/ FU	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ค่า EF		GHG (kgCO ₂)/FU		ที่มา EF	
					เที่ยวไป (km)	เที่ยวกลับ (km)	เที่ยว ไป	เที่ยว กลับ		รวม
การได้มาซึ่ง วัตถุดิบ	ตลาดใหญ่ อ.เมือง	1	1	รถกระบะบรรทุก 4						อบก. (2565)
				ล้อ วิ่งแบบปกติ						
				100% บรรทุก	0.1411	0.3750	0.1411	0.3750	0.5161	
				สูงสุด 7 ตัน น้ำมัน						
				ดีเซล						
การกระจาย สินค้า	อุบลราชธานี (ตลาด วารินชำราบ)	1	5	รถกระบะบรรทุก 4						อบก. (2565)
				ล้อ วิ่งแบบปกติ						
				100% บรรทุก	0.1411	0.3750	0.7055	1.8750	2.5805	
				สูงสุด 7 ตัน น้ำมัน						
				ดีเซล						
รวม									3.0966	

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเป็น การปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้นจาก น้ำมันดีเซล ที่ใช้ในการขนส่ง หากระยะทางการขนส่งมาก จะส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำมัน มากตามไปด้วย ซึ่งการใช้น้ำมันส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของการบริโภค

สำหรับขั้นตอนการบริโภค งานวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่าหมุยอ จะถูกนำไปบริโภคโดย ใช้วิธีอุ่นด้วยไมโครเวฟ จึงพิจารณาเฉพาะปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ตามคำแนะนำของบรรจุภัณฑ์หมุยอ โดยปริมาณสารขาเข้าและขาออกสำหรับขั้นตอนการบริโภค แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนการบริโภค

บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
สารขาเข้า			
ไฟฟ้า	kWh	0.5986	อบก (2565)

หมายเหตุ: เป็นการตั้งสมมติฐานว่าจะมีการอุ่นหมุยอก่อนบริโภคโดยใช้ไมโครเวฟ คิดเป็นเวลาประมาณ 5 นาที

บัญชีรายการด้านการจัดการของเสีย

ในงานวิจัยครั้งนี้พิจารณาการบำบัดและกำจัดบรรจุภัณฑ์ที่เหลือภายหลังจากการ บริโภคโดยการถูกส่งไปฝังกลบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์หมุยอมีการกระจายสินค้าไปทั่วจังหวัด จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ในเรื่องของการขนส่งไปยัง สถานีกำจัดได้ จึงประเมินในขั้นตอนการกำจัดเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนการจัดการของเสียของผลิตภัณฑ์หมุยอ

ขั้นตอน		ข้อมูล	ค่าการปล่อยก๊าซ	แหล่งข้อมูล	ปริมาณก๊าซ
		(Activity Data)	เรือนกระจก		
		(Kg)	Emission factor		(kgCO ₂ eq)
			(kgCO ₂ e/หน่วย)		
หลังจาก	ถุงพลาสติก PP	0.0014	0.7933	อบก. (2565)	0.0011
การบริโภค	ใบตอง	0.3582	0.7933	อบก. (2565)	0.2842

หมายเหตุ: ในงานวิจัยครั้งนี้พิจารณาการบำบัดและกำจัดบรรจุภัณฑ์ที่เหลือภายหลังจากการบริโภคโดย ค่า EF หลังจากการบริโภค คือค่าการถูกส่งไปฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมุยอ

ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมุยอ งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหมุยอห่อพลาสติกขนาด 1 กิโลกรัม และหมุยอห่อใบตอง 1 กิโลกรัม พบว่า มีค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หมุยอห่อใบตอง เท่ากับ 11.95 kgCO₂e/kg คิดเป็นร้อยละ 35.86 และค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หมุยอห่อพลาสติก เท่ากับ 11.57 kgCO₂e/kg คิดเป็นร้อยละ 36.21 ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยพบความแตกต่างในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แตกต่างกันเท่ากับ 0.0948 kgCO₂e/kg และกระบวนการกำจัดของเสียมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกันเท่ากับ 0.2831 kgCO₂e/kg โดยหมุยอที่ห่อด้วยใบตองจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหมุยอห่อด้วยพลาสติก

ตารางที่ 5 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมุยอต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ (หน่วย kgCO₂e/kg)

ช่วงวัฏจักรชีวิต	ผลิตภัณฑ์	สัดส่วน	ผลิตภัณฑ์หมุยอ	สัดส่วน
	หมุยอห่อใบตอง	ร้อยละ %	ห่อพลาสติก	ร้อยละ %
กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ	4.2847	35.86	4.1899	36.21
กระบวนการผลิต	4.2323	35.42	4.2323	36.58
การกระจายสินค้า	3.0966	25.92	3.0966	26.76
การบริโภค	0.05	0.42	0.05	0.43
การกำจัดของเสีย	0.2842	2.38	0.0011	0.01
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์	11.95	100.00	11.57	100.00

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมุยอ พบว่าขั้นตอนกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเท่ากับ 4.2847 kgCO₂e/kg ซึ่งเกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคือ วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์หมุยอใช้เนื้อหมูในสัดส่วนมากถึงร้อยละ 91.12 รองลงมาใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นสัดส่วนร้อยละ 2.27 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุรัชย์ ณรัฐ จันทรศรี และ อนุสรณ์ บุญปก (2560ก) ที่พบว่า ผลิตภัณฑ์หมำหมูใช้เนื้อหมูและเครื่องในหมู และกล่องบรรจุภัณฑ์ แต่เนื่องด้วยเนื้อหมูและเครื่องในหมูเป็นวัตถุดิบสำคัญ จึงไม่สามารถลดปริมาณได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ สุรัชย์ ณรัฐ จันทรศรี และ

อนุสรณ์ บุญปก (2560ข) ที่พบว่า ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ของการผลิตกล้วยกรอบแก้ว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 65.7 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาติดา อยู่แก้ว และ เมธิณี บุญสูง (2561) ที่พบว่าในขั้นตอนการเพาะปลูกข้าวเพื่อนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เมื่อพิจารณาประเภทบรรจุภัณฑ์ พบว่าหมุยห่อพลาสติกปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าหมุยห่อใบตอง โดยมีส่วนต่างเท่ากับ $0.38 \text{ kgCO}_2\text{e/kg}$

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับหมุยเป็นประเด็นที่น่าสนใจ โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาระหว่างการใช้พลาสติกและใบตอง ทั้งสองวัสดุมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน พลาสติกโดดเด่นด้วยโครงสร้างทางกายภาพที่สามารถผลิตให้บางแต่แข็งแรงและยืดหยุ่นสูง ทำให้สามารถรับน้ำหนักได้ดีโดยไม่ต้องเพิ่มความหนาหรือปริมาณมากเกินไป อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไปโดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพ ในทางกลับกัน ใบตองมีความคงทนต่อการฉีกขาดน้อยกว่า และมีความแตกต่างในด้านขนาด ความหนา และความยืดหยุ่นในแต่ละใบ ส่งผลให้ต้องใช้ปริมาณมากกว่าเมื่อนำมาห่อผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ใบตองยังต้องการการจัดเก็บที่เหมาะสมในพื้นที่เย็นและชื้นเพื่อรักษาความสดและป้องกันการแห้งกรอบ เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่ากระบวนการผลิตและขนส่งของการใช้ใบตองมีขั้นตอนที่ใช้พลังงานมากกว่าพลาสติก อีกทั้งน้ำหนักที่มากกว่าของใบตองยังส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า นอกจากนี้การผลิตและการกำจัดของเสียก็เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญรองจากกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการนั่งด้วยการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตหมุย

แม้ว่าพลาสติกจะมีข้อได้เปรียบในด้านต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าและน้ำหนักที่เบากว่า แต่ก็มีปัญหาด้านการย่อยสลายยาก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ในขณะที่ใบตองเป็นวัสดุธรรมชาติที่ย่อยสลายได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังคงนิยมซื้อหมุยในรูปแบบที่ห่อด้วยใบตองมากกว่า เนื่องจากถือเป็นเอกลักษณ์สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีมาอย่างยาวนาน ดังนั้น ในการพิจารณาเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคควรคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน หากเน้นความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม การใช้ใบตองอาจเป็นทางเลือกที่ดีกว่า แต่ควรมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตและขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในทางกลับกัน หากเน้นต้นทุนและประสิทธิภาพ การใช้พลาสติกอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า แต่ควรมีการจัดการด้านการรีไซเคิลเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับผู้บริโภค แม้จะสามารถเลือกตามความชอบส่วนตัว แต่ก็ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและหาวิธีการจัดการขยะอย่างเหมาะสม

การหาจุดสมดุลระหว่างต้นทุน ความยั่งยืน และความต้องการของตลาดเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคควรร่วมกันพิจารณาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ทั้งในแง่ของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการคงเอกลักษณ์ของสินค้า การศึกษาและพัฒนานวัตกรรมด้านบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอาจเป็นทางออกที่ยั่งยืนในระยะยาว ซึ่งจะช่วยให้อุตสาหกรรมหมุยสามารถรักษาเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมไว้ได้ พร้อมกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัดสำคัญในด้านการเก็บข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตหมุย เช่น ปริมาณพลังงานที่ใช้ การปล่อยของเสีย หรือการจัดการวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอน ซึ่งเข้าถึงได้ยากและมีการบันทึกที่ไม่ต่อเนื่อง ส่งผลให้การคำนวณและการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์อาจขาดความแม่นยำ ข้อจำกัดเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยและควรได้รับการพิจารณาในการแปลผลและการนำไปใช้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์หมุย พบว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหมุยห่อใบตองเท่ากับ $11.95 \text{ kgCO}_2\text{e/kg}$ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหมุยห่อพลาสติกเท่ากับ $11.57 \text{ kgCO}_2\text{e/kg}$ โดยพบว่าหมุยห่อใบตองปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหมุยห่อพลาสติกเท่ากับ $0.38 \text{ kgCO}_2\text{e/kg}$ และเมื่อทำการศึกษาทั้งวัฏจักรชีวิตพบว่าในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบของหมุยห่อใบตองมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เป็นผลมาจากการใช้วัตถุดิบที่หลากหลาย โดยเฉพาะวัตถุดิบที่เป็นเนื้อหมู เมื่อเทียบกับวัตถุดิบตัวอื่น มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาคือกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนการหั่น-บด และการห่อบรรจุ-นึ่ง ที่มีการใช้ไฟฟ้าและก๊าซ LPG อันดับที่สามคือ กระบวนการกระจายสินค้า อันดับที่สุดคือ กระบวนการกำจัดของเสีย และสุดท้ายคือ กระบวนการบริโภค ที่ค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด ดังนั้น ควรหาวิธีลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตในส่วนของการใช้ไฟฟ้าขั้นตอนการผลิต เช่น หาแหล่งพลังงานทดแทนโดย การใช้แผงโซลาร์เซลล์และสร้างระบบการจัดเก็บพลังงานไว้ใช้ การเลือกบรรจุภัณฑ์ทางเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น เยื่อกระดาษเคลือบกันซึมที่สามารถรักษาคุณภาพหมุยได้ดี และย่อยสลายได้ในธรรมชาติ หรือบรรจุภัณฑ์ไบโอพลาสติกที่ทำจากพืช เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ที่สามารถย่อยสลาย

ได้ทางชีวภาพและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาแนวทางการใช้พลังงานหมุนเวียนในกระบวนการผลิต เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษเหลือของกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้ทดแทน LPG ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- ธีราพร ผลประเสริฐศรี และ จินตนา แซ่กี้. (2560). *การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก <https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4919/1/TeerapornPholprasertsri.pdf>.
- ฐานข้อมูลสถาบันอาหาร. (2539). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมุยอ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_475.pdf.
- รัตนารรรณ มั่งคั่ง. (2557). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสเพื่อสนับสนุนการจัดทำฐานข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก https://tarr.arda.or.th/preview/item/pp_zbCclXV4_qPxFmAd4o.
- สุชาดา อยู่แก้ว และ เมธิณี บุญสูง. (2561). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสด ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 13(2), 131–155.
- สุรัชย์ ณัฐ จันทร์ศรี และ อนุสรณ์ บุญปก. (2560ก). การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหมู: หม่ำหมู. *วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาร*. 39(1), 13-22.
- สุรัชย์ ณัฐ จันทร์ศรี และ อนุสรณ์ บุญปก. (2560ข). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ แก้ว. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชวมงคลชัยบุรี*, 15(1), 43-49.
- ศูนย์องค์ความรู้ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). *7 ชนิดก๊าซเรือนกระจกสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก <https://hub.mnre.go.th/th/knowledge/detail/65375>.

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2557). *แนวทางการประเมินการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/download/ts_7d45ab8fe8.pdf.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2565). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2567, จาก <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2566). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์* แป้งมันสำปะหลัง ทรายดอกเฟื่องฟ้า ขนาด 25 กิโลกรัม. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2568 จาก <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpVmpkSE5mWWhCd2NtOTJZV3c9&action=WkdWMFLXbHM¶m=TVRVNU5qVT0>.

การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ**โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน****THE DEVELOPMENT OF STRESS RELIEVING AND BRAIN EXERCISE GAMES
FOR THE ELDERLY PEOPLE AT KLONG DAN SUB-DISTRICT MUNICIPALITY
SCHOOL FOR THE ELDERLY PEOPLE**

วิวัฒน์ จูวราหะวงศ์* และ วรณวิสาข์ สุขปลั่ง

Wiwat juwarahawong* and Wanwisar Soogplang

สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Digital Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

Received: 13 January 2025

Revised: 30 March 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่อเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 3 เกม ได้แก่ เกมจับคู่ เกมคณิตคิดสนุก และเกมทายทายความจำ ใช้วิธีการพัฒนาระบบตามวงจรพัฒนาระบบงาน (SDLC) ใช้ภาษาโปรแกรม HTML CSS JavaScript และ PHP ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม ใช้โปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ใช้ Bootstrap Framework ในการจัดรูปแบบการแสดงผลเกมบนเบราว์เซอร์ (Web Browser) ในรูปแบบ Responsive Web Design การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบแล้วพบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเล่นเกมและเก็บข้อมูลการประเมินความพึงพอใจ

* Corresponding author: วิวัฒน์ จูวราหะวงศ์

E-mail: wiwat.j@dru.ac.th

ผลการวิจัย พบว่า 1) การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ ทั้ง 3 เกม มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.86 ($\bar{X}$ =3.86) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 (S.D.=0.74) ในภาพรวมการพัฒนาเกมมีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุ ทั้ง 3 เกม มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.91 ($\bar{X}$ =3.91) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 (S.D.=0.75) 2) ความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 เกม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.86 ($\bar{X}$ =3.86) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 (S.D.=0.73) ในภาพรวมผู้เล่นสามารถคลายเครียดกับการเล่นเกมได้ ทั้ง 3 เกม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.91 ($\bar{X}$ =3.91) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 (S.D.=0.72) และในภาพรวมผู้เล่นสามารถนำไปฝึกบริหารสมองในชีวิตประจำวันได้ ทั้ง 3 เกม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.98 ($\bar{X}$ =3.98) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76 (S.D.=0.76)

คำสำคัญ: เกมคลายเครียด, เกมบริหารสมอง, ผู้สูงอายุ

Abstract

The objectives of this research are 1) to develop stress relief and brain exercise games for the elderly at Khlong Dan Subdistrict Municipality School for the Elderly 2) To study the satisfaction of the elderly with stress relief and brain exercise games for the elderly at Khlong Dan Subdistrict Municipality School for the Elderly. Conducting research, the researcher developed 3 stress relief and brain exercise games for the elderly, including a matching game. Fun math game and memory challenging games Use the system development method according to the system development cycle (SDLC). Use the HTML CSS JavaScript PHP language program to develop game applications. Use the MySQL program to manage the database. Use the Bootstrap Framework as a program used to format the system. Render games on your browser in a Responsive Web Design format.

The development of this stress-relief and brain-training game for the elderly was evaluated by experts and found to have an IOC value between 0.67 and 1.00. The sample group played the game and collected satisfaction evaluation data. The results of the research found that 1) The development of 3 games to relieve stress and exercise the brain for the elderly were effective at a good level. The overall mean is 3.86 ($\bar{X}=3.86$), the standard deviation is 0.74 (S.D.=0.74). Overall, the game design and development are appropriate for the elderly. All 3 games have good performance. The overall mean is 3.91 ($\bar{X}=3.91$) and the standard deviation is 0.75 (S.D.=0.75). 2) Satisfaction with playing 3 games to relieve stress and exercise the brain for the elderly. Satisfaction level is good. The overall mean is 3.86 ($\bar{X}=3.86$) and the standard deviation is 0.73 (S.D.=0.73). Overall, players can relieve stress while playing games. All 3 games have a good level of satisfaction. The overall mean is 3.91 ($\bar{X}=3.91$), the standard deviation is 0.72 (S.D.=0.72) and overall, players can use it to practice brain exercise in their daily life. All 3 games have a level of satisfaction. at a good level the overall mean is 3.98 ($\bar{X}=3.98$) and the standard deviation is 0.76 (S.D.=0.76).

Keywords: Stress Relief Game, Brain Exercise Game, The Elderly

บทนำ

ในปัจจุบันสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นทุกประเทศ สหประชาชาติได้ให้คำนิยามว่าประเทศใดมีประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นสัดส่วนเกินร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศถือว่าเป็นสังคมผู้สูงอายุ โดยองค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่าระหว่างปี ค.ศ. 2006-2050 จะมีจำนวน ผู้สูงอายุทั่วโลก จำนวน 650 ล้านคนคิดเป็น ร้อยละ 11 ของประชากรโลก และในประเทศไทยพบว่า ผู้สูงอายุของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2565 มีมากถึง 12,116,199 คน คิดเป็น 18.3% ของประชากรทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 เป็น 0.5% (World Health Organization, 2010)

ผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่อัตราการเกิดกลับลดลงและมีอัตราที่เข้ามา สถานการณ์เด็กเกิดใหม่ของประเทศไทยขณะนี้ต่ำกว่า 600,000 รายต่อปี และในปี พ.ศ. 2565 มีอัตราการเกิดอยู่ที่ 0.18% ถือเป็นจำนวนที่ค่อนข้างน้อย (Marketeer Team, 2022) ทั้งนี้เป็นเพราะปัจจัยส่วนหนึ่ง คือ สภาพเศรษฐกิจที่ทำให้คนไม่มั่นใจว่าจะมีทรัพย์สินรองรับค่าใช้จ่ายของบุตรได้เพียงพอ รวมถึงค่านิยมที่เปลี่ยนไป ผู้หญิงออกทำงานนอกบ้านเหมือนฝ่ายชายทำให้ไม่มีเวลา และคนส่วนใหญ่มีค่านิยมรักอิสระมากขึ้นไม่ยอมรับผิดชอบมากมาย และสภาพสังคมด้านต่าง ๆ ที่คนจะเป็นพ่อแม่วัยรู้สึกไม่มั่นใจ

เมื่อมีผู้สูงอายุมากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในหลายด้าน คือ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านสังคม เมื่อสมรรถภาพร่างกายลดลง ทำให้ความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองหรือกิจวัตรประจำวันเป็นไปได้อย่างลำบากจะส่งผลกระทบทางจิตใจ เกิดความเครียด เกิดความไม่มั่นใจในตัวเอง หดหู่กับสภาพตัวเอง อีกทั้งยังทำให้ผู้สูงอายุไม่กล้ามีสังคมหรือมีกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นการที่ผู้สูงอายุจะมีความสุขจำเป็นต้องเอาใจใส่ดูแลตนเองให้มากขึ้น โดยเฉพาะการสร้างคุณค่าให้กับตนเอง สามารถพึ่งพาตนเองได้ จะได้ดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ เกิดความสุขในชีวิต ต้องมีสุขภาพจิตที่ดี ไม่เครียด มีการบริหารสมอง มีความภาคภูมิใจ ความพึงพอใจในตัวเอง ไม่ละทิ้งความรู้ ความสามารถของตน ทำตนให้เป็นคนมีค่า มีประโยชน์ต่อผู้อื่น ต้องเข้าสังคม คบหาสมาคมกับผู้อื่น ไม่อยู่อย่างว่าเหว หงอยเหงา (กรมอนามัย, 2561)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวคิดในการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โดยพิจารณาพื้นที่ให้บริการทางวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ครอบคลุมจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีมีความร่วมมือทางด้านวิชาการกับเทศบาลตำบลคลองด่าน ผู้วิจัยจึงได้ประสานกับทางผู้อำนวยการโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน เพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บข้อมูลในการวิจัยการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน โดยผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการวิจัยจะต้องมีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป มีความพร้อมและสามารถใช้อุปกรณ์สื่อสารพกพา (มือถือ) ได้ และอยู่ในโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน ซึ่งการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองนี้จะเป็นตัวช่วยในการบริหารสมอง ฝึกทักษะการแก้ปัญหา ช่วยในกระบวนการคิด หรือพัฒนาสมอง และจะใช้เกมเพื่อช่วยลดความเครียด โดยเกมที่พัฒนานี้จะสามารถเล่นเกมได้ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต ได้ทุกที่ ทุกเวลา ทุกอุปกรณ์ (Mobile Device) เพื่อให้ผู้สูงอายุได้พัฒนาศักยภาพให้เกิดการมองเห็นคุณค่าในตนเอง สามารถ

เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ เป็นแหล่งข้อมูลที่เกิดจากการสะสมประสบการณ์มายาวนาน และถ่ายทอดภูมิปัญญาให้แก่ลูกหลานเพื่อเสริมสร้างคุณค่าให้กับสังคมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยไว้ ดังนี้

1. การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

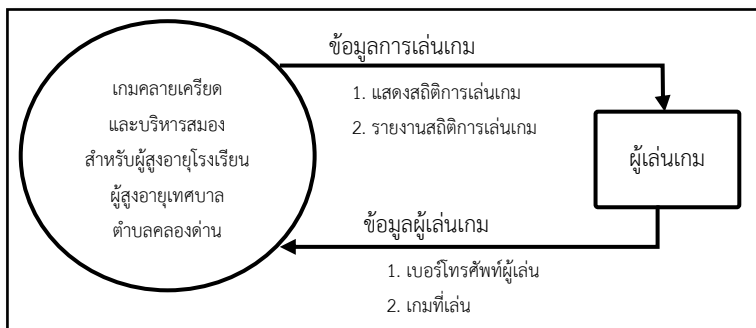
ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการเรียนรู้และการใช้สื่อด้านเทคโนโลยีของผู้สูงอายุจะมีปัจจัยอยู่หลายด้าน เช่น ด้านคุณภาพชีวิตและสุขภาพ ช่วยปรับปรุงและส่งเสริมคุณภาพชีวิต ช่วยการฟื้นฟูสมรรถนะของผู้สูงอายุ ช่วยส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีความรู้สึกว่าตนเองมีประสิทธิภาพ ไม่พึ่งพาผู้อื่น (สมาน ลอยฟ้า, 2554) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการ งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุและการออกแบบเกมสำหรับกลุ่มเป้าหมายนี้ เพื่อนำมาจัดทำข้อกำหนดสำหรับการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองในโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน โดยมุ่งเน้นความถูกต้อง กระชับ และครบถ้วน เพื่อให้การพัฒนาเกมตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การวิเคราะห์ระบบ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้รวบรวมแล้วทำการพัฒนาระบบเกมดังนี้

- 1) เกมท้าทายความจำ เป็นเกมให้ผู้เล่นเกิดการเคลื่อนไหว การพัฒนาด้านความจำ เป็นเครื่องมือช่วยป้องกันการเสื่อมของสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ช่วยพัฒนาความกระตือรือร้น ฝึกฝนความจำ ช่วยในการมองเห็น การได้ยิน การทำงานของสมอง
- 2) เกมจับคู่ ได้รับการพัฒนาเพื่อเสริมทักษะการมองเห็น ความไวในการตอบสนอง และความจำ โดยมุ่งเน้นการกระตุ้นการทำงานของสมองในผู้สูงอายุ และ
- 3) เกมคณิตคิดสนุก ช่วยส่งเสริมทักษะการคิด วิเคราะห์ การอ่าน และความจำ พร้อมทั้งชะลอภาวะสมองเสื่อม โดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำเป็นแผนภาพ โดยสามารถอธิบายเป็นลำดับได้ดังนี้

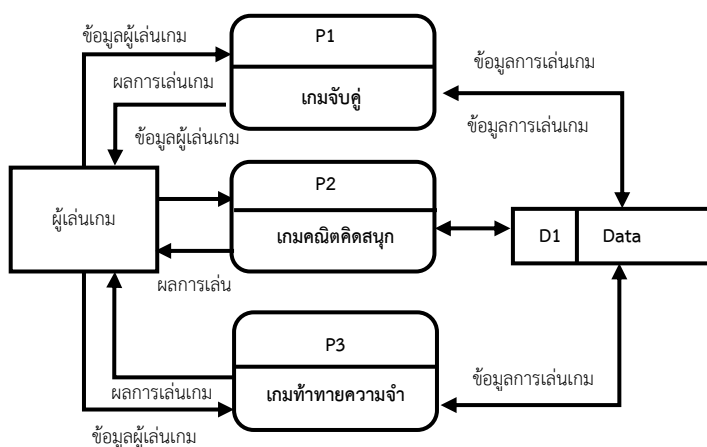
2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ (Context Diagram)



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ (Context Diagram)

จากรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน และผู้เล่นเกม (ผู้สูงอายุ) ซึ่งผู้เล่นเกมจะต้องระบุข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ และเลือกเกมที่ต้องการจะเล่น จากนั้น ระบบจะทำการประมวลผล โดยนำเกมที่ผู้เล่นเลือกมาให้ผู้เล่นได้เล่นเกม และเมื่อผู้เล่นเสร็จสิ้นการเล่นเกมแล้วจะแสดงผลเพื่อให้ผู้เล่นทราบ

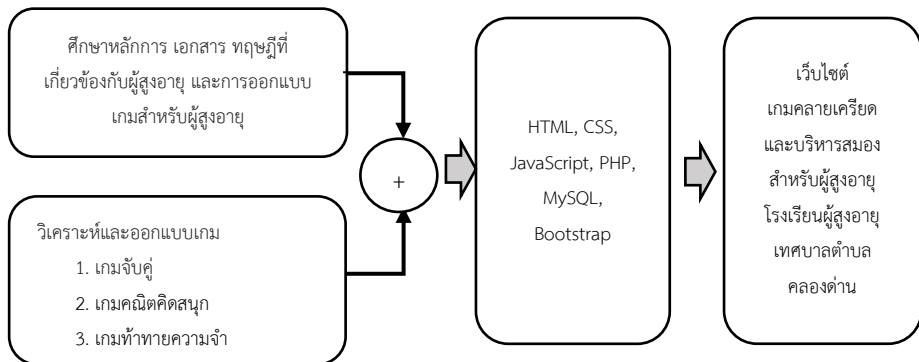
2.2 แผนภาพแสดงลำดับการทำงานของระบบ (Data Flow Diagram)



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงลำดับการทำงานของระบบ (Data Flow Diagram)

3. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาเกมนั้น ผู้วิจัยใช้ภาษาโปรแกรม HTML CSS JavaScript และ PHP ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม ใช้โปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ใช้ Bootstrap Framework ที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผลเกมบนเบราว์เซอร์ในรูปแบบ Responsive Web Design การพัฒนาเกมคล้ายคลึงและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน มีการพัฒนาระบบเกม ดังนี้



รูปที่ 3 กระบวนการพัฒนาระบบเกม

3.1 เกมจับคู่

การพัฒนาเกมจับคู่ ระบบจะให้ผู้เล่นเลือกกระดานการเล่น เกม โดยจะเริ่มจากง่ายไปยาก จำนวนทั้งสิ้น 3 ระดับ เมื่อเลือกกระดานการเล่นแล้ว เกมจะเริ่มจับเวลาและให้ผู้เล่นทำการสุ่มเปิดภาพทีละ 2 ภาพ เมื่อผู้เล่นเปิดภาพทั้ง 2 ภาพแล้ว ให้ผู้เล่นทำการจำภาพและตำแหน่งของภาพว่าอยู่ที่ใด ถ้าภาพที่สุ่มเปิดขึ้นมาเป็นภาพที่เหมือนกันก็จะได้คะแนน และจะทำการสุ่มเปิดภาพต่อไป ถ้าภาพที่เปิดไม่เหมือนกัน ผู้เล่นก็จะทำการสุ่มเปิดภาพทีละ 2 ภาพใหม่ ทำวนไปจนกระทั่งผู้เล่นเปิดภาพที่เหมือนกัน 2 ภาพ จนหมดตามจำนวนที่กำหนดวัตถุประสงค์ของการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เล่นเกม ได้รับความสนุกในการเล่น เกม ช่วยผ่อนคลายความเครียด ฝึกการรับรู้ ได้รู้จักการวางแผนและเพิ่มทักษะการใช้ความจำให้กับผู้เล่นเกม

3.2 เกมคณิตคิดสนุก

การพัฒนาเกมคณิตคิดสนุก เป็นเกมการคำนวณตัวเลข ให้ผู้เล่นทำการเลือกเล่น ได้ว่าจะใช้การคำนวณแบบใด ระหว่าง บวก ลบ และคูณ โดยเกมจะทำการสุ่มตัวเลขจำนวน

2 ตัว แล้วเข้าสมการกับตัวคำนวณ (บวก ลบ คูณ) แล้วให้ผู้เล่นเกมได้ตอบว่า สมการดังกล่าว คำตอบที่ได้คืออะไร ถ้าตอบผิดผู้เล่นต้องตอบคำถามใหม่จนถูกต้อง แล้วเกมจะผ่านไปข้อต่อไป เล่นเกมวนไปจนหมด โดยเกมจะใช้เวลาในการเล่นทั้งหมด 60 วินาที เมื่อครบเวลาก็จะสรุปคะแนนการเล่น เกม วัตถุประสงค์ของการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เล่นเกมได้รับความสนุกในการเล่น เกม ช่วยผ่อนคลายความเครียด ฝึกการมีสมาธิและบริหารสมองช่วยในเรื่องการคิด คำนวณ ให้กับผู้เล่นเกมได้

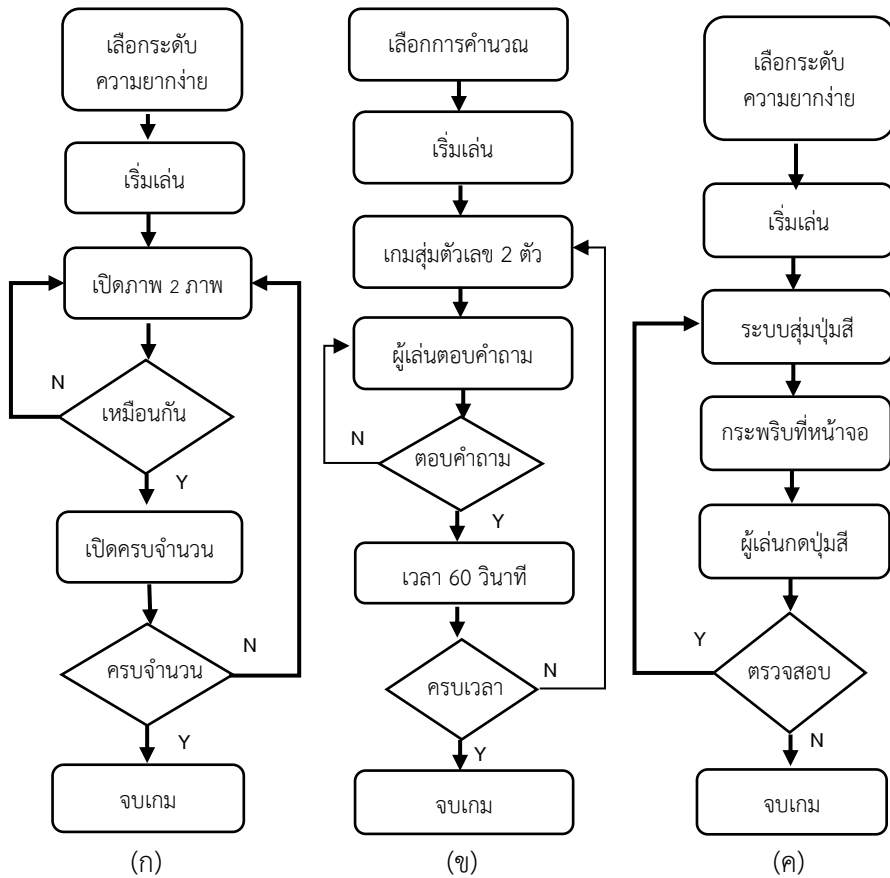
3.3 เกมท้าทายความจำ

เกมท้าทายความจำ ระบบจะให้ผู้เล่นเลือกระดับการเล่น เกม โดยจะเริ่มจากง่าย ไปยาก จำนวนทั้งสิ้น 3 ระดับ เมื่อเลือกระดับการเล่นแล้ว ผู้เล่นจะเริ่มเล่นเกม โดยปุ่มสี จะกระพริบปรากฏบนหน้าจอ ซึ่งการกระพริบของปุ่มสี จะเริ่มที่การกระพริบ 1 ครั้ง ผู้เล่น ต้องจำปุ่มสีที่กระพริบ และกดปุ่มสีตาม ถ้ากดปุ่มสีไม่ตรงกันหรือจำนวนครั้งไม่เท่ากับปุ่มสีที่ กระพริบถือว่าจบเกม แต่ถ้ากดปุ่มสีและจำนวนครั้งของปุ่มสีที่กระพริบถูกต้อง เกมจะทำการ สุ่มเพิ่มปุ่มสีอีก 1 ปุ่มสี ผู้เล่นต้องจำปุ่มสีที่กระพริบบนหน้าจอแล้วกดปุ่มสีตาม เกมจะทำการ เล่นวนลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ วัตถุประสงค์ของการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เล่นเกมได้รับความสนุกใน การเล่นเกม ช่วยผ่อนคลายความเครียด ฝึกการรับรู้และเพิ่มทักษะการใช้ความจำให้ผู้เล่นเกม

3.4 ระบบฐานข้อมูลการเล่น

การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ นั้น ผู้วิจัยได้ทำการ จัดเก็บข้อมูลการเล่นทุกเกมของผู้เล่นเกมทุกคนเป็นประวัติและสถิติไว้ เพื่อแสดงถึงจำนวน ครั้งของการเล่นเกม พัฒนาการการเล่นของผู้เล่นเกม รวมถึงทำให้เกิดแรงจูงใจในการเล่น และจะได้มีการบริหารสมองของผู้เล่นเกมด้วย การพัฒนาฐานข้อมูลมีดังนี้

โครงสร้างฐานข้อมูลในการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ มีรายละเอียดดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 กระบวนการพัฒนาเกม (ก) เกมจับคู่ (ข) เกมคณิตคิดสนุก (ค) เกมท้าทายความจำ

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	game_id	varchar(1)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
3	game_level	varchar(1)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
4	user_id	varchar(10)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
5	points	int(11)			No	None			Change Drop More
6	times	int(11)			No	None			Change Drop More
7	date_playgame	varchar(15)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
8	playtime	varchar(8)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More

รูปที่ 5 โครงสร้างฐานข้อมูลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

4. ประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบ

4.1 ประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ

1) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการศึกษาหรือสังคม 2) เป็นผู้เชี่ยวชาญทางการวิจัย หรือ 3) เป็นผู้มีความรู้ประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีอย่างน้อย 5 ปีขึ้นไป ช่วยพิจารณาความเที่ยงตรง (Validity) ในด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้ภาษา และความชัดเจนของคำถามในแบบสอบถาม เพื่อให้แบบสอบถาม สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามความประสงค์ของผู้วิจัย ด้วยแบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน โดยแบ่งคำถามออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านข้อมูลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ และด้านข้อมูลความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 มีประสิทธิภาพมากที่สุด 4 มีประสิทธิภาพมาก 3 มีประสิทธิภาพปานกลาง 2 มีประสิทธิภาพน้อย และ 1 มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด ค่า IOC ที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 สรุปได้ว่า เนื้อหา การใช้ภาษาและโครงสร้างของแบบสอบถามเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทำการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่าของ Likert Scales 5 ระดับ (Likert, 1967)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ประชากรผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่านในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 จำนวนทั้งสิ้น 123 คน โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยจะต้องมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีความพร้อมและสามารถใช้อุปกรณ์สื่อสารพกพา (มือถือ) ได้ โดยการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการของยามาเน่ (Yamane, 1973) มีค่าเท่ากับ 94 คน

4.2 ประเมินคุณภาพของระบบ

4.2.1 ประเมินการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุนั้นมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากน้อยเพียงใด โดยผู้ประเมินได้แก่ผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน

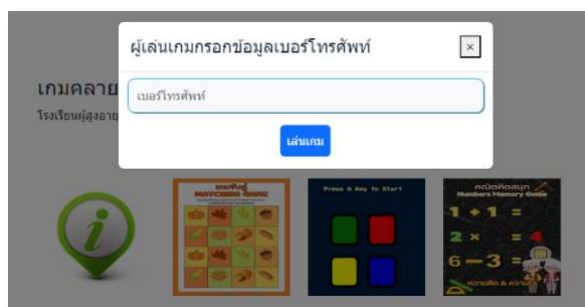
4.2.2 ประเมินความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ เป็นการประเมินเพื่อศึกษาว่าการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ มีความพึงพอใจในการเล่นตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากน้อยเพียงใด เช่น เกมสามารถคลายเครียดได้ เกมสามารถช่วยบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุได้ เกมมีความสุข โดยผู้ประเมินได้แก่ผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

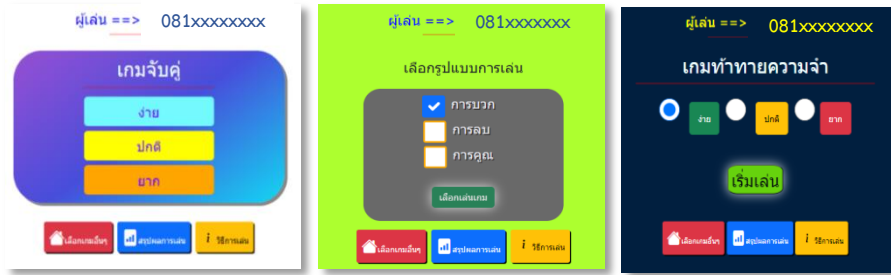
1. ผลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน ได้ผลการออกแบบหน้าจอดังนี้



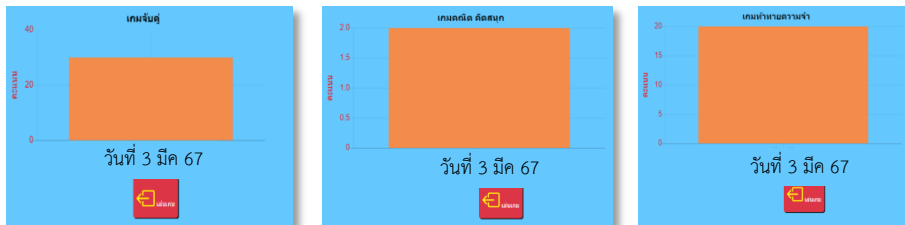
รูปที่ 6 ผลการออกแบบหน้าจอหลัก



รูปที่ 7 ผลการออกแบบการนำข้อมูลเข้าระบบ



รูปที่ 8 ผลการออกแบบหน้าจอหลักของเกม 3 เกม



รูปที่ 9 การออกแบบหน้าจอสรุปผลการเล่นเกม

2. ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

สรุปผลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 เกมพบว่า ในภาพรวมการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 เกม มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=3.86$, $S.D.=0.74$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

การพัฒนาเกมคลายเครียดและ บริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ	เกมจับคู่			คณิตคิดสนุก			ท้าทายความจำ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล
1. การเล่นเกมสามารถเล่นได้หลาย อุปกรณ์	3.85	0.75	ดี	3.81	0.79	ดี	3.70	0.65	ดี
2. เกมใช้งานง่ายและมีความ น่าสนใจ	3.88	0.73	ดี	3.69	0.73	ดี	3.77	0.71	ดี
3. เกมมีการเลือกระดับความยาก ง่าย	3.88	0.73	ดี	3.77	0.81	ดี	3.73	0.64	ดี
4. เกมมีภาพประกอบที่ชัดเจน	3.96	0.69	ดี	3.90	0.70	ดี	3.90	0.84	ดี
5. เกมมีภาพประกอบที่เหมาะสม	3.97	0.65	ดี	3.98	0.64	ดี	3.88	0.80	ดี
6. เกมมีเสียงประกอบที่เหมาะสม	3.80	0.68	ดี	3.83	0.56	ดี	3.93	0.72	ดี
7. เกมมีสีสันโดยรวมที่เหมาะสม	3.84	0.77	ดี	3.94	0.67	ดี	3.76	0.80	ดี
8. เกมมีการใช้ภาษาและสื่อสารได้ ชัดเจน	3.90	0.79	ดี	3.94	0.73	ดี	3.88	0.79	ดี
9. การจัดวาง ข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหวในตำแหน่งที่ เหมาะสม	4.02	0.75	ดี	3.89	0.75	ดี	3.76	0.67	ดี
10. คำอธิบายวิธีการเล่นเกม เข้าใจ ง่าย	3.96	0.79	ดี	3.89	0.81	ดี	3.76	0.74	ดี
11. การออกแบบและพัฒนาเกมมี ความเหมาะสมกับผู้สูงอายุ	4.02	0.75	ดี	3.95	0.74	ดี	3.77	0.74	ดี
ภาพรวม	3.92	0.73	ดี	3.87	0.73	ดี	3.80	0.74	ดี
ภาพรวมการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 เกม	3.86	0.74	ดี						

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

สรุปผลความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 เกมพบว่า ในภาพรวมความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุเกมทั้ง 3 เกมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=3.86$, S.D.=0.73) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

การพัฒนาเกมคลายเครียด และบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ	เกมจับคู่			คณิตคิดสนุก			ทำทายความจำ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล
1. ผู้เล่นรู้สึกเชื่อมั่นว่าตัวเอง สามารถเล่นเกมได้	4.01	0.80	ดี	3.86	0.73	ดี	3.82	0.79	ดี
2. ผู้เล่นรู้สึกว่าตัวเองสามารถ เล่นเกมได้ดีและมี ประสิทธิภาพ	3.90	0.72	ดี	3.82	0.69	ดี	3.63	0.79	ดี
3. ผู้เล่นมีความภาคภูมิใจที่ สามารถเล่นและแก้ปัญหา ได้	3.86	0.68	ดี	3.94	0.67	ดี	3.77	0.78	ดี
4. ผู้เล่นมีความตื่นเต้น และมี ความสนุกกับเกม	3.87	0.69	ดี	3.82	0.69	ดี	3.73	0.71	ดี
5. ผู้เล่นได้รับความบันเทิง จากการเล่นเกม	3.87	0.69	ดี	3.86	0.67	ดี	3.71	0.74	ดี
6. ผู้เล่นสามารถคลายเครียด กับการเล่นเกมได้	3.89	0.71	ดี	3.90	0.64	ดี	3.95	0.79	ดี
7. ผู้เล่นสามารถนำไปฝึก บริหารสมองใน ชีวิตประจำวันได้	3.97	0.73	ดี	3.95	0.68	ดี	4.01	0.86	ดี
ภาพรวม	3.91	0.72	ดี	3.88	0.68	ดี	3.80	0.79	ดี
ภาพรวมความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมอง สำหรับผู้สูงอายุเกมทั้ง 3 เกม							3.86	0.73	ดี

3. อภิปรายผล

3.1 ด้านการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

จากการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้สูงอายุ ผลปรากฏว่าการพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ ทั้ง 3 เกม ได้แก่ เกมจับคู่ เกมคณิตคิดสนุก และเกมทำทายความจำ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีทั้งหมด

สอดคล้องกับงานวิจัยของรัชชานันท์ ศรีสุภักดิ์ และ ประภากร ศรีสว่างวงศ์ (2563) พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถตอบสนองต่อความต้องการได้ในระดับดี ระบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ระบบมีความง่ายในการใช้งาน

สอดคล้องกับงานวิจัยของวันเฉลิม พรหมสร และคณะ (2563) การออกแบบแอปพลิเคชันเกมสื่อกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยใช้ป้องกันภาวะสมองเสื่อม ชนิดอัลไซเมอร์ ข้อค้นพบ ที่ได้คือโมเดลที่สามารถนำไปใช้สำหรับการออกแบบแอปพลิเคชันเกมส์สำหรับผู้สูงอายุไทยใช้กระตุ้นให้เกิดการออกกำลังกายนำไปสู่การพัฒนาาระบบสมอง ด้านหน้าที่รู้คิด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ความสนุกสนานในการออกกำลังกาย ช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุไทยให้ดีขึ้นไม่ถูกตัดขาดทางสังคมและเพิ่มทางเลือกในการป้องกันภาวะสมองเสื่อม

3.2 ด้านความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ

จากการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้สูงอายุ ผลปรากฏว่าความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ ทั้ง 3 เกม ได้แก่ เกมจับคู่ เกมคณิตคิดสนุก และเกมทำทายความจำ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีทั้งหมด

สอดคล้องกับงานวิจัยของอานนท์ บัวศรี (2558) พัฒนาเกมบนบราวเซอร์ เพื่อลดความเครียดในผู้สูงอายุ สามารถช่วยลดความเครียดให้ผู้สูงอายุได้ คิดเป็นร้อยละ 28

สอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณก นาเครือ และ บุชบา แพงบุปผา (2563) เกมฝึกสมองสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงสมองเสื่อม ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถภาพสมองของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงสมองเสื่อมหลังเล่นเกมฝึกสมองมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเล่นเกมฝึกสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ทักษะการใช้เทคโนโลยีของผู้สูงอายุ มีความสามารถไม่เท่ากัน อาจส่งผลต่อการใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย ควรจำแนกกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุตามเงื่อนไขต่างๆ เพิ่มเติม เช่น อาชีพ สภาพร่างกาย เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่อเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุโรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน การพัฒนาเกมใช้โปรแกรมภาษา HTML CSS JavaScript PHP ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเกม ใช้โปรแกรม MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ใช้ Bootstrap Framework เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผลเกมบนเบราว์เซอร์ในรูปแบบ Responsive Web Design ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่าน และความพึงพอใจต่อการเล่นเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ อยู่ในระดับดีเหมือนกัน สรุปได้ว่าเกมคลายเครียดและบริหารสมองสำหรับผู้สูงอายุ โรงเรียนผู้สูงอายุเทศบาลตำบลคลองด่านที่พัฒนาขึ้นมามีคุณภาพดี

เอกสารอ้างอิง

- กรกนก นาเครือ และ บุษบา แพงบุปผา. *เกมฝึกสมองสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงสมองเสื่อม*. (รายงานการวิจัย). ราชบุรี: ศูนย์อนามัยที่ 5.
- กรมอนามัย. (2561). *คู่มือการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุและป้องกันภาวะสมองเสื่อมสำหรับผู้เจ้าหน้าที่ “ไม่ล้ม ไม่ลืม ไม่ซึมเศร้า กินข้าวอร่อย”*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- รัชชานันท์ ศรีสุภักดิ์ และ ประภากร ศรีสว่างวงศ์. (2563). พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแนะนำการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 29(2), 230-239.
- วันเฉลิม พรหมศร, บุญชู บุญลิขิตศิริ และ ปรัชญา แก้วแก่น. (2563). การออกแบบแอปพลิเคชันเกมส่อกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยใช้ป้องกันภาวะสมองเสื่อมชนิดอัลไซเมอร์. *วารสารสารสนเทศศาสตร์*, 38(4), 21 – 41.
- สมาน ลอยฟ้า. (2554). ผู้สูงอายุกับเทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารสารสนเทศศาสตร์*, 29(2), 57-58.
- อานนท์ บัวศรี. (2558). *พัฒนาเกมบนบราวเซอร์ เพื่อลดความเครียดในผู้สูงอายุ*. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). สงขลา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- Likert, R. (1967). *The Method of Constructing and Attitude Scale*. In *Reading in Fishbein, M (Ed.), Attitude Theory and Measurement*. New York: Wiley & Son.
- Marketeer Team. (2022). *ผู้สูงอายุ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2566, จาก <https://marketeeronline.co/archives/272771>.
- World Health Organization. (2010). *Home-based long-term care*. In Report of a WHO Study Group: Home – Based Long – Term Care. Geneva: World Health Organization.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introduction analysis*. (3rd ed.). New York: Harper and Row.

กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า NURSERY POTS FROM GRASS SCRAPS

โยธิน กัลยาเลิศ^{1,*}, ปัญญธิดา กาเยาว², ขนิษฐา ภมรพล¹ และ เอกชัย เสรีเจริญ¹
Yotin kallayalert^{1,*}, Punyathida Kayao², Kanittha Pamopol¹
and Ekachai Chongsereechoen¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

² สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

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

² School of Health Science, Mae Fah Luang University

Received: 27 February 2025

Revised: 1 April 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

การศึกษากระถางเพาะชำจากเศษหญ้า โดยนำเศษหญ้าที่เหลือจากการปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี มาทำเป็นกระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้จากหญ้าที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ โดยนำกาวลาเท็กซ์ขนาด 10 กรัม ผสมน้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร แล้วนำเศษหญ้าที่ผ่านคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกมาผสมกับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 9 : 1, 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 โดยมวล ใช้แรงอัดจากแม่แรง 1 ตัน และให้ความร้อนที่แบบอัดกระถางที่ 120 องศาเซลเซียสในการขึ้นรูปกระถางเป็นเวลา 3 นาที แล้วศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า โดยศึกษาอัตราส่วนผสมของเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ที่มีผลต่อการขึ้นรูปเป็นกระถาง ค่าการดูดซับน้ำของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ค่าความต้านทานแรงกดของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า จากการศึกษาอัตราส่วนผสมเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ที่มีผลต่อการขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า พบว่า

* Corresponding author: โยธิน กัลยาเลิศ

E-mail: yotin@vru.ac.th

อัตราส่วน 6 : 4 และ 7 : 3 สามารถขึ้นรูปได้ดี แต่อัตราส่วน 9 : 1 ไม่สามารถขึ้นรูปได้ อัตราส่วนผสมเศษหญ้ากับกาวลาเท็กซ์ที่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า อัตราส่วน 9 : 1 มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุดร้อยละ 329.37 สำหรับอัตราส่วนผสมเศษหญ้ากับกาวลาเท็กซ์ที่มีค่าความต้านทานแรงกดของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า พบว่า อัตราส่วน 6 : 4 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 1.00 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 4.0 มิลลิเมตร และผลการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า พบว่า อัตราส่วน 6 : 4 ปลดปล่อย 3.271 kgCO_{2eq} มีค่าน้อยที่สุด หากมีการลดการเดินทางจะเหลือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.502 kgCO_{2eq}

คำสำคัญ: กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า, วัสดุธรรมชาติ, การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Abstract

The nursery pots made from grass remnants was studied. The grass scraps, leftover from landscaping at Valaya Alongkorn Rajabhat University, Pathum Thani Province, were used for making biodegradable nursery pots from natural materials. These eco-friendly pots help reduce plastic use, mitigate global warming, and enhance value to waste materials. By mixing 10 g of latex glue with 300 ml of water, and then combining the purified grass scraps with the glue in the ratios of 9:1, 8:2, 7:3, and 6:4 by mass, subsequently compressing with 1-ton hydraulic press and heating the mold at 120 °C for 3 min, this investigation examined the impact of various mixing ratios of grass scraps and latex glue on the forming, the water absorption and the compression strength of the produced seedling pots. The study revealed that the mixture ratio of grass scraps to latex glue at 6:4 and 7:3 was feasible however a 9:1 ratio was impractical for pot production. The water absorption value of the pots over a period of 1 hour showed that the mixture ratio of grass scraps to latex glue at a ratio of 9:1 had the highest water absorption value at 329.37%. The compression

strength of the seedling pots made from grass scraps showed that the mixture ratio of 6:4 had the best compressive strength at 1.00 MPa with a compression elasticity of 4.0 mm. Moreover, the assessment of greenhouse gas emissions from grass clippings in nursery pots showed a 6:4 ratio produces 3.271 kgCO_{2eq}, which is the lowest value. In addition, if travel is restricted, greenhouse gas emissions will amount to 0.502 kgCO_{2eq}.

Keywords: nursery pots from grass scraps, natural materials, greenhouse gas emissions.

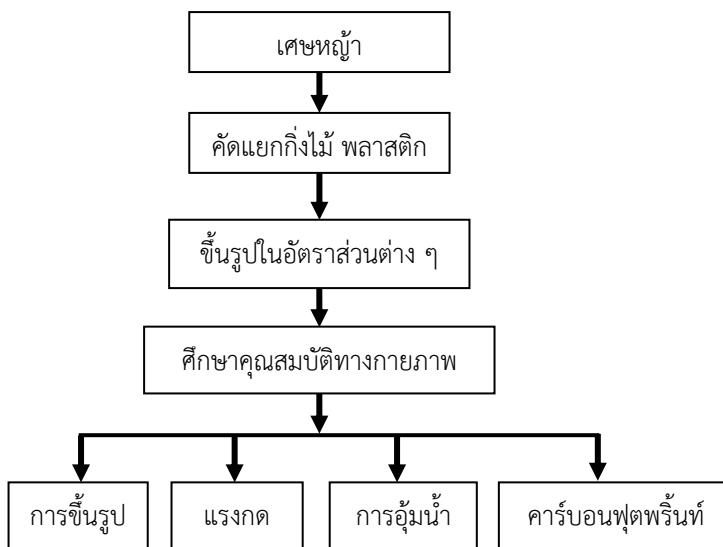
บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่ามีการใช้วัสดุพลาสติกเพื่อผลิตเป็นกระถางเพาะปลูกเพิ่มขึ้น จนเป็นปัญหาของสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการผลักดันให้มีการพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์แทนพลาสติก เนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ มักถูกทิ้งเป็นขยะที่สร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นขยะพลาสติกที่ย่อยสลายได้ยาก (ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และคณะ, 2548) จะถูกกำจัดโดยการเผา ซึ่งอาจก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซพิษจำนวนมาก เป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ นำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม (เตือนใจ ปิยัง และคณะ, 2561) เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเป็นปัญหาอีกจำพวกหนึ่งที่กลายเป็นขยะ ที่มีวิธีการจัดการคือการนำไปทิ้งหรือให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ กลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน หรือเผาทิ้งทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เป็นสาเหตุที่สำคัญทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Ioannidou & Zabaniotou, 2007) จึงมีการวิจัยหรือสนับสนุนให้มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมออกมามากขึ้น โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ทางการเกษตรที่ย่อยสลายได้ เช่น ถังเพาะชำจากยางพารา ถังเพาะชำจากกากถั่วเหลือง ถังเพาะชำจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งสามารถย้ายปลูกหรือฝังลงในดินได้เลย แต่พบว่ายังคงมีราคาที่สูงและแพงและโดยเฉพาะการทำถังเพาะชำจากยางพาราส่วนใหญ่ยังคงต้องใช้สารเคมีบางอย่างเพื่อไม่ให้น้ำเกิดการแข็งตัว ดังนั้นทางเลือกของการผลิตกระถางเพาะชำที่ย่อยสลายได้ทีผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งทาง

การเกษตร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นอกจากจะช่วยให้เกษตรกรประหยัดต้นทุน (วรลักษณ์ แยมวงศ์, 2563)

เศษหญ้าจากการปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ในส่วนราชการ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่มีปริมาณมาก (กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ม.ป.ป.; ภัทริยา นวลโย, 2562 สามารถช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินหลังการย่อยสลายไปตามธรรมชาติ วัสดุที่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นกระถางเพาะต้นไม้ได้นั้น ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นวัสดุที่มีเส้นใย ที่ช่วยในการยึดเกาะ เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับกระถางต้นไม้ที่ผลิตขึ้น และที่สำคัญเป็นการยืดอายุการใช้งานของกระถางต้นไม้ให้มากขึ้น กระถางที่ผลิตขึ้นสามารถนำปลูกลงดินไปพร้อมกับต้นไม้ได้เลย โดยไม่ต้องนำกระถางออก และวัสดุที่นำมาผลิตนั้นก็เลย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยสำหรับพืชไปด้วย (กิตติชัย โสพันนา และคณะ, 2554)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเศษหญ้าที่เหลือจากการปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ ภูโลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี มาทำเป็นกระถางเพาะชำจากหญ้าที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดขยะจากถุงพลาสติก ช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งสอดคล้องกับ “โมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว” หรือ “BCG” (Bio-Circular-Green Economy) ที่มีเป้าหมาย คือ การปกป้องสิ่งแวดล้อม การลดปัญหาโลกร้อน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บรวบรวมเศษหญ้าจากการปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี และคัดแยกกิ่งไม้ พลาสติกที่ปนมากับเศษหญ้า



รูปที่ 2 เศษหญ้าที่ผ่านคัดแยกสิ่งปนเปื้อน

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระถาง

1. ศึกษาการขึ้นรูปกระถาง โดยนำกาวลาเท็กซ์ (กิตติชัย โสพันนา และคณะ, 2554) ขนาด 10 กรัม ผสมน้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร แล้วนำเศษหญ้าที่ผ่านคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกมา ผสมกับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 9 : 1, 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 โดยมวล ใช้แรงอัดจากแม่แรง 1 ตัน และให้ความร้อนที่แบบอัดกระถางที่ 120 องศาเซลเซียสในการขึ้นรูปกระถาง เป็นเวลา 3 นาที



ก. กระถางที่ขึ้นรูปแล้ว



ข. เครื่องอัดกระถาง

รูปที่ 3 ก. กระถางที่ขึ้นรูปแล้ว และ ข. เครื่องอัดกระถาง

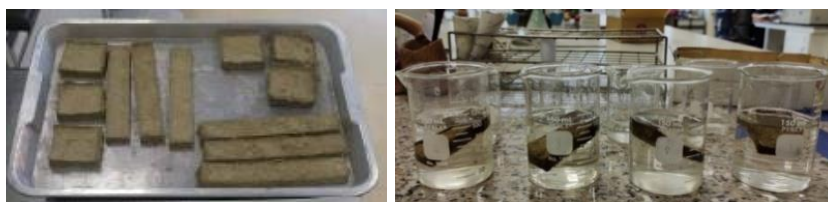
2. ศึกษาแรงกด โดยทดลองอัดเศษหญ้าที่ผ่านคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกมาผสมกับ กาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 9 : 1, 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 โดยมวล ใช้แรงอัดจากแม่แรง 1 ตัน ให้มีขนาด 2.5 x 15 x 0.5 ซม. แล้วนำไปอบลมร้อนที่แบบอัดกระถางที่ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำมาทดสอบแรงกด



รูปที่ 4 การศึกษาแรงกด

3. ศึกษาอัตราการอุ้มน้ำ โดยทดลองอัดเศษหญ้าที่ผ่านคัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกมาผสมกับกาวลาเท็กซ์ ในอัตราส่วน 9 : 1, 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 โดยมวล ใช้แรงอัดจากแม่แรง 1 ตัน ให้มีขนาด 5 x 5 x 0.5 ซม. แล้วนำไปอบลมร้อน ที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง วัดมวลก่อนนำไปแช่น้ำเปล่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้ววัดมวล เปรียบเทียบร้อยละการดูดซับน้ำ โดยใช้สมการ

$$\left(\frac{\text{มวลเปียก} - \text{มวลแห้ง}}{\text{มวลแห้ง}} \right) \times 100$$



รูปที่ 5 อัดเศษหญ้าให้มีขนาด 5 x 5 x 0.5 ซม. แล้วนำไปแช่น้ำเปล่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า เพื่อประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า คำจำกัดความของหน่วยการทำงาน (functional unit) กระถางหญ้าแบบกลมหนึ่งใบขนาด 3 นิ้ว มวล 300 กรัม

ขอบเขตของระบบ คือ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งานทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนการสกัดวัตถุดิบ (Cradle) จนถึงขั้นตอนการกำจัดขยะ (Grave) (Cradle to Grave) โดยในงานวิจัยนี้ ทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตตลอดอายุการใช้งาน ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต วัตถุดิบ การขนส่ง การใช้งาน และการกำจัด เพื่อคำนวณภาพรวมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กระบวนการผลิตปล่อยออกมาโดยใช้ค่าแฟคเตอร์ในการคำนวณ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการเพาะชำจากเศษหญ้า

ประเภทของข้อมูล	รายการ	รายละเอียด	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO _{2eq} /หน่วย)	หน่วย	อ้างอิง
ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ	หญ้า	การจัดขยะมูลฝอยชุมชน แบบเทกอง	-1.0388	Kg	อบก (2565)
	น้ำประปา	น้ำประปา-การประปา ส่วนภูมิภาค	0.541	m3	อบก (2565)
	กาวลาเท็กซ์	Natural Rubber Latex 60% DRC	1.97	kg	Thaitex (2561)
ข้อมูลการใช้พลังงาน	อัดขึ้นรูปกระถาง	ไฟฟ้า	0.5986	kWh	อบก (2565)
ข้อมูลการขนส่ง	การเดินทางVRU-วว-VRU				
	49.5 km (10 km/L) เฉลี่ย 4 ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน	2.2376	L	อบก (2563)
ข้อมูลการกำจัด	การฝังกลบ	การฝังกลบกิ่งไม้ หญ้าจากสวน	3.27	kg	อบก (2563)

หมายเหตุ หญ้าเป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งโดยหลังตัดหญ้าจะทิ้งไว้ในสนามหญ้า ในการนำหญ้ามาใช้ประโยชน์จึงคิดค่าแฟคเตอร์เป็นค่าติดลบ เนื่องจากการลดการปลดปล่อยคาร์บอนจากการย่อยสลายของหญ้าที่กองในสนาม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า

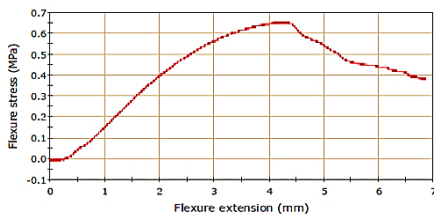
ตารางที่ 2 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อการขึ้นรูปของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า

อัตราส่วนผสมเศษ หญ้างับกาวลาเท็กซ์	มวล (กรัม)	ลักษณะทางกายภาพของกระถาง เพาะชำจากเศษหญ้า	ภาพประกอบ
9 : 1	9.82	ขึ้นรูปแล้วเกิดการแตกร้าว ไม่เป็นรูปทรง	
8 : 2	9.94	ขึ้นรูปได้แต่เกิดการแตกร้าวผิวขรุขระ	
7 : 3	10.04	สามารถขึ้นรูปได้ดี	
6 : 4	10.10	สามารถขึ้นรูปได้ดี	

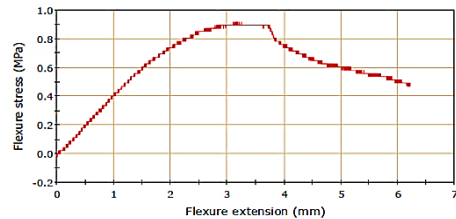
จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อการขึ้นรูปของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้าต่อการขึ้นรูป พบว่า ที่อัตราส่วนผสมเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 6 : 4 และอัตราส่วน 7 : 3 สามารถขึ้นรูปได้ดี อัตราส่วนผสม 8 : 2 ขึ้นรูปได้แต่เกิดการแตกร้าวผิวขรุขระและอัตราส่วน 9 : 1 ขึ้นรูปแล้วเกิดการแตกร้าว ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ดังตาราง ที่ 2 สอดคล้องกับ เตื่อนใจ ปิยัง และคณะ (2561) ที่ทำการศึกษาเรื่องการผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด พบว่า กระถางที่ขึ้นรูปจากวัสดุเหลือทิ้งจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม เมื่อนำมาผสมกับกาวแป้งเปียก จะทำให้เกิดการยึดกันแน่นกับตัวผสาน และเมื่อนำไปขึ้นรูปจะทำให้ได้กระถางมีความเรียบเนียน เช่นเดียวกับ กิตติยา โต๊ะทอง และ จิตามาศ ขำสว่าง (2562) ที่ศึกษากระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าวและเศษใบไม้แห้ง โดยใช้กาวลาเท็กซ์เป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปกระถางให้มีลักษณะผิวเรียบเนียน มีรอยแตกร้าวน้อยมาก

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงกดของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า พบว่า ในอัตราส่วนผสมเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 6 : 4 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 1.00 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 4.0 มิลลิเมตร รองลงคืออัตราส่วน 7 : 3 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุดที่ 0.95 เมกะปาสคาล มีความ

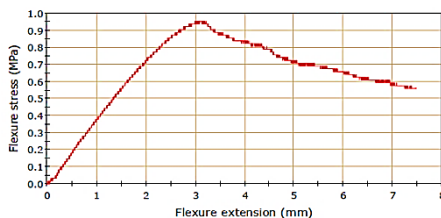
ยืดหยุ่นในการกดที่ 3.2 มิลลิเมตร อัตราส่วน 8 : 2 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 0.90 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 3.7 มิลลิเมตร และอัตราส่วน 9 : 1 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 0.65 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 4.2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 6 ก.-ง.



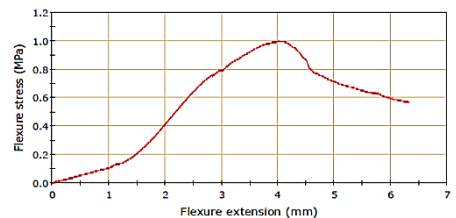
ก. อัตราส่วน 9 : 1



ข. อัตราส่วน 8 : 2



ค. อัตราส่วน 7 : 3



ง. อัตราส่วน 6 : 4

รูปที่ 6 ก.-ง. อัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงกด

สอดคล้องกับกิตติชัย โสพันนา และคณะ (2554) ที่กล่าวว่า ค่าความแข็งแรงจะมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นตามปริมาณของกาบแปงเปียกที่เพิ่มขึ้น เป็นเพราะกาบแปงเปียกทำให้สารตัวอย่างมีการยึดเกาะติดแน่นมากขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความแข็งแรงมีค่าไม่สอดคล้องกับค่าการดูดซับน้ำ หากมีค่าการดูดซับน้ำมาก จะทำให้การเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม่เกิดขึ้นได้เร็วหรือไม่คงทน (วรวิภา ไชยชาญ และ อนเนก สวาวะอินทร์, 2561)

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า อัตราส่วนผสมเศษหญ้ายกกับกาบแปงเปียกในอัตราส่วน 9 : 1 มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุดร้อยละ 329.37 รองลงมาคืออัตราส่วน 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 มีค่าการดูดซับน้ำร้อยละ 293.06, 265.38, 225.52 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 สอดคล้องกับวรวิภา ไชยชาญ และ อนเนก สวาวะอินทร์ (2561) ที่ได้ศึกษาการผลิตและสมบัติของกระถาง

เพาะชำชีวภาพจากกากาแฟผสมปูนขาวจากเปลือกหอยพบว่า อัตราส่วนที่ (2 : 8) มีค่าการดูดซับน้ำที่มีค่าสูง จะมีผลดีทำให้ช่วยในการเก็บกักน้ำในกระถางได้ดี และช่วยทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดน้ำต้นไม้ ซึ่งอัตราส่วนเศษหญ้าต่อกาวลาเท็กซ์มีผลต่อการจับตัวรวมตัวกันเหนียวแน่นมาก จึงทำให้เกิดช่องว่างขึ้นภายในเนื้อกระถางเพาะชำน้อย ทำให้การดูดซับน้ำมีค่าน้อย (กิตติชัย โสพันนา และคณะ, 2554)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง

อัตราส่วนผสมเศษหญ้ากับกาวลาเท็กซ์	มวลก่อนแช่น้ำ 1 ชม. (กรัม)	มวลหลังแช่น้ำ 1 ชม. (กรัม)	ร้อยละการดูดซับน้ำ
9 : 1	2.86	12.28	329.37
8 : 2	2.88	11.32	293.06
7 : 3	2.86	10.45	265.38
6 : 4	2.90	9.44	225.52

4. ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ในการใช้อัตราส่วนผสมเศษหญ้ากับกาวลาเท็กซ์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า

ประเภทของข้อมูล	รายการ	หน่วย	ปริมาณการใช้ (หน่วย)				ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO _{2eq})			
			9:1	8:2	7:3	6:4	9:1	8:2	7:3	6:4
ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ	หญ้า	Kg	0.27	0.24	0.21	0.18	-0.280	-0.249	-0.218	-0.187
	น้ำประปา	m ³	0.029	0.058	0.087	0.116	0.016	0.031	0.047	0.063
	กาวลาเท็กซ์	Kg	0.001	0.002	0.003	0.004	0.002	0.004	0.006	0.008
ข้อมูลการใช้พลังงาน	อัดขึ้นรูปกระถาง	kWh	0.05	0.05	0.05	0.05	0.030	0.030	0.030	0.030
ข้อมูลการขนส่ง	การเดินทาง	L	1.2375	1.2375	1.2375	1.2375	2.770	2.770	2.770	2.770
ข้อมูลการกำจัด	การฝังกลบ	Kg	0.271	0.242	0.213	0.184	0.8861	0.7911	0.6962	0.6013
รวมการเดินทาง							3.422	3.376	3.330	3.284
ไม่รวมการเดินทาง							0.653	0.607	0.561	0.515

จากการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า อัตราส่วนผสมเศษหญ้ามักกับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 9:1 ปลดปล่อยคาร์บอน สูงสุด 3.422 kgCO_{2eq} รองลงมา คือ อัตราส่วน 8:2 ปลดปล่อยเรือนกระจก 3.376 kgCO_{2eq} อัตราส่วน 7:3 ปลดปล่อยเรือนกระจก 3.330 kgCO_{2eq} และ อัตราส่วน 6:4 ปลดปล่อยเรือนกระจก น้อยที่สุด 3.284 kgCO_{2eq} ตามลำดับ แหล่งกำเนิดเรือนกระจกหลักในการผลิตกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า คือ การเดินทาง เนื่องจากมีการเดินทางเพื่อใช้เครื่องอัดแรงดันสูง ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) หากไม่รวมการเดินทางจะสามารถลดการปลดปล่อย 2.77 kgCO_{2eq} ต่อผลิตภัณฑ์ โดยผลการคำนวณคำนึงถึงการกำจัดซากผลิตภัณฑ์โดยการฝังดิน เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเป็นบวก หากคำนวณก๊าซเรือนกระจกเฉพาะการผลิตกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ไม่รวมการเดินทางและการกำจัดจะมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นลบเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำเศษหญ้ามาใช้ในการช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการกำจัดเศษหญ้าที่กองทิ้งไว้ในสนามหญ้าทำให้เกิดการย่อยสลายโดยไม่เกิดประโยชน์ในทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในการผลิตกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อการขึ้นรูปของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้าต่อการขึ้นรูป พบว่า ที่อัตราส่วนผสมเศษหญ้ามักกับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 6 : 4 และ 7 : 3 ขึ้นรูปได้ดี ที่อัตราส่วนผสม 8 : 2 ขึ้นรูปได้แต่เกิดการแตกร้าวและผิวขรุขระ ส่วนอัตรา 9 : 1 ขึ้นรูปแล้วเกิดการแตกร้าว ไม่สามารถขึ้นรูปได้
2. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงกดของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า พบว่า ในอัตราส่วนผสมเศษหญ้ามักกับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 6 : 4 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 1.00 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 4.0 มิลลิเมตร รองลงคืออัตราส่วน 7 : 3 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 0.95 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 3.2 มิลลิเมตร อัตราส่วน 8 : 2 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 0.90 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 3.7 มิลลิเมตร และอัตราส่วน 9 : 1 มีความสามารถทนแรงกดได้ดีที่สุด ที่ 0.65 เมกะปาสคาล มีความยืดหยุ่นในการกดที่ 4.2 มิลลิเมตร

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมที่มีผลต่อค่าการดูดซับน้ำของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้า ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า อัตราส่วนผสมเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 9 : 1 มีค่าการดูดซับน้ำมากที่สุดร้อยละ 329.37 รองลงมาคืออัตราส่วน 8 : 2, 7 : 3 และ 6 : 4 มีค่าการดูดซับน้ำร้อยละ 293.06, 265.38, 225.52 ตามลำดับ

4. ผลการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระถางเพาะชำจากเศษหญ้าน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนผสมเศษหญ้างับกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 6 : 4 ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3.284 kgCO_{2eq} หากมีการลดการเดินทางจะเหลือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.515 kgCO_{2eq} ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นตามปริมาณหญ้าเนื่องจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ (cradle to grave) ซึ่งกระถางสามารถย่อยสลายในดินได้เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับ B (Bioeconomy เศรษฐกิจชีวภาพ) และผลิตภัณฑ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากกระบวนการผลิตเน้นการผลิตใช้หญ้าที่เป็นชีวมวล ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดเศษหญ้า เป็นการนำเศษหญ้าที่เหลือทิ้งมาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์กระถาง สอดคล้องกับ C (Circular economy เศรษฐกิจหมุนเวียน) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทดแทนการใช้วัสดุกระถางพลาสติกในการเพาะชำ โดยมีการประเมินปริมาณคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ จึงสอดคล้องกับ G (Green economy เศรษฐกิจสีเขียว) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สอดคล้องกับ SDGs เป้าหมายที่ 12 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 13 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน สอดคล้องกับ SDGs เป้าหมายที่ 15 ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของระบบนิเวศบนบกจากการนำเศษหญ้าไปใช้ประโยชน์และเกิดการย่อยสลายคืนสู่ระบบนิเวศดั้งเดิม

5. กระถางเพาะชำจากเศษหญ้า เป็นการนำเศษหญ้าที่เหลือทิ้งจากการปรับปรุงภูมิทัศน์สถานที่ในส่วนราชการ มาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์กระถางเพาะชำ โดยกระถางที่ผลิตขึ้นสามารถนำปลูกลงดินไปพร้อมกับต้นไม้ได้เลย และวัสดุที่นำมาผลิตนั้นก็ย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยสำหรับพืชไปด้วย เป็นการลดการใช้กระถางจากพลาสติก เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการปัญหาขยะโดยการนำเศษชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ช่วยลดปัญหาฝุ่นควันจากการเผาไหม้ ลดปัญหาภาวะโลกร้อน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งสอดคล้องกับ “โมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว” หรือ “BCG” (Bio-Circular-Green Economy) สามารถขยายผลให้ชุมชนนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ หรือสามารถ

เปลี่ยนวัสดุตั้งต้นในการผลิตได้ เช่น ฟางข้าว ใบอ้อย ฯลฯ ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของชุมชน เช่นพัฒนาเป็นที่ถาดบรรจุไข่ ถาดใส่ผลไม้ ถาดรองรับกันหม้อ-จานร้อนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (วว.) ที่อนุเคราะห์สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *ลดการเผาฟางข้าวและตอซังและเศษวัสดุทางการเกษตร ลดภาวะโลกร้อน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2567, จาก <http://www.chamai.go.th/fileupload>.
- กิตติชัย โสพันนา, วิชชุดา ภาโสสม, กนกวรรณ วรดง และ อนันตสิทธิ์ ไชยวังราช. (2554). *กระถางเพาะชำชีวภาพ*. (รายงานวิจัย). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กิตติยา โตะทอง และ ธิดามาศ ขำสว่าง. (2562). กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าวและเศษใบไม้แห้ง. *วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี รัชใช้สังคม*, 5(1), 1-14.
- เตือนใจ ปิยัง, วรรณวิภา ไชยชาญ และ กันตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์. (2561). การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 10(3), 497-511.
- ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, วราภรณ์ ณะกุลรังสรรค์, สุรัตน์ บุญพึง, จิรพล กลิ่นบุญ, ไชยยันต์ ไชยยะ และ ฉันทมณี วังสะจันทานนท์. (2548). *กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- ภัทริยา นวลโย. (2562). *ทำไมต้องเผาอ้อย?*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2567, จาก <https://www.prachachat.net/columns/news-314852?fbclid>.
- วรลักษณ์ แยมวงศ์. (2563). *การพัฒนาชุดวัสดุปลูก Green Clean Set ที่ย่อยสลายได้สำหรับการผลิตผัก*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).
- วรรณวิภา ไชยชาญ และ เอนก สภาวะอินทร์. (2561). *การผลิตและสมบัติของกระถางเพาะชำชีวภาพจากกากกาแฟผสมปูนขาวจากเปลือกหอย*. การประชุมวิชาการระดับชาติ

มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28. ประจำปี 2561. 8-9 พฤษภาคม 2561. โรงแรมบีพี สมิหลา บีช. สงขลา. 48-59.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2563). *ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) รวบรวมมาจากข้อมูลทุติยภูมิ สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2567, จาก chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://localcfo.tgo.or.th/uploads/docs/20200311130041.pdf.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2565). “Emission Factor (CFP)”. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2567, จาก <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9>.

Ioannidou, O. & Zabaniotou, A. (2007). Agricultural residues as precursors for activated carbon production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1966-2005.

THAITEX. (2561). “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์”. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2567, จาก https://www.thaitex.com/th/sustainability_standard/คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์-cfp.

ผลของชนิดอาหารต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย
(*Hermetia illucens* L.)

EFFECTS OF DIFFERENT DIET ON MASS REARING EFFICIENCY
OF BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens* L.)

สายฝน ทดทะศรี^{1,*}, วรพรภักดิ์ ปัตถัย², วิชชุดา ยินดี², กนกกาญจน์ ธิเบตรัมย์², กฤตกร พาบ³
และ กิตติศักดิ์ ร่วมพัฒนา⁴
Saifon Thodthasri^{1,*}, Worrapornpat Patpai², Witchuda Yindee², Kanokkarn Reebrangrum²,
Kritkanok Phabu³ and Kittisak Ruampattana⁴

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

² สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

³ สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

⁴ สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

¹ Program in Agriculture, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University

² Program in Logistics Management, Faculty of Management Science, Surindra Rajabhat University

³ Program in Public Administration, Faculty of Humanities and Social Sciences,

Surindra Rajabhat University

⁴ Program in Animal Science, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry,

Surindra Rajabhat University

Received: 27 February 2025

Revised: 23 March 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภทอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนแมลงวันลาย โดยการใช้แผนแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทดสอบอาหาร 5 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า กะหล่ำปลี แตงโม มะละกอ และสับปะรด จำนวน 20 ซ้ำ โดยเริ่มทดสอบจากระยะตัวหนอนอายุ 1 วัน จนถึง 56 วัน ในกล่อง พลาสติกขนาด 20x30x15 ซม.

* Corresponding author: สายฝน ทดทะศรี

E-mail: fon_ento@hotmail.com

จำนวน 200 ตัว/กล่อง พบว่าหนอนแมลงวันลายสามารถพัฒนาการได้ครบวงจรชีวิตและผลิตไข่ได้ในทุกกลุ่มทดลอง โดยหนอนที่เลี้ยงด้วย คะน้าและกะหล่ำปลีมีระยะการเจริญเติบโตสั้นที่สุด (48-49 วัน) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยผลไม้ (50-56 วัน) ด้านน้ำหนักตัว พบว่าในทุกระยะการเจริญเติบโต หนอนที่เลี้ยงด้วยค่าน้ำมีน้ำหนักสูงสุด โดยระยะหนอนวัยสุดท้ายมีน้ำหนัก 0.175 ก./ตัว ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยแตงโม มะละกอ และสับปะรด ขณะที่ระยะก่อนเข้าดักแด้และระยะดักแด้ หนอนแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยค่าน้ำมีน้ำหนักสูงที่สุดที่ 0.189 ก./ตัว และ 0.084 ก./ตัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกะหล่ำปลี อัตราการรอดชีวิตตั้งแต่ระยะหนอนถึงตัวเต็มวัยพบว่าสูงสุดในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยสับปะรด (83.23%) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยมะละกอ (80.52%) และแตงโม (78.21%) ในขณะที่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยผักค่าน้ำและกะหล่ำปลีมีอัตราการรอดชีวิตต่ำกว่า 70% ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกประเภทอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของหนอนแมลงวันลาย โดยค่าน้ำและกะหล่ำปลีช่วยเร่งการพัฒนาและเพิ่มน้ำหนักตัว ขณะที่สับปะรดส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตสูงสุด

คำสำคัญ: แมลงวันลาย, การเจริญเติบโต, การเลี้ยง

Abstract

This study aimed to investigate the suitable types of food for rearing and increasing the population of the black soldier fly larvae using a Completely Randomized Design (CRD). Five types of food were tested: Chinese kale, cabbage, watermelon, papaya, and pineapple, with 20 replicates. The experiment started with one-day-old larvae and continued for 56 days in plastic containers measuring 20x30x15 cm., with 200 larvae per container. The results showed that black soldier fly larvae could complete their life cycle and produce eggs in all experimental groups. Larvae fed with Chinese kale and cabbage had the

shortest development period (48–49 days) compared to those fed with fruits (50–56 days). In terms of body weight, larvae fed with Chinese kale exhibited the highest weight at all developmental stages. The final larval stage reached a weight of 0.175 g/larva, which was significantly different from the groups fed with watermelon, papaya, and pineapple. In the pre-pupal and pupal stages, larvae fed with Chinese kale had the highest weights at 0.189 g/larva and 0.084 g/larva, respectively, but showed no significant difference from the cabbage-fed group. The survival rate from larval to adult stage was highest in the pineapple-fed group (83.23%), though not significantly different from the papaya-fed (80.52%) and watermelon-fed (78.21%) groups. Meanwhile, the survival rates of larvae fed with Chinese kale and cabbage were below 70%. These findings suggest that food type affects the growth and survival rate of black soldier fly larvae. Chinese kale and cabbage promote faster development and higher body weight, while pineapple enhances the highest survival rate.

Keywords: Black Soldier Fly, Growth, Rearing

บทนำ

หนอนแมลงวันลาย (Black Soldier Fly) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae) แมลงวันลายสามารถพบได้ทั่วโลกทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนชื้น เป็นแมลงที่พบได้ทั่วโลกทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนชื้น มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยสามารถเปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นโปรตีน และไขมันที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (กุลชาติ บุรณะ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา, 2553) มีโปรตีนอยู่ในช่วง 38-56% และไขมัน 4-28% ระยะก่อนดักแด้ มีโปรตีนอยู่ในช่วง 40.2-40.4% และไขมัน 24.2-28.0% ระยะดักแด้ มีโปรตีนอยู่ในช่วง 43.8-46.2% และไขมัน 7.2-8.2% ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ มีโปรตีนอยู่ในช่วง 44.0% และไขมัน 32.2% ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย มีโปรตีนอยู่ในช่วง 43.8%

และไขมัน 30.6% ตามลำดับ หนอนแมลงวันลายสามารถเปลี่ยนมูลสัตว์ อาหารหมัก และขยะอินทรีย์ให้เป็นโปรตีนได้ ตัวอ่อนแมลงวันลายสามารถย่อยเศษอาหารได้เร็วกว่าการหมักปุ๋ย อีกทั้งยังช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคที่เกิดจากการเน่าของขยะอินทรีย์ ช่วยป้องกันไม่ให้แหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน และแมลงวันผลไม้ รวมถึงช่วยลดการแพร่กระจายของกลิ่นรบกวนในพื้นที่ สิ่งนี้นำไปสู่การนำขยะอินทรีย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีโปรตีนสูง ตัวอ่อนแมลงวันลายสามารถย่อยเศษอาหารได้มากถึง 20 เท่าของน้ำหนักตัว หรือ 40 กิโลกรัมต่อหนึ่งตารางเมตร ภายใน 24 ชั่วโมง อีกทั้งยังสามารถย่อยขยะอินทรีย์ได้เร็วกว่าไส้เดือนถึง 5 เท่า นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับมูลสัตว์คดมลพิษจากมูลสัตว์ได้มากกว่า 60% นำมาใช้ผลิตปุ๋ยหมักสำหรับปลูกพืชและบำรุงดินได้ (Laoleam et al., 2022; Tancho, 2020)

แมลงวันลายเป็นแมลงที่เลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายไม่ยุ่งยาก ต้นทุนต่ำ และสามารถผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นการค้าได้ การเลี้ยงแมลงวันลายสามารถเลี้ยงได้ด้วยอาหารหลายชนิด เช่น เศษผลไม้ พืชผัก มูลสัตว์ หรืออาหารหมัก เป็นต้น ดังมีรายงาน การใช้ขยะอินทรีย์ ได้แก่ เปลือกสับปะรด เปลือกกล้วย เปลือกทุเรียน และเศษผัก เพื่อเลี้ยงแมลงวันลาย พบว่า ตัวหนอนแมลงวันลายที่ได้รับอาหารเป็นเปลือกสับปะรดทั้งในระยะตัวอ่อนและระยะก่อนเข้าดักแด้ มีขนาดใหญ่ที่สุด ขณะที่ตัวอ่อนที่ได้รับอาหารเป็นเปลือกทุเรียนมีพัฒนาการเจริญเติบโตเร็วที่สุด (Pradabphetrat et al., 2024) ส่วนการศึกษาใช้ขยะจากครัวเรือนประเภทต่างๆ ได้แก่ ข้าว-ผลไม้-เนื้อสัตว์, ข้าว-ผลไม้-ปลา, ข้าว-ผัก-เนื้อสัตว์, ข้าว-ผัก-ปลา, ข้าว-ผลไม้-ผัก-เนื้อสัตว์ และข้าว-ผลไม้-ผัก-ปลา พบว่า ตัวอ่อนที่ได้รับอาหารสูตร ข้าว-ผลไม้-ผัก-ปลา มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาวเฉลี่ย 23.3 ± 0.1 มม. และความกว้างเฉลี่ย 6.2 ± 0.1 มม. ขณะที่สูตรอาหาร ข้าว-ผลไม้-ปลา ให้ตัวอ่อนที่มีความยาวน้อยที่สุด (19.5 ± 0.1 มม.) และสูตร ข้าว-ผลไม้-เนื้อสัตว์ ให้ตัวอ่อนที่มีความกว้างน้อยสุด (5.6 ± 0.1 มม.) เมื่อเทียบกับสูตรอาหารอื่นๆ นอกจากนั้นยังพบรายงานของ กุญชาติ บุรณะ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา (2553) ทำการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยเปลือกสับปะรด เปลือกขนุน และเปลือกขนุนผสมเปลือกสับปะรด พบว่า คุณค่าโภชนาการของตัวหนอนที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดมีปริมาณเยื่อใยและโปรตีนมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.01$) กับอาหารชนิดอื่นที่ทดสอบ ส่วนการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยเปลือกขนุน และเปลือกขนุนผสมเปลือกสับปะรด พบว่ามีปริมาณไขมันมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากรายงานการศึกษากการเลี้ยงแมลงวันลายด้วยอาหารต่างชนิดกันมีผลต่อการการเจริญเติบโต

ของแมลงวันลายเป็นอย่างดี ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาประเภทอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนแมลงวันลาย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนแมลงวันลาย

เลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนแมลงวันลายเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อการทำงานวิจัย โดยเตรียมกล่องพลาสติกทรงกลมสำหรับเพาะเลี้ยงตัวอ่อนแมลงวันลายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. โดยให้อาหาร คือ รำละเอียด กากถั่วเหลือง และปลาป่น ร่วมกับการให้ผักและผลไม้ ให้ปริมาณ 500 ก./กล่อง และน้ำไขของตัวอ่อนแมลงวันลายจำนวน 10 ก. วางบนกระดาษแข็ง ขนาดกว้าง 1 ซม. และยาว 1 ซม. วางไว้เหนืออาหารที่ใช้เลี้ยงเพื่อให้ไข่ฟักบนพื้นที่ที่แห้ง จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงและอัตราการฟักของไข่ และจะเติมอาหาร 500 ก. ให้กับตัวอ่อนจนกระทั่งตัวหนอนเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ (pre pupae) ย้ายเข้ากรงมุ้งตาข่ายขนาด 1x1x1.5 ม. เพื่อให้ฟักเป็นตัวเต็มวัยและผสมพันธุ์ เมื่อได้น้ำไขที่ได้มาใช้งานทดลองต่อไป

การทดสอบชนิดของอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันลาย

เปรียบเทียบชนิดของอาหารที่มีการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลาย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยเลี้ยงแมลงวันลาย ด้วยอาหาร 5 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า กะหล่ำปลี แตงโม มะละกอ และสับปะรด จำนวน 20 ซ้ำ ต่อชนิด โดยเริ่มทดสอบจากระยะตัวหนอนที่มีอายุ 1 วัน ในกล่องพลาสติกขนาด 20x30x15 ซม. จำนวน 200 ตัว/กล่อง ให้อาหารปริมาณ 200 ก. โดยสับอาหารเป็นชิ้นขนาดเล็กประมาณ 5 – 10 ซม. เติมอาหารให้ได้ปริมาณเริ่มต้นทุกสัปดาห์ เมื่อแมลงวันลายมีการพัฒนาการเจริญเติบโตในระยะหนอนเริ่มบันทึกผลด้านน้ำหนักตัว และอายุ ทุก 7 วัน จนกระทั่งตัวหนอนพัฒนาเป็นระยะก่อนเข้าดักแด้นบันทึกผลด้านน้ำหนัก และอัตราการรอดชีวิต และเมื่อหนอนพัฒนาการเจริญเติบโตเป็นดักแด้นบันทึกผลอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย และย้ายดักแด้ไปปล่อย ฟักเป็นตัวเต็มวัยในกรงมุ้งตาข่ายขนาด 1x1x1.5 ม. เพื่อให้ตัวเต็มวัยได้ผสมพันธุ์และวางไข่ ภายในกรงมุ้งตาข่าย ในระยะตัวเต็มวัย บันทึกผลอัตราการรอดชีวิตตัวเต็มวัย น้ำหนักไข่ต่อกลุ่มไข่ จำนวนไข่ต่อกลุ่มไข่ และเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูล ด้านระยะเวลา น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว ของแมลงวันลายทุก ระยะการเจริญเติบโตตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Tukey' HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม PAST version 4.16 (Hammer et al., 2001) และงานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในสัตว์ เลขที่ AE6701003

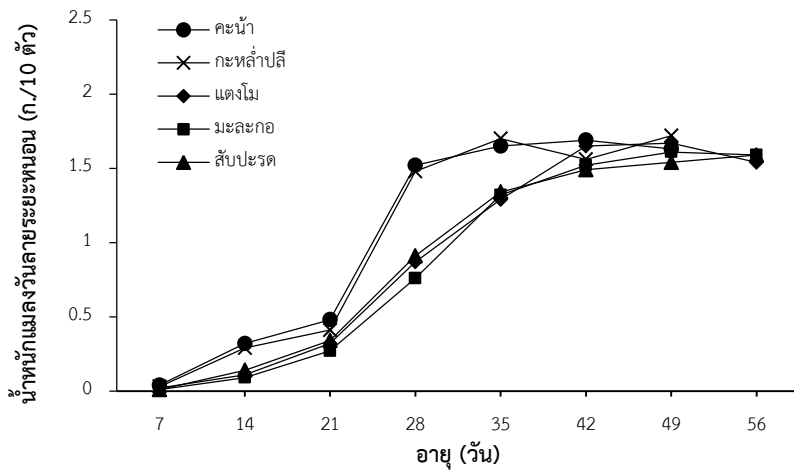
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดสอบชนิดของอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงวันลายทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า กะหล่ำปลี แตงโม มะละกอ และสับปะรด พบว่าแมลงวันที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต และสามารถผลิตไข่ได้ ซึ่งพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลงวันลายแต่ละระยะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของอาหารดังนี้

1. การพัฒนาการเจริญเติบโตและน้ำหนักของแมลงวันลายเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ระยะหนอนของแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด มีอายุอยู่ในช่วง 48-56 วัน และพบว่าหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารประเภทผักทั้ง 2 ชนิด คือ คะน้า และ กะหล่ำปลี หนอนแมลงวันลายมีช่วงอายุ 48-49 วันซึ่งเร็วกว่าการเลี้ยงด้วยผลไม้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แตงโม มะละกอ และสับปะรด ที่หนอนแมลงวันลายมีช่วงอายุ 50-56 วัน (รูปที่ 1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Jucker et al. (2017) ที่เลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยผลไม้ (แอปเปิล ลูกแพร์ และส้ม) ผัก (ผักกาดหอม ถั่วเขียว และกะหล่ำปลี) และ ผลไม้ผสมผัก (แอปเปิล ลูกแพร์ ส้ม ผักกาดหอม ถั่วเขียว และกะหล่ำปลี) ที่พบว่าแมลงวันลายในระยะตัวหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารประเภทผัก และผลไม้มีช่วงอายุ 48-52 วัน โดยหนอนที่เลี้ยงด้วยผักมีพัฒนาการเจริญเติบโตเร็วกว่าการเลี้ยงด้วยผลไม้โดยมีพัฒนาการเจริญเติบโตจนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้จำนวน 48.33 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยผลไม้ที่มีพัฒนาการเจริญเติบโตจำนวน 52.00 วัน ($p < 0.05$) นอกจากนั้น ภามิน ทิมเจริญสมบัติ และคณะ (2561) รายงานว่าหนอนแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยผลไม้ 3 ชนิด คือ แตงโม มะละกอ และสับปะรด อายุในช่วง 42-56 วัน โดยมะละกามีพัฒนาการเจริญเติบโตที่เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ แตงโม และสับปะรด

ส่วนพัฒนาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักพบว่าในช่วงอายุ 7 – 35 วัน หนอนแมลงวันที่เลี้ยงด้วยค่น้ำ และกะหล่ำปลี หนอนมีพัฒนาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่มากกว่าหนอนที่เลี้ยงด้วยแตงโม มะละกอ และสับปะรด โดยหนอนแมลงวันที่เลี้ยงด้วยค่น้ำมีน้ำหนัก 0.04, 0.32, 0.48, 1.52 และ 1.65 ก./10 ตัว ส่วนหนอนที่เลี้ยงด้วยกะหล่ำปลีมีน้ำหนัก 0.03, 0.29, 0.41, 1.48 และ 1.7 ก./10 ตัว ในวันที่ 7, 14, 21 และ 35 ตามลำดับ ส่วนหนอนที่เลี้ยงด้วยแตงโมมีน้ำหนัก 0.02, 0.11, 0.32, 0.87, 1.29 ก./10 ตัว เลี้ยงด้วยมะละกอมีน้ำหนัก 0.01, 0.09, 0.27, 0.76, 1.32 ก./10 ตัว และเลี้ยงด้วยสับปะรดน้ำหนัก 0.01, 0.14, 0.34, 0.91, 1.34 ก./10 ตัว ตามลำดับ



รูปที่ 1 ผลของการใช้อาหารต่างชนิดกันต่ออายุและน้ำหนักแมลงวันลายระยะหนอนเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารของผักและผลไม้ (ต่อ 100 ก.) ที่ใช้ในการเลี้ยงแมลงวันลาย

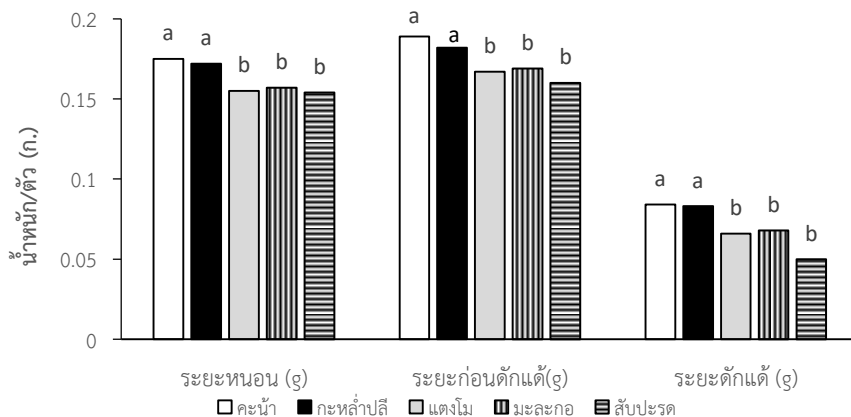
ชนิดอาหาร	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	ไฟเบอร์ (ก.)	คาร์โบไฮเดรต(ก.)
ค่น้ำ	2.2	0.7	3.2	4.4
กะหล่ำปลี	1.7	0.4	2.4	4.1
แตงโม	0.5	0.1	0.2	6.1
มะละกอ	0.6	0.1	0.8	7.2
สับปะรด	0.4	0.2	1.2	10.1

ที่มา: Abdulrahman, (2011)

สำหรับน้ำหนักแมลงวันลายระยะหอนวัยสุดท้าย ระยะก่อนเข้าดักแด้ และระยะดักแด้เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิดมีความแตกต่างกันโดยพบว่าเมื่อเลี้ยงแมลงวันลายด้วยอาหารประเภทผัก คือ คენห่า และกะหล่ำปลี แมลงวันลายในทุกระยะการเจริญเติบโตที่ทดสอบครั้งนี้มีน้ำหนักตัวมากกว่าที่เลี้ยงด้วยผลไม้ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ แดงโม มะละกอ และสับปะรด โดยในระยะหอนวัยสุดท้าย เมื่อเลี้ยงด้วยผักคเณห่าแมลงวันลายมีน้ำหนักตัวมากที่สุดคือ 0.175 ก./ตัว ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเลี้ยงด้วยแดงโม มะละกอ และสับปะรด ที่มีน้ำหนัก 0.155, 0.157, 0.154 ก./ตัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยกะหล่ำปลีที่มีน้ำหนัก 0.172 ก./ตัว เช่นเดียวกับระยะก่อนเข้าดักแด้และระยะดักแด้ที่พบว่าเมื่อเลี้ยงด้วยคเณห่าและกะหล่ำปลีมีน้ำหนักตัวมากกว่าการเลี้ยงด้วย แดงโม มะละกอ และสับปะรด โดยการเลี้ยงด้วยคเณห่าแมลงวันลายระยะก่อนเข้าดักแด้มีน้ำหนักตัวมากที่สุดคือ 0.189 ก./ตัว แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเลี้ยงด้วยกะหล่ำปลีที่มีน้ำหนัก 0.182 ก./ตัว ส่วนการเลี้ยงด้วยสับปะรดพบน้ำหนักตัวน้อยที่สุดคือ 0.160 ก./ตัว แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยแดงโมและมะละกอที่มีน้ำหนัก 0.167 และ 0.169 ก./ตัว นอกจากนั้นยังพบว่าน้ำหนักแมลงวันลายในระยะดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารประเภทผักมีน้ำหนักมากกว่าที่เลี้ยงด้วยผลไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดักแด้มีน้ำหนักมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยผักคเณห่าคือ 0.084 ก./ตัว แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเลี้ยงด้วยกะหล่ำปลีที่มีน้ำหนัก 0.083 ก./ตัว (รูปที่ 2)

ซึ่งจากงานวิจัยที่พบว่าการเลี้ยงหอนแมลงวันลายด้วยผักทั้ง 2 ชนิด ตัวหอนมีพัฒนาการเจริญเติบโตที่เร็วน้ำหนักตัวในช่วง 5 สัปดาห์ มากกว่าการเลี้ยงด้วยผลไม้ทั้ง 3 ชนิด เช่นเดียวกับน้ำหนักตัวหอนระยะสุดท้าย น้ำหนักระยะก่อนเข้าดักแด้ และระยะดักแด้ ทั้งนี้เนื่องจากผักคเณห่าและกะหล่ำปลีมีปริมาณโปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญและมีความจำเป็นมากที่สุดต่อการเจริญเติบโตของแมลง ซึ่งคเณห่ามีโปรตีน 2.29 ก./100 ก. กะหล่ำปลีมีโปรตีน 1.7 ก./100 ก. ซึ่งสูงกว่าผลไม้ทั้ง 3 ชนิดที่มีปริมาณโปรตีน 0.5, 0.6 และ 0.4 ก./100 ก. ในแดงโม มะละกอ และสับปะรด ตามลำดับ (Musaiger, 2011) (ตารางที่ 1) ซึ่งโปรตีนดังรายงานของ Onincox et al. (2015) ที่กล่าวว่าพัฒนาการเจริญเติบโตของตัวหอนแมลงวันลายที่ช้าเนื่องมาจากคุณภาพอาหารที่ต่ำ โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนในอาหารที่น้อย ดังนั้นจึงพบว่าตัวหอนแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารประเภทผลไม้ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าผัก

ในทุกประเภทที่ทดสอบจึงใช้ระยะเวลาในการพัฒนายาวนานที่สุด นอกจากนี้เนื่องจากสูตรอาหารทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณไขมันต่ำ ความต้องการพลังงานจึงต้องได้รับจากคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพบได้มากในผลไม้ แม้ว่าปริมาณและคุณภาพของโปรตีนในอาหารจะเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลง (Friend, 1958; Oonincx et al., 2015) ดังนั้นจากงานวิจัยจึงพบว่าอาหารประเภทผักทั้ง 2 ชนิดคือ คენัวและกะหล่ำปลี ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลไม้ทั้ง 3 ชนิดจึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายเพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งอาหารในช่วงระยะดักแด้และระยะเจริญพันธุ์ต่อไป



รูปที่ 2 น้ำหนักแมลงวันลายระยะหนอน (วัยสุดท้าย) ระยะก่อนเข้าดักแด้ และระยะดักแด้เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

2. อัตราการรอดชีวิต น้ำหนักไข่ จำนวนไข่ และอัตราการฟักของแมลงวันลายเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

สำหรับอัตราการรอดชีวิตของแมลงวันลายในระยะหนอนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้มีอัตราการรอดชีวิต 89.92 – 96.12% เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด โดยพบอัตราการรอดชีวิตมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยคენัวโดยพบที่ 96.12% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นๆ รองลงมาได้แก่การเลี้ยงด้วย แตงโม สับปะรด กะหล่ำปลี และมะละกอที่พบอัตราการรอดชีวิต 94.32%, 92.54%, 90.87% และ 89.92% ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดชีวิตของแมลงวันลายในระยะหนอนถึงระยะตัวเต็มวัยพบอัตราการรอดชีวิต

มากที่สุดในการแลงวันลายที่เลี้ยงด้วยสับปะรด คือ 83.23% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเลี้ยงด้วยมะละกอและแตงโมที่พบอัตรา 80.52% และ 78.21% ส่วนการเลี้ยงด้วยผักคะน้าและกะหล่ำปลีพบอัตราการรอดชีวิตน้อยกว่า 70% เช่นเดียวกับการฟักเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ที่พบว่าดักแด้ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยผักคะน้าและกะหล่ำปลีมีอัตราการฟักน้อยกว่า 70% ส่วนดักแด้ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยผลไม้ทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการฟักมากกว่า 80% (ตารางที่ 2)

การที่อัตราการรอดชีวิตของหนอนแมลงวันลายถึงระยะตัวเต็มวัย และเปอร์เซ็นต์การฟักของดักแด้เป็นตัวเต็มวัยในอาหารประเภทผักต่ำกว่า 70% เนื่องจากแมลงวันลายในระยะหนอนถึงระยะตัวเต็มวัยซึ่งเป็นระยะที่ต้องใช้พลังงานในการพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงที่มีเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์ซึ่งแมลงเหล่านี้มีระยะดักแด้ซึ่งเป็นระยะที่ใช้พลังงานจากการสะสมอาหารเพื่อพัฒนาเป็นวัยเจริญพันธุ์หรือตัวเต็มวัย ซึ่งพลังงานหลักของแมลงวันลายมาจากแหล่งของคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ได้รับจากอาหารถูกนำไปใช้ทั้งในการเจริญเติบโตและการเก็บสะสมพลังงานซึ่งจะถูกใช้เป็นหลักในช่วงพัฒนาการหลังจากหยุดกินอาหารหรือระยะดักแด้ (Nijhout, 2003) ซึ่งปริมาณคาร์โบไฮเดรตสามารถพบที่อาหารประเภทผลไม้มากกว่าผักซึ่งจากงานทดลองนี้มีผลไม้ 3 ชนิดคือ แตงโม มะละกอ และสับปะรด ที่มีคาร์โบไฮเดรตจำนวน 6.1, 7.2 และ 10.1 ก./100 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผักคะน้าและกะหล่ำปลีที่มีคาร์โบไฮเดรต 4.4 และ 4.1 ก./100 ก. (Musaiger, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับ Jucker et al. (2017) ที่เลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยผลไม้ ผัก และ ผลไม้ผสมผัก ที่รายงานว่าแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารประเภทผักมีอัตราการรอดชีวิตในระยะตัวเต็มวัยและมีการฟักของดักแด้น้อยกว่าการเลี้ยงด้วยผลไม้ ดังนั้นจึงพบว่าเมื่อเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยผักซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตต่ำส่งผลให้แมลงวันลายมีอัตราการรอดชีวิตของตัวเต็มวัยและอัตราการฟักที่ต่ำกว่า 70% นั่นเอง

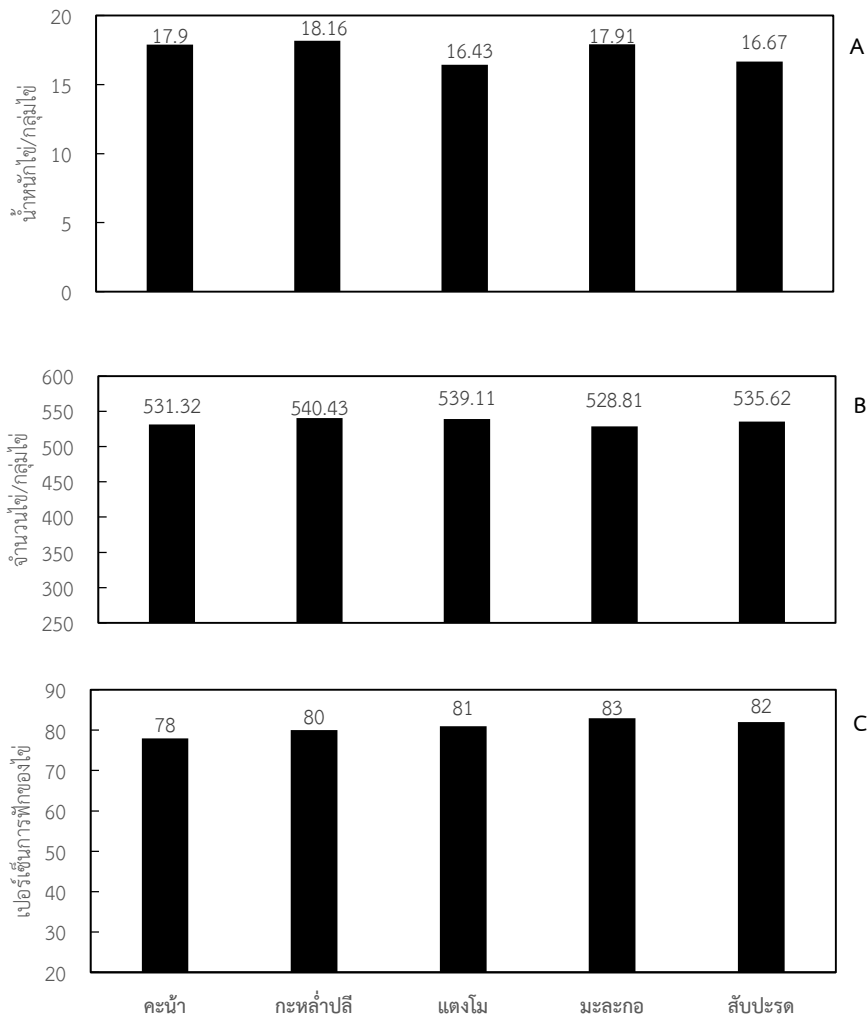
ส่วนของน้ำหนักไข่ต่อกลุ่มไข่ จำนวนไข่ต่อกลุ่มไข่ และเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่แมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า

แมลงวันลายที่เลี้ยงกะหล่ำปลีไข่มือน้ำหนักมากที่สุดคือ 18.16 ก./กลุ่มไข่ รองลงมาคือ ค่ะน้ำ มะละกอ สับปะรด และแตงโม ที่พบไข่นัก 17.91, 17.90, 16.67 และ 16.43 ก./กลุ่มไข่ ตามลำดับ ส่วนจำนวนไข่ต่อกลุ่มไข่ของแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิดมีจำนวน 540 – 528 ฟอง โดยกะหล่ำปลีมีจำนวนมากที่สุดคือ 540.43 ฟอง รองลงมาคือ แตงโม สับปะรด ค่ะน้ำ และมะละกอ ที่พบไข่จำนวน 539.11, 535.62, 531.32 และ 528.81 ฟอง/กลุ่มไข่ ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของ De Smet et al. (2018) ที่ว่าจำนวนไข่ของหนอนแมลงวันลายมีจำนวน 200-650 ฟอง/กลุ่มไข่ ระยะไข่ฟัก 2-3 วัน นอกจากนั้นเมื่อทดสอบเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่แมลงวันลายพบว่าไข่ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์การฟักไม่แตกต่างกันโดยพบการฟักในช่วง 78-83% (รูปที่ 3)

ตารางที่ 2 อัตราการรอดชีวิตของแมลงวันลายในระยะหนอนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้ และ ระยะหนอนถึงระยะดักแด้เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ชนิดอาหาร	อัตราการรอดชีวิต(%)		
	ระยะหนอน- ก่อนเข้าดักแด้	ระยะหนอน- ระยะตัวเต็มวัย	การฟักจากดักแด้เป็น ตัวเต็มวัย(%)
ค่ะน้ำ	96.12(1.31) ^{1/}	60.12(2.34) ^b	65.55(4.03) ^b
กะหล่ำปลี	90.87(4.09)	65.23(2.29) ^b	68.40(2.83) ^b
แตงโม	94.32(2.65)	78.21(3.56) ^a	80.67(3.05) ^a
มะละกอ	89.92(6.37)	80.52(6.18) ^a	83.23(4.81) ^a
สับปะรด	92.54(2.11)	83.23(2.61) ^a	87.09(3.14) ^a
CV(%)	35.61	34.09	27.98
f-test	ns	*	*

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 (Tukey' HSD)



รูปที่ 3 น้ำหนักไข่แมลงวันลายต่อกลุ่มไข่ (A) และจำนวนไข่แมลงวันลายต่อกลุ่ม (B) เปอร์เซ็นต์การฟักของไข่แมลงวันลาย (C) เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบผลของชนิดอาหารต่อประสิทธิภาพการเลี้ยงและการเพิ่มปริมาณหนอนแมลงวันลาย *Hermetia illucens* (L.) โดยใช้อาหาร 5 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า กะหล่ำปลี แดงโม มะละกอ และสับปะรด พบว่าแมลงสามารถพัฒนาการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต

ตั้งแต่ระยะ ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย อีกทั้งยังสามารถผลิตไข่ได้ตามปกติ เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีอายุอยู่ในช่วง 48-56 วัน โดยหนอนที่เลี้ยงด้วยผักคะน้าและกะหล่ำปลีมีพัฒนาการจนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้ภายใน 48-49 วัน ซึ่งเร็วกว่าการเลี้ยงด้วยผลไม้ ได้แก่ แตงโม มะละกอ และสับปะรด ที่ตัวหนอนมีพัฒนาการเจริญเติบโตจนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้มีช่วงอายุ 50-56 วัน สำหรับน้ำหนักแมลงวันลายระยะหนอน(วัย3) ระยะก่อนเข้าดักแด้ และระยะดักแด้เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิดมีความแตกต่างกัน โดยพบว่าเมื่อเลี้ยงแมลงวันลายด้วยอาหารประเภทผัก คือ คะน้า และกะหล่ำปลี แมลงวันลายในทุกระยะการเจริญเติบโตที่ทดสอบครั้งนี้มีน้ำหนักตัวมากกว่าที่เลี้ยงด้วยผลไม้ทั้ง 3 ชนิด นอกจากนั้นยังพบว่าอัตราการรอดชีวิตของหนอนแมลงวันลายถึงระยะตัวเต็มวัย และเปอร์เซ็นต์การฟักของดักแด้เป็นตัวเต็มวัยในอาหารประเภทผักต่ำกว่า 70% ส่วนของน้ำหนักไข่ต่อกลุ่มไข่ จำนวนไข่ต่อกลุ่มไข่ และเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่แมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกประเภทอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของหนอนแมลงวันลาย โดยคะน้าและกะหล่ำปลีช่วยเร่งการพัฒนาและเพิ่มน้ำหนักตัวขณะที่สับปะรดส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม (สกว.) ประจำปีงบประมาณ 2567 และขอขอบคุณ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์ ที่สนับสนุนพื้นที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กุลชาติ บุรณะ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา. (2553). การแพร่กระจาย การเพาะเลี้ยง และคุณค่าทางโภชนาของแมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.). น. 603–609. ใน: การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2553. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- ภามิน ทิมเจริญสมบัติ, ชานนท์ บุญศรี และ ยุธิดา ศรีพลแทน. (2561). ชนิดของผลไม้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนและการวางไข่ของแมลงวันลาย, *Hermetia illucens* (L.). *แก่นเกษตร*, 46(5), 1001-1008
- Musaiger, A. O. (2011). *Food composition tables for the Kingdom of Bahrain*. Arab Center for Nutrition, University of Bahrain.
- De Smet, J., Wynants, E., Cos, P., & Van Campenhout, L. (2018). Microbial community dynamics during rearing of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and impact on exploitation potential. *Applied and Environmental Microbiology*, 84, 1-17.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9 p. [online]. Retrieved January 9, 2025, from http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Jucker, C., Daniela E., Leonardi, M. G., Lupi, D., & Savoldelli, S. (2017). Assessment of vegetable and fruit substrates as potential rearing media for *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Environmental Entomology*, 46(6), 1415–1423.
- Friend, W. (1958). Nutritional requirements of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 3, 57–74.
- Laoleam, J., Narongsak, S., Yindee, R., Wongpan, P., Chaiyong, S., & Phocharin, S. (2022). *Organic waste management using the black soldier fly larvae (Hermetia illucens)*. In: Proceedings of the 5th CRU-National Conference in Science and Technology. 16 July, 2022 , Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok. 194-200.
- Nijhout, H. F. (2003). The control of body size in insects. *Developmental Biology*, 261, 1–9.

- Oonincx, D. G. A. B., van Broekhoven, S., van Huis, A., & van Loon, J. J. A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10, e0144601.
- Pradabphettrat, P., Sidthipong, S., & Montakarn, P. (2024). Effects of rearing black soldier fly larvae (*Hermetia Illucens*) from organic wastes. *ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports*, 27(4), 1-9.
- Tancho, A. B. (2020). *Black soldier fly*. NSTDA. [online]. Retrieved January 9, 2025, from <https://www.nstda.or.th/agritec/wp-content/uploads/2020/06/20180913leaflet-maejo-flycompressed>.

องค์ประกอบและการปลดปล่อยคาร์บอนของการกำจัดขยะมูลฝอย
กรณีศึกษาศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

COMPOSITION AND CARBON EMISSION FROM MUNICIPAL SOLID WASTE:
A CASE STUDY OF SCIENCE CENTER, VALAYA ALONGKORN RAJABHAT
UNIVERSITY UNDER THE ROYAL PATRONAGE, PATHUM THANI PROVINCE

ณัททัย โชติกลาง* และ มณฑิพย์ จันทร์แก้ว

Nahathai Chotklang* and Montip Jankaew

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Program in Environmental Science, Faculty of Science and Technology,

Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage

Received: 2 March 2025

Revised: 25 March 2025

Accepted: 8 April 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของขยะมูลฝอย ของ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์จังหวัดปทุมธานี เก็บข้อมูลระหว่างเดือนเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 นำมาคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมี หน่วยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามแนวทางของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่า ด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และตามแนวทางของหน่วยงานองค์การบริหารจัดการ ก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ผลการศึกษาพบสัดส่วนขยะประเภทอาหารมีปริมาณ มากที่สุดร้อยละ 51.21 รองลงมาคือกระดาษร้อยละ 20.70 และพลาสติกร้อยละ 20.13 พบโพลีมีสัดส่วนน้อยที่สุดคือร้อยละ 0.35 และอื่นๆ ร้อยละ 7.61 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดมูลฝอยรวมมีค่าเท่ากับ 2.118 kgCO_{2eq} ต่อปี เศษอาหาร

* Corresponding author: ณัททัย โชติกลาง

E-mail: Nahathai@vru.ac.th

มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1.106 kgCO_{2eq} ต่อปี รองลงมาคือ กระดาษ 0.518 kgCO_{2eq} ต่อปี และพลาสติก 0.323 kgCO_{2eq} ต่อปี และขยะประเภทโลหะ และอลูมิเนียมมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดเท่ากับ 0.004 kgCO_{2eq} ต่อปี

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์, ขยะมูลฝอย, ก๊าซเรือนกระจก

Abstract

This study examines the composition and assesses the carbon footprint of municipal solid waste generated at the Science Center of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani Province. Data collection was conducted from August 2023 to July 2024, with greenhouse gas emissions quantified using emission factors expressed in carbon dioxide equivalent (CO_{2eq}), following the guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). The findings indicate that food waste constitutes the largest proportion of total waste at 51.21%, followed by paper (20.70%) and plastic (20.13%), whereas foam waste represents the smallest fraction at 0.35% and others at 7.61%. The total carbon dioxide emissions from municipal solid waste disposal amount to 2.118 kgCO_{2eq} per year. Food waste generates the highest carbon dioxide emissions at 1.106 kgCO_{2eq} per year, followed by paper at 0.518 kgCO_{2eq} per year and plastic at 0.323 kgCO_{2eq} per year. Metal and aluminum waste have the lowest carbon dioxide emissions, at only 0.004 kgCO_{2eq} per year.

Keywords: Carbon Footprint, Solid Waste, Greenhouse Gas

บทนำ

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) เผยแพร่รายงานแนวโน้มการจัดการขยะและของเสียทั่วโลก 2567 ณ เมืองไนโรบี ประเทศเคนยาสืบเนื่องจากการประชุมสมัชชาสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ สมัยที่ 6 (The sixth session of the United Nations Environment Assembly : UNEA 6) ว่าตามการคาดการณ์จะเกิดขยะมูลฝอยชุมชนเพิ่มขึ้นจาก 2.3 พันล้านตันในปี 2566 เป็น 3.8 พันล้านตัน ในปี 2593 และมีค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะเพิ่มขึ้นจาก 361 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็น 640.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยขยะมีส่วนทำให้เกิดวิกฤติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษ และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (SDG, 2567) ขณะที่ประเทศไทยมีการรายงานสถานการณ์มูลฝอยของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2566 พบว่าประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 26.95 ล้านตันหรือประมาณ 73,840 ตันต่อวันกระจายตัวตามจังหวัดต่าง ๆ มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยเท่ากับ 1.12 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 โดยขยะมูลฝอยชุมชนและขยะประเภทพลาสติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นจำนวนมากเนื่องจากการสั่งสินค้าและอาหารออนไลน์ รวมถึงรัฐมีมาตรการกระตุ้นภาคการท่องเที่ยวผ่านการจัดงานเทศกาลในแต่ละภูมิภาคเพื่อเพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติในประเทศไทย และการกระตุ้นภาคเศรษฐกิจและการลงทุนผ่านการจ้างแรงงานต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นทำให้ภาพรวมปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาเป็นภูมิภาคพบว่าภาคกลางมีปริมาณขยะมูลฝอยสูงที่สุด 31,339 ตันต่อวัน (จังหวัดในพื้นที่ภาคกลาง 18,591 ตันต่อวัน และกรุงเทพมหานคร 12,748 ตันต่อวัน) รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณขยะมูลฝอย 17,873 ตันต่อวัน ภาคใต้ 9,705 ตันต่อวัน ภาคตะวันออก 7,073 ตันต่อวัน ภาคเหนือ 4,582 ตันต่อวัน และภาคตะวันตกมีปริมาณขยะมูลฝอยน้อยที่สุด 3,268 ตันต่อวันตามลำดับ สำหรับการจัดการมูลฝอยในภาพรวมพบว่าการจัดการอย่างถูกต้องจากองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น 10.17 ล้านตัน โดยมีวิธีการจัดการหลักคือ การฝังกลบ เตาเผาผลิตพลังงาน และปุ๋ยหมัก (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) โดยหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยนับว่าเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญเนื่องจากเป็นวิธีการจัดการขยะที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในกระบวนการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นหลัก ก๊าซนี้มีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถึง

25 เท่า นอกจากนี้การจัดการมูลฝอยยังปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ เช่น ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ปวีณา พาณิชพิเชฐ, 2560) โดยประเทศไทยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจกโดยได้จัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 ซึ่งมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 20 ภายในปี พ.ศ. 2573 ประกอบด้วยสาขาพลังงานและขนส่ง สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และสาขาการจัดการของเสีย ซึ่งเป็นสาขาหลักของหน่วยงานที่มีความพร้อมและมีศักยภาพในการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) รวมถึงหน่วยงานภาครัฐมีนโยบายการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยโดยมีเป้าหมายที่ 1 ลดการใช้พลาสติก 4 ชนิด คือ กล่องโฟมบรรจุอาหาร หลอดพลาสติก แก้วพลาสติกแบบบางน้อยกว่า 100 ไมครอน และถุงพลาสติกหูหิ้วแบบบางน้อยกว่า 36 ไมครอน ด้วยการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป้าหมายที่ 2 นำขยะพลาสติก 7 ชนิด กลับมาใช้ใหม่ ร้อยละ 50 โดยมีผลดำเนินงานคือ การเลิกใช้พลาสติกหุ้มฝาขวดน้ำดื่ม (Cap Seal) โดยร่วมมือกับผู้ผลิตน้ำดื่ม การเลิกใช้พลาสติกไมโครบีดส์ โดยองค์การอาหารและยาได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๒ และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับห้างสรรพสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านสะดวกซื้องดให้ถุงพลาสติกหูหิ้วแบบบาง ซึ่งผลการดำเนินงานในปี 2565 พบว่าขยะมูลฝอยที่ส่งกำจัดลดลงร้อยละ 30 ถุงพลาสติกหูหิ้วลดลงร้อยละ 100 แก้วน้ำพลาสติกใช้ครั้งเดียวลดลงร้อยละ 100 และโฟมบรรจุอาหารลดลงร้อยละ 100 (กรมควบคุมมลพิษ, 2564)

มหาวิทยาลัยในฐานะสถาบันการศึกษาและศูนย์กลางการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญในการเป็นต้นแบบในการดำเนินงานด้านความยั่งยืนและการรักษาสังแวดล้อมและมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่างๆ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นการคัดแยกขยะและการจัดการขยะอย่างเป็นระบบจึงเป็นแนวทางสำคัญเบื้องต้นในการลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปฝังกลบและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์จังหวัดปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดพื้นที่ศึกษา พื้นที่ศึกษาอาคารอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานีเก็บข้อมูลระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจ การสัมภาษณ์ ปริมาณขยะมูลฝอยองค์ประกอบขยะมูลฝอย เส้นทางและระยะทางการขนส่งขยะมูลฝอย และข้อมูลทุติยภูมิค่าแฟคเตอร์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3. ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอย ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย มีขั้นตอนการคัดแยกขยะดังนี้

1) เก็บรวบรวมขยะมูลฝอยบริเวณหน้าอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ ขยะมูลฝอยในถังขยะในอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1-4 ในแต่ละวัน จากนั้นชั่งน้ำหนักของขยะมูลฝอยและจดบันทึกน้ำหนัก สุ่มเก็บตัวอย่างขยะ 3 วันเป็นตัวแทนของวันในสัปดาห์

2) ประเมินองค์ประกอบของขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดประเภทอาคาร ตามวิธีการประเมินของกองจัดการการของเสียและสารอันตราย โดยมีขั้นตอนดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2565)

2.1) นำขยะมูลฝอยทั้งหมดมากองและคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน

2.2) สุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอย 2 ส่วน จาก 4 ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกัน จากนั้นคลุกเคล้าขยะมูลฝอยให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำซ้ำจนขยะมูลฝอยเหลือประมาณ 40-57 กิโลกรัม โดยแบ่งวิธีการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยในแต่ละแหล่งกำเนิด ออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ถ้าปริมาณขยะมูลฝอยในแหล่งกำเนิดใด ๆ มากกว่า 50 กิโลกรัม จะทำการสุ่มตัวอย่างโดยจะแบ่งรอบการสุ่มตัวอย่างตามรอบของการเก็บขนขยะในแต่ละอาคาร หรือทำการสุ่มโดยเลือกมาจากทุกจุดอย่างทั่วถึงในห้องพักขยะมูลฝอย เพื่อให้ขยะที่สุ่มออกมาสามารถเป็นตัวแทนของขยะมูลฝอยในแต่ละวันของแต่ละแหล่งกำเนิด และกรณีที่ 2 ถ้าปริมาณขยะมูลฝอยในแหล่งกำเนิดใด ๆ น้อยกว่า 50 กิโลกรัม ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดในแต่ละวันของแต่ละแหล่งกำเนิดจะถูกนำมาคัดแยกองค์ประกอบทั้งหมด โดยการสุ่มตัวอย่างของอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์เป็นแบบกรณีที่ 2

2.3) ประเมินองค์ประกอบของขยะมูลฝอย โดยแบ่งประเภทขยะมูลฝอย เป็น 14 ชนิด โดยแบ่งประเภทตาม IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ประกอบด้วย เศษอาหาร (เศษอาหารที่กินได้) เศษอาหาร (เศษอาหารที่กินไม่ได้) ขยะจากสวน กระดาษ ไม้ สิ่งทอ ผ้าอ้อม ยางและหนัง พลาสติก โลหะ แก้ว ขยะอิเล็กทรอนิกส์ ของเสียอันตรายและขยะอื่น ๆ จากนั้นจึงนำน้ำหนักขยะมูลฝอยแต่ละประเภทเพื่อหาองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย จัดบันทึกข้อมูลน้ำหนักขยะมูลฝอยเพื่อหาร้อยละองค์ประกอบของขยะแต่ละประเภท สัดส่วนขององค์ประกอบขยะคำนวณตามสมการที่ (1)

$$C_X = \frac{W_X}{W_T} \times 100 \quad (1)$$

โดย C_X คือ สัดส่วนร้อยละขององค์ประกอบตัวอย่าง X

W_X คือ น้ำหนักตัวอย่าง X

W_T คือ น้ำหนักของตัวอย่างรวม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1) การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณ องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณน้ำหนักทั้งหมดของขยะมูลฝอย

2) การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของขยะมูลฝอย อ้างอิงจากระเบียบวิธีการประมาณการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามหลักเกณฑ์ของ IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006) และตามแนวทางการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยชนิด อายุในชั้นบรรยากาศ และศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก แสดงดังตารางที่ 1 และการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แสดงดังสมการที่ 2

ตารางที่ 1 ชนิดและศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้น บรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	5 - 200	1
มีเทน (CH ₄)	12	25
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	114	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	1.4 - 270	124 - 14,800
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	1,000 - 50,000	7,390 - 12,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	3,200	22,800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF ₃)	740	17,200

ที่มา: IPCC Fourth Assessment Report – Climate Change 2007

สูตรการคำนวณ

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = \text{Activity data} \times \text{Emission factor} \quad (2)$$

โดย Activity data คือ ข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
Emission factor คือ ค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย ดังสมการที่ (3)

$$\text{Emission} = \frac{\text{Fuel (units)} \times \text{EF (kgCO}_2\text{)}}{\text{Solid Waste (tones)}} \quad (3)$$

โดย

Emission คือ การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลน้ำมันรถฝังกลบขยะมูลฝอย (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)

Solid Waste คือ ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปฝังกลบต่อเดือน (ตันขยะมูลฝอยต่อเดือน)

Fuel คือ ปริมาณน้ำมันที่ใช้รถฝังกลบขยะมูลฝอย (ลิตรต่อเดือน)

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกการใช้น้ำมันรถฝังกลบขยะมูลฝอย (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)

ตารางที่ 2 ค่าแฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

องค์ประกอบมูลฝอย	ค่าแฟกเตอร์ (kg CO ₂ /หน่วย)	หน่วย
เศษไม้	3.3300*	กิโลกรัม
กระดาษ	2.9300*	กิโลกรัม
เศษอาหาร	2.5300*	กิโลกรัม
ยางและหนัง	3.1300*	กิโลกรัม
ผ้าอนามัย	4.000**	กิโลกรัม
พลาสติก	1.8814***	กิโลกรัม
โฟม	2.2971***	กิโลกรัม
กระป๋องอลูมิเนียม	0.6470****	กิโลกรัม
ขวดแก้วใส	0.8061****	กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	2.7446*****	ลิตร
รถบรรทุก 10 ล้อวิ่งปกติ 0% Loading	0.5747*****	กิโลเมตร
รถบรรทุก 10 ล้อวิ่งปกติ 50% Loading	0.0852*****	ตันต่อกิโลเมตร

ที่มา: *IPCC 2006 Vol.5 Waste, ** Green office manual by Department of Environmental Quality Promotion, Mahidol University, ***Thai National LCI Database, TIIS-MTEC-NSTDA (with TGO electricity 2016-2018), ****Thai National LCI Database, *****IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, PTT, *****TIIS-MTEC-NSTDA (with TGO electricity 2016-2018)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ลักษณะทั่วไปและกิจกรรมของศูนย์วิทยาศาสตร์อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ตั้งอยู่ที่จังหวัดปทุมธานี เป็นอาคาร 4 ชั้น ให้บริการการเรียนการสอน งานวิจัย ห้องประชุมสัมมนา ประกอบไปด้วยหน่วยงาน สำนักงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ปฏิบัติการทางเคมี และปฏิบัติการทางชีววิทยา จำนวนผู้ใช้บริการศูนย์วิทยาศาสตร์ระหว่างเดือนสิงหาคม - ธันวาคม 2566 และเดือนมกราคม - กรกฎาคม 2567 มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 6,776 คน

2. ปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยของอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ แหล่งกำเนิดมูลฝอยเกิดจากนักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารซึ่งมีการนำอาหารและเครื่องดื่มมารับประทาน แยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยเป็น 9 ประเภทคือ เศษอาหาร กระดาษ ไม้ ยาง

และหนัง ฟ้ายอนมาย พลาสตึก กระจกอลุมเนียม ขวดแก้วใส และโพน จากการศึกษาพบ ปริมาณมูลฝอยรวมทั้งหมด 853.6 กิโลกรัม เดือนสิงหาคมถึงธันวาคม 2566 มีปริมาณขยะ มูลฝอยรวม 206.5, 153.1, 21.5, 23.6 และ 59.2 กิโลกรัมตามลำดับ เมื่อพิจารณาสัดส่วน คิดเป็นร้อยละ 24.3, 18.1, 2.53, 2.77 และ 6.94 ตามลำดับ ขณะที่ปี พ.ศ.2567 เดือน มกราคม - กรกฎาคม มีปริมาณมูลฝอยรวม 127.4, 14.1, 6.4, 6.0, 1.4 101.4 และ 132.9 กิโลกรัมตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 14.93, 1.65, 0.75, 0.70, 0.16, 11.88 และ 15.57 ตาม ลำดับ ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3 ขณะที่องค์ประกอบของขยะมูลฝอยคิดเป็นร้อยละในแต่ละ เดือนพบว่ามีส่วนคล้ายกันโดยพบว่าเศษอาหาร กระจก และพลาสติกมีส่วนมากที่สุด 3 อันดับแรก เช่น ในปี พ.ศ. 2566 เดือนสิงหาคม พบเศษอาหารมากที่สุด ร้อยละ 49.49 รองลงมาคือ พลาสติก ร้อยละ 21.64 และกระจก ร้อยละ 21.45 เดือนกันยายนพบเศษ อาหาร พลาสติก และกระจกร้อยละ 52.55 19.99 และ 19.59 ตามลำดับ และเดือนธันวาคม พบสัดส่วนเศษอาหาร พลาสติก และกระจกร้อยละ 35.14 31.59 และ 20.78 ตามลำดับ ขณะที่ปี 2567 พบว่าเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน มิถุนายน และกรกฎาคม มีสัดส่วนของเศษอาหารมากที่สุดรองลงมาคือกระจก พลาสติกข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4 สอดคล้องกับบันทึกพร สุทธิประภา และ สุนิดา ทองโท (2563); สุชานุช ชูสุวรรณ และคณะ (2563) พบว่ามีสัดส่วนของขยะประเภทเศษอาหารมากที่สุดเนื่องจากเศษอาหารเป็นขยะที่เกิด จากการบริโภคอาหารทุกวัน มีแหล่งจำหน่ายอาหารและยังขาดระบบการคัดแยกที่ดีทำให้เศษ อาหารถูกทิ้งรวมกับขยะทั่วไปแทนที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์

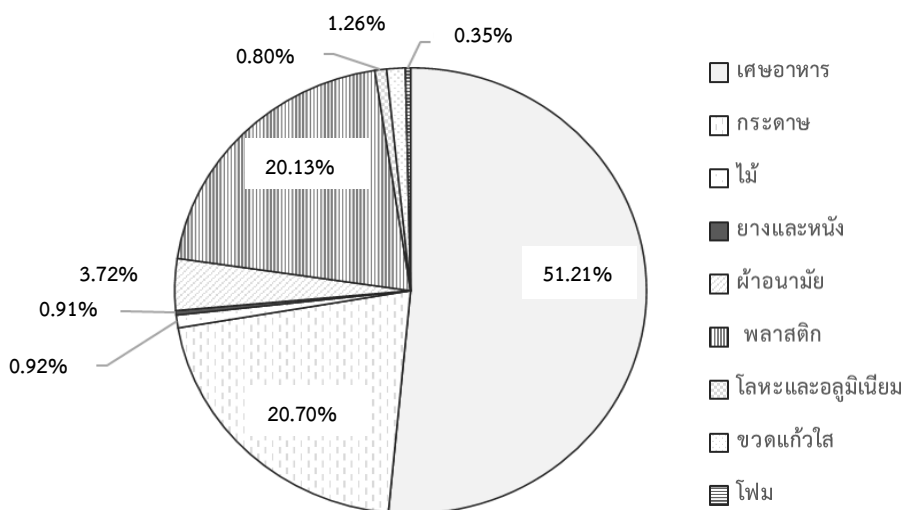
ตารางที่ 3 ปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างเดือน ส.ค. 2566 ถึงเดือน ก.ค 2567

องค์ประกอบ ขยะมูลฝอย	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)											
	ส.ค.66	ก.ย.66	ต.ค.66	พ.ย.66	ธ.ค.66	ม.ค.67	ก.พ.67	มี.ค.67	เม.ย.67	พ.ค.67	มิ.ย.67	ก.ค.67
เศษอาหาร	102.2	80.5	8.5	15.5	20.8	64.2	9.2	3.6	2.9	1.0	56.3	72.5
กระจก	44.3	30.0	6.9	5.3	12.3	30.8	2.2	0.9	1.6	0.2	18.4	23.8
ไม้	3.2	0.3	0.1	0.1	1.5	2.1	0.1	0.1	-	-	0.1	0.2
ยางและหนัง	0.4	0.4	5.5	0.4	0.2	0.3	-	-	-	-	0.3	0.3
ฟ้ายอนมาย	8.1	7.3	0.1	0.1	3.5	4.9	0.1	-	0.1	-	2	5.5
พลาสติก	44.7	30.6	0.4	2.0	18.7	21.7	1.9	1.0	1.0	0.2	22.3	27.3
กระจก-อลุมเนียม	1.0	1.2	-	0.1	0.8	1.0	0.3	0.5	0.3	-	0.7	1.0
ขวดแก้วใส	1.6	2.5	-	-	1.2	1.8	0.3	0.3	0.1	-	1.0	2.0
โพน	1.0	0.4	-	0.1	0.2	0.6	0.1	3.6	-	-	0.3	0.3
รวม	206.5	153.1	21.5	23.6	59.2	127.4	14.1	6.41	6.0	1.4	101.4	132.9

ตารางที่ 4 องค์ประกอบมูลฝอยศูนย์วิทยาศาสตร์ระหว่างเดือน ส.ค. 2566 ถึงเดือน ก.ค. 2567

องค์ประกอบ ขยะมูลฝอย	องค์ประกอบมูลฝอย (ร้อยละ)											
	ส.ค.66	ก.ย.66	ต.ค.66	พ.ย.66	ธ.ค.66	ม.ค.67	ก.พ.67	มี.ค.67	เม.ษ.67	พ.ค.67	มิ.ย.67	ก.ค.67
เศษอาหาร	49.49	52.55	39.3	65.68	35.14	50.39	65.22	56.14	48.74	71.43	55.52	54.55
กระดาษ	21.45	19.59	31.9	22.46	20.78	24.18	15.60	14.24	26.89	14.29	18.15	17.91
ไม้	1.55	0.21	0.6	0.42	2.53	1.65	0.71	-	-	-	0.10	0.15
ยางและหนัง	0.19	0.24	25.6	1.69	0.34	0.24	-	-	-	-	0.30	0.23
ผ้าออนามัย	3.92	4.73	0.6	0.42	5.91	3.85	0.36	0.00	1.68	-	1.97	4.14
พลาสติก	21.64	19.99	2.0	8.47	31.59	17.03	13.47	15.59	16.81	14.29	21.99	20.54
กระป๋อง-	0.48	0.78	-	0.42	1.35	0.78	2.16	7.80	4.20	-	0.69	0.75
อลูมิเนียม												
ขวดแก้วใส	0.79	1.64	-	-	2.03	1.41	1.78	4.68	1.68	-	0.99	1.50
โฟม	0.48	0.26	-	0.42	0.34	0.47	0.71	56.14	-	-	0.30	0.23

ปริมาณขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมีค่ารวม 437.12 กระดาษ 176.66 ไม้ 7.86 ยางและหนัง 7.77 ผ้าออนามัย 31.73 พลาสติก 171.82 โลหะและอลูมิเนียม 6.86 แก้ว 10.79 และขวดแก้วใส 3.00 กิโลกรัมต่อปี เมื่อนำปริมาณขยะมูลฝอยมาคิดเป็นสัดส่วน พบเศษอาหาร ร้อยละ 51.21 กระดาษร้อยละ 20.70 ไม้ร้อยละ 0.92 ยางและหนังร้อยละ 0.91 ผ้าออนามัย ร้อยละ 3.72 พลาสติกร้อยละ 20.13 โลหะและอลูมิเนียม ร้อยละ 0.80 ขวดแก้วใสร้อยละ 1.26 และโฟมร้อยละ 0.35 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 1

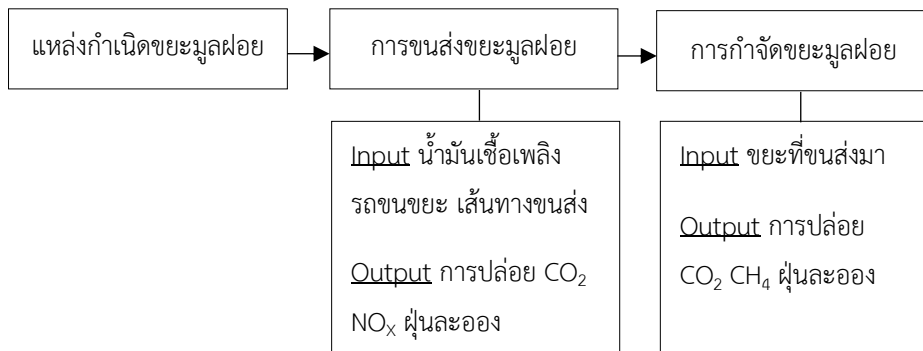


รูปที่ 1 สัดส่วนองค์ประกอบมูลฝอยอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์

3. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอย การกำจัดขยะของศูนย์วิทยาศาสตร์เริ่มจากการเก็บขนขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยทุกวันด้วยรถบรรทุกเพื่อนำไปพักบริเวณหลั่มมหาวิทยาลัยเพื่อรอรถขนขยะจากเทศบาลเข้ามาเก็บขยะอาทิตย์ละ 3 วันเพื่อนำขยะไปกำจัดแบบฝังกลบ ณ บ่อกำจัดขยะของเทศบาลท่าโขลง จังหวัดปทุมธานี การคำนวณจากการกำจัดขยะมูลฝอย คำนวณจากปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด และจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยที่ใช้น้ำมันดีเซลปริมาณ 1,290 ลิตรต่อปี แผนผังกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยของศูนย์วิทยาศาสตร์แสดงดังรูปที่ 2 และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณ (ตัน/ปี)	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂)	ปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO _{2eq} /ปี)
เศษอาหาร	0.437	2.5300	1.106
กระดาษ	0.177	2.9300	0.518
ไม้	0.008	2.0000	0.016
ยางและหนัง	0.003	3.1300	0.009
ผ้าอนามัย	0.032	4.000	0.127
พลาสติก	0.172	1.8814	0.323
โลหะและอลูมิเนียม	0.007	0.6470	0.004
ขวดแก้วใส	0.011	0.8061	0.009
โฟม	0.003	2.2971	0.007
รวม	0.849		2.118



รูปที่ 2 การจัดการขยะมูลฝอยของศูนย์วิทยาศาสตร์

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยรวมทุกประเภทของศูนย์วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 2.118 kgCO_{2eq} ต่อปี โดยมีการปลดปล่อยจากขยะประเภทเศษอาหารมากที่สุด 1.106 รองลงมาคือกระดาษ 0.518 และพลาสติก 0.323 kgCO_{2eq} ต่อปี ขณะที่ขยะประเภทโลหะและอลูมิเนียมมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดเท่ากับ 0.004 kgCO_{2eq} ต่อปี รองลงมาคือโฟม 0.007 kgCO_{2eq} ต่อปี ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 4.148 kgCO_{2eq} ต่อปี และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการขนส่งเข้าไปและขากลับรวม 2728.0424 kgCO_{2eq} ต่อปี

สอดคล้องกับงานวิจัยของมุกดาวรรณ ชนะวงศ์ และคณะ (2566) ทำการศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลชานวรรณ อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ดมีปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยรวมตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 1837.89 kgCO_{2eq} ต่อปี และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากขยะประเภทอาหารมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 739.57 kgCO_{2eq} ต่อปี รองลงมาคือถุงพลาสติกมีค่าเท่ากับ 226.74 kgCO_{2eq} ต่อปี และกระดาษ 185.15kgCO_{2eq} ต่อปี ขณะที่โฟมมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด 17.24 kgCO_{2eq} ต่อปี เนื่องจากมีลักษณะแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยเป็นชุมชนซึ่งมักพบว่าขยะประเภทเศษอาหารและพลาสติกมากกว่าขยะประเภทอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของมุกดาวรรณ สว่างอารมณ์ และคณะ (2566) ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นของเทศบาลตำบลศาลาด่าน จังหวัดกระบี่ พบว่ามีการ

ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยรวมมีค่าเท่ากับ 12,124.68 kgCO_{2eq} ต่อปี การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการฝังกลบขยะมูลฝอยมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ เศษอาหารมีค่าเท่ากับ 5,801.49 kgCO_{2eq} ต่อปี พลาสติกมีค่าเท่ากับ 3,167.14 kgCO_{2eq} ต่อปี และกล่องโฟมมีค่าเท่ากับ 1,459.47 kgCO_{2eq} ต่อปี และมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยเท่ากับ 16.71 kgCO_{2eq} ต่อปี เนื่องจากเทศบาลตำบลศาลาด่าน จังหวัดกระบี่ มีแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและเป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างประเทศดังนั้นจึงขยะประเภทเศษอาหาร พลาสติกและโฟมเป็นจำนวนมาก ขณะที่การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของศูนย์วิทยาศาสตร์ที่พบน้อยที่สุดมาจากโลหะและอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 0.004 kgCO_{2eq} ต่อปี

จากการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของขยะมูลฝอยของศูนย์วิทยาศาสตร์ให้ทราบถึงสัดส่วนของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ซึ่งพบขยะประเภทเศษอาหารมากที่สุด รองลงมาคือ กระดาษและพลาสติก ดังนั้นควรมีการลดการเกิดขยะประเภทอาหารด้วยการคัดแยกและนำมาทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพควบคู่กับการลดการเกิดขยะอินทรีย์ รวมถึงเพิ่มการนำขยะมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ เช่น การคัดแยกขยะที่ต้นทางนำกลับไปใช้ใหม่ (recycle) และนำขยะอินทรีย์ที่ต้นทางมาใช้ประโยชน์ เพื่อที่สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆภายในศูนย์วิทยาศาสตร์และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับหน่วยงานอื่นภายในมหาวิทยาลัยต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาองค์ประกอบและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขยะมูลฝอยของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนมิถุนายน 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม 2567 มีขยะมูลฝอยรวม 853.61 กิโลกรัม มีองค์ประกอบหลัก 9 ประเภทได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ ไม้ ยางและหนัง ผ้าอนามัย พลาสติก โลหะและอลูมิเนียม ขวดแก้วใส และโฟม โดยพบขยะประเภทเศษอาหารมีสัดส่วนมากที่สุด 51.21 รองลงมาคือ กระดาษร้อยละ 20.70 และพลาสติก ร้อยละ 20.13 รวมถึงพบขยะประเภทโฟมน้อยที่สุดร้อยละ 0.35 ขณะที่ไม้ ยางและหนัง และโลหะและอลูมิเนียมมีค่าใกล้เคียงกันคือร้อยละ 0.92, 0.91 และ 0.80 ตามลำดับ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบพบว่าเศษอาหารมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด

คือ 1.106 kgCO_{2eq} ต่อปี รองลงมาคือกระดาษมีค่าเท่ากับ 0.518 kgCO_{2eq} ต่อปี และพลาสติก 0.323 kgCO_{2eq} ต่อปี ดังนั้นในการลดปริมาณขยะมูลฝอยและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากศูนย์วิทยาศาสตร์ควรมีการจัดการเศษอาหาร โดยส่งเสริมการแยกเศษอาหารเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักหรือรณรงค์ให้ลดขยะอาหารโดยการปรับพฤติกรรมผู้บริโภค และการลดขยะพลาสติกโดยสนับสนุนการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ถุงผ้า แก้วน้ำพกพาและคัดแยกขยะพลาสติกเพื่อนำไปรีไซเคิล หรือนำมามาตรการลดขยะมาเป็นนโยบายภายในศูนย์วิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และผู้มีความเกี่ยวข้องทุกท่าน และทุนสนับสนุนงานวิจัยปีงบประมาณ 2566 ทุนส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่ จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี สำหรับโครงการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2565). *การศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยปี 2564*. กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2566). *รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศ ไทย ปี พ.ศ. 2566*. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2024/05/pcdnew-2024-05-09_07-53-50_682275.pdf.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). *แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2563-2573 สาขาการจัดการของเสียชุมชน*. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *นโยบายการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยในหน่วยงานภาครัฐ (การประชุมเชิงปฏิบัติการชี้แจงแนวทางการดำเนินงานตาม มาตรการลด และคัดแยกขยะมูลฝอยในหน่วยงานภาครัฐ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ในวันที่ 26 พฤศจิกายน*

- 2564). สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.pcd.go.th/garbage/>นโยบายการลดและคัดแยก-ขยะมูลฝอยในหน่วยงานภาครัฐ/.
- นันทพร สุทธิประภา และ สุนิดา ทองโท. (2563). การปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในชุมชน กรณีศึกษา ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลกระเทียม จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 14(3), 161-174.
- ปวีณา พาณิขยพิชญ์. (2560). *การลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/Article/2017/Waste_GHGs.pdf.
- มุกตาวรรณ ชนะวงศ์, โสภณ เบื้องบน, ภัทลัญญ์ พินิจมนตรี, ศึกษา อุ่นเจริญ, สุวัฒน์พงษ์ ศรีบุตตา, และ สุวิมล ตอบุตร (2566). องค์ประกอบของขยะมูลฝอยและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลชานวรรณ อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย*, 13(2), 80-87.
- ลดาวรรณ สว่างอารมณ์, ปัญัปปัชกร บัญพร้อม, สดาญ์ สุทธิมาศ, และ ประภัสสร เพ็ชรพันธ์. (2566). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นของเทศบาลตำบลศาลาด่านจังหวัดกระบี่. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม*, 10(1), 57-65.
- สุชานุช ชูสุวรรณ, ศิริอุมา เจาะจิตต์, และ วาริท เจาะจิตต์. (2563). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 15(2), 1-12.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006. Retrieved January 14, 2025, from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). IPCC Fourth Assessment Report – Climate Change 2007. Retrieved January 14, 2025, from <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>.

SDG Move. (2567). รายงาน UNEP เตือน ภายในปี 2593 ขยะมูลฝอยชุมชน' จะเพิ่มขึ้นเป็น 3.8 พันล้านตันหากไม่มีการจัดการอย่างเร่งด่วน. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2568, จาก <https://www.sdgmovement.com/2024/02/29/unep-report-beyond-an-age-of-waste/>.

Udon Thani Rajabhat University
Journal of Science and Technology

Vol.13 Issue.1 (2025)

ISSN 2287-0083

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

64 ถ.ทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
โทรศัพท์: 042-211040 ต่อ 1702 เว็บไซต์: <http://rdi.udru.ac.th>
เว็บไซต์: <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru>
อีเมล: scjournal@udru.ac.th

