

**STJ** SCIENCE AND  
TECHNOLOGY  
JOURNAL  
**RMUTK**

ฉบับที่ 03

**RMUTK**  
ราชมน  
กรุงเทพ



**2025**

Journal of Science and Technology  
Rajamangala University of Technology Krungthep

ISSN 2392-5647 (Print) ISSN XXXX-XXXX (Online)

**2568** | SEPTEMBER - DECEMBER  
ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน - ธันวาคม 2568

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

# วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



(Journal of Science and Technology Rajamangala University of Technology Krungthep)

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – ธันวาคม 2568

ISSN 2392-5647 (Print) ISSN xxxx-xxxx (Online)

### เจ้าของวารสาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

### วัตถุประสงค์ในการพิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ (STJ) จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความวิชาการและบทความวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สถาปัตยกรรมการออกแบบ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเกษตร การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศาสตร์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารธุรกิจหรือการศึกษา อีกทั้งเพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการ โดยมีกลุ่มเป้าหมายหลักคือบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน นักวิจัย และนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

### ขอบเขตเนื้อหาการตีพิมพ์

- สาขาวิทยาศาสตร์
- สาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
- สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- สาขาสถาปัตยกรรมและการออกแบบ
- สาขาอุตสาหกรรมเกษตร
- สาขาการจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี
- สาขาความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารธุรกิจ หรือการศึกษา

### กำหนดการเผยแพร่ ปีละ 3 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน
- ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม
- ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม

## ประเภทของบทความ

บทความวิจัย และบทความวิชาการ

## กระบวนการพิจารณาบทความ

ทุกบทความที่ส่งให้วารสารพิจารณาจะถูกกลั่นกรองและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ท่าน ต่อบทความ ดำเนินการตรวจสอบโดยที่ผู้แต่งไม่ทราบชื่อผู้ประเมิน และผู้ประเมินไม่ทราบชื่อผู้แต่ง (Double-Blind Peer Review)

## ที่ปรึกษาวารสาร

รองศาสตราจารย์ ดร. พิชัย จันทรมณี

อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ครรชิต กำลั๊งกล้า

คณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

## บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ผิวนพรรณ ประจันต์ศรี รองคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

## ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พุดกรอง พันธุ์โหม่งค์

ผู้ช่วยคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

## กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ทวี ตันขศิริ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศาสตราจารย์ ดร. พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงวุฒิ เอกภูมิจวงศา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รองศาสตราจารย์ ดร. วรธิดา ชัยญาณะ

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รองศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สุดสังข์

คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์ ดร. วิษณุ ธงไชย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รองศาสตราจารย์ ดร. อีรพร กงบังเกิด

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์ ดร. พงศยุทธ์ จันทอง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีรพัฒน์ พลอัน

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตยา มีหนองหัว

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา เสาร์สิงห์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

ดร. นชพรรณ จันทอง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ

## คณะกรรมการกองบรรณาธิการวารสาร

### คณะกรรมการดำเนินงานวารสาร

รศ. ดร. อุดมเดช ภัคดี  
รศ. ดร. กิตติศาสตร์ กระบวน  
ผศ. ดร. รุ่งทิวา เสาร์สิงห์  
ผศ. ดร. ดวงสุรีย์ แสนสีระ  
ผศ. ดร. วีระ ทองเนตร  
ผศ. ดร. อรสา พัสดุ  
ผศ. ดร. เทพรัตน์ ลีลาสัตตัตถกุล  
ดร. สุรีย์พร นวลนัม  
ดร. อ้อมใจ บุขง  
ดร. นัยน์ปพร จารุเกษตรวิทย์  
ดร. อภิรักษ์ อภิธนา  
ดร. พะวิชา ไพรัชชาตินิยม  
อาจารย์ มณฑิตา พรหมมณโชติ  
อาจารย์ กานดา คล้ายวรรณะ  
อาจารย์ เสน่ห์ สำเภาเงิน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ

### ฝ่ายจัดการด้านเทคนิคและการออกแบบศิลปกรรม

ผศ. ดร. พุดกรอง พันธุ์อุโมงค์  
ดร. ประภาพร ร้อยพรมมา  
อาจารย์ วรชัย บุษามสาย  
นายนิทรรศ นามแดง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ

### จัดพิมพ์โดย

สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

### ติดต่อสอบถาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120  
โทร. 0-287-9600 ต่อ 2111, มือถือ 08-6415-2558  
E-mail: science.st@mail.rmutk.ac.th  
เว็บไซต์วารสาร: <https://li04.tci-thaijo.org/index.php/stjrmutk>



## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2568

|                                               |                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| รองศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง     | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม                  |
| รองศาสตราจารย์ ดร. จีราภรณ์ อินทसार           | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑาภรณ์ ชนะถาวร           | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมคิด ใจตรง            | มหาวิทยาลัยบูรพา                      |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนิตา อารีรบ           | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์              |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธุ์ระวี กองบุญเทียม | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชฎาพร ใจมั่น         | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา     |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี    |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังกาบ บุญสูง          | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์            |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา เหลียวตระกูล   | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราคม วงศ์ชัย          | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง                |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กานต์พิชชา สุวรรณวัฒน์เมธี | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี    |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐนิภรณ์ น้อยแสงี่ยม      | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย   |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิตติรัตน์ หมั่นอนันต์     | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา           |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฬาลักษณ์ จารุจฑารัตน์    | มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  |

## บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ ฉบับนี้เป็นปีที่ 2 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2568 วัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความวิชาการและบทความวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สถาปัตยกรรมการออกแบบ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเกษตร การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศาสตร์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรม ในฉบับนี้ได้รวบรวมบทความวิชาการจำนวน 1 บทความ และบทความวิจัย จำนวน 4 บทความ ซึ่งได้รับการพิจารณากลั่นกรองและประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำนวนอย่างน้อย 3 ท่านต่อบทความ โดยมาจากหลากหลายสถาบัน เพื่อให้บทความมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากที่สุด

คณะกรรมการขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพและกลั่นกรองบทความทุกท่านที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาบทความของวารสารให้มีคุณภาพ และขอขอบคุณเจ้าของผลงานทุกท่านที่ให้เกียรติส่งผลงานเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ และคณะกรรมการทุกท่านที่มีส่วนร่วมทำให้มีวารสารฉบับนี้มีคุณค่าทางวิชาการและเผยแพร่ในวงกว้าง คณะกรรมการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความที่ดีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารฉบับนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษา การทำงานวิจัย รวมถึงการอ้างอิงงานวิจัย ของนักศึกษา นักวิชาการ อาจารย์ และนักวิจัย ได้เป็นอย่างดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ผิวนพรรณ ประจันต์ศรี

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

บรรณาธิการวารสาร

## สารบัญ

| บทความวิชาการ                                                                                                                                                                                                                                                                             | หน้า    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| บทบาทของ AI ในการออกแบบและการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม<br>The Role of AI in Architectural Design and Construction<br>อลงกรณ์ ถนิมกาญจน์                                                                                                                                                      | 1 - 11  |
| บทความวิจัย                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
| การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู<br>เพื่อผสมหมึกพิมพ์<br>A Study on the Optimal Conditions for Producing Pearlescent Powder<br>from Mussel Shells for use in Printing Inks<br>จิรสิน จักรวิเชียร, ปุณยาพร ช้องณรงค์, ฤทธิเดช ทองอินทร์ และ ปฏิพากย์ ปุ่นอุดม | 12 - 19 |
| การผลิตผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในการพิมพ์สกรีน<br>Production of Pigments from Purple Potatoes for use in Screen Printing<br>เนตรปรียา ทองไพบูลย์, ปทุมรัตน์ อุดมรัตน์กุล และ สุรวิทย์ นันทการรัตน์                                                                                          | 20 - 26 |
| อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลของจำปาตะ<br>Influence of Fertilizer Application on Growth, and Quality in Champedak<br><i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.<br>สุวรรณษา ชูเชิด, สุรศักดิ์ ชูทอง, กัลลวีร์ กรตนวล, พรพินิต เพ็ชรลู่ก และวัฒนา ณ นคร                         | 27 - 36 |
| ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะ<br>สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ<br>Amount of Greenhouse Gas Emissions from Daily Activities of Students from the<br>Faculty of Architecture and Design<br>เกริกฤทธิ์ ตั้งวงษ์อุทัย และ โชคดี ศรีสมบัติ                   | 37 - 44 |
| ภาคผนวก                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
| คำแนะนำการส่งบทความ<br>การเตรียมต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์<br>จริยธรรมการตีพิมพ์                                                                                                                                                                                                                 |         |

## บทบาทของ AI ในการออกแบบและการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม The Role of AI in Architectural Design and Construction

อลงกรณ์ ถานิมกาญจน์<sup>1</sup>

Alongkorn Tanimkarn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และศิลปกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 30000

<sup>1</sup> Division of Architecture Faculty of Architecture and Creative Art, Rajamangala University of Technology Isan, 30000

\*Corresponding Author: alkorn2000@hotmail.com

Received 22 สิงหาคม 2568; Revised 22 พฤศจิกายน 2568; Accepted 19 ธันวาคม 2568

### บทคัดย่อ

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการออกแบบและการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมสมัยใหม่เป็นประเด็นที่มีความท้าทายและน่าสนใจอย่างยิ่งในปัจจุบัน ด้วยศักยภาพในการเรียนรู้และประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) อย่างเป็นระบบ AI ได้เข้ามามีส่วนสำคัญในการสร้างแบบจำลองสามมิติที่แม่นยำและการจำลองเสมือนจริง เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของการออกแบบก่อนการก่อสร้างจริง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงและความผิดพลาดในการทำงาน อีกทั้ง AI ยังช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกจากแหล่งต่างๆ เพื่อปรับปรุงกระบวนการออกแบบให้มีความเหมาะสมและยั่งยืนมากขึ้น การประยุกต์ใช้ AI ในงานสถาปัตยกรรมไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบและก่อสร้างเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมการสร้างสรรค์รูปแบบการออกแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อสำรวจทางเลือกใหม่ๆ นอกจากนี้ AI ยังมีบทบาทสำคัญในการออกแบบโครงสร้างที่สามารถตอบสนองต่อภัยพิบัติ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงซ้อนเพื่อค้นหาความสัมพันธ์และแบบแผนที่ไม่สามารถตรวจพบได้ง่ายด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม บทความนี้มุ่งเน้นการทบทวนและวิเคราะห์บทบาทของ AI ในมิติสำคัญต่างๆ ของงานสถาปัตยกรรม และเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแรงบันดาลใจในการศึกษาต่อยอดในอนาคต

**คำสำคัญ:** ปัญญาประดิษฐ์ (AI); การออกแบบสถาปัตยกรรม; การก่อสร้างสถาปัตยกรรม; การจำลองเสมือนจริง; ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

### Abstract

The role of Artificial Intelligence (AI) in modern architectural design and construction is a challenging and highly interesting contemporary issue. With its systematic capability to learn and process large-scale data (Big Data), AI has become instrumental in creating accurate 3D models and virtual simulations to test design possibilities prior to physical construction, thereby reducing risks and errors in practice. Furthermore, AI assists in analyzing in-depth data from various sources to optimize the design process for greater suitability and sustainability. The application of AI in architecture not only enhances design and construction efficiency but also fosters the creation of unique design forms, utilizing Machine Learning techniques to explore new alternatives. AI also plays a crucial role in designing structures resilient to disasters and in analyzing complex data to uncover relationships and patterns that are not readily apparent through conventional analytical

methods. This article aims to review and analyze the role of AI across critical dimensions of architectural practice, and propose guidelines for its application to serve as foundational knowledge and inspiration for future research.

**Keywords:** Artificial Intelligence (AI); Architectural Design; Architectural Construction; Virtual Simulation; Big Data

## 1. บทนำ

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) ในการออกแบบและสร้างสถาปัตยกรรมเป็นเรื่องที่ท้าทายและน่าสนใจในปัจจุบัน ด้วยความสามารถในการเรียนรู้และประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) อย่างเป็นระบบ ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงหลายภาคส่วน รวมถึงวงการสถาปัตยกรรม การนำ AI มาใช้ในการออกแบบและสร้างสถาปัตยกรรมได้เปิดมิติใหม่ให้กับนักออกแบบและสถาปนิก โดยเสริมสร้างกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นำเสนอแนวทางการออกแบบที่เป็นนวัตกรรม และสร้างสรรค์สิ่งปลูกสร้างที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน

บทบาทของ AI ในวงการสถาปัตยกรรมมีหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวโน้มและความต้องการของผู้ใช้ การสร้างโมเดลสามมิติที่มีความแม่นยำสูง การออกแบบระบบความยั่งยืนและประหยัดพลังงาน ตลอดจนการสร้างสรรค์สิ่งปลูกสร้างที่มีความสวยงามและเข้ากับสภาพแวดล้อมโดยรอบ การใช้ AI ยังช่วยในการประเมินและปรับปรุงการออกแบบโดยใช้ข้อมูลจริงทำให้นักออกแบบสามารถสร้างผลงานที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และมีประสิทธิภาพสูงสุด

บทความนี้จะนำเสนอภาพรวมของการนำ AI มาใช้ในวงการสถาปัตยกรรม รวมถึงวิธีการและตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ AI ในการออกแบบและสร้างสรรค์สถาปัตยกรรม เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นถึงศักยภาพและความสำคัญของ AI ในการขับเคลื่อนอนาคตของสถาปัตยกรรม

## 2. แนวทางการศึกษา

### 2.1 แนวคิด และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

บทบาทของอัลกอริทึมในงานสถาปัตย์กรรมนั้น มีวิธีการคำนวณ และสามารถนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ นักวิชาการอธิบายว่าการนำอัลกอริทึมมาใช้ในการสถาปัตยกรรมช่วยให้เกิดการออกแบบที่ซับซ้อนและสร้างสรรค์มากขึ้น เนื่องจากอัลกอริทึมสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากและสร้างรูปแบบที่หลากหลายได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ อัลกอริทึมยังช่วยให้สถาปนิกสามารถจำลองและปรับปรุงการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลและการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง (simulation) เพื่อประเมินผลลัพธ์และความเป็นไปได้ของการออกแบบต่างๆ นักวิชาการยังกล่าวถึงการใช้ซอฟต์แวร์และเครื่องมือการออกแบบทางคอมพิวเตอร์ที่มีพื้นฐานจากอัลกอริทึม เช่น CAD (Computer-Aided Design) และ BIM (Building Information Modeling) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการออกแบบและจัดการข้อมูลเกี่ยวกับโครงการสถาปัตยกรรม ซอฟต์แวร์เหล่านี้ช่วยให้สถาปนิกสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติที่มีรายละเอียดสูง และประสานงานระหว่างทีมงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ Peters ยังชี้ให้เห็นถึงบทบาทของอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการพัฒนาสิ่งปลูกสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการใช้การคำนวณเพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ การจัดการความร้อน และการระบายอากาศ ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน [1], [2]

มีการสำรวจประเด็นต่างๆ ที่เทคโนโลยีดิจิทัลส่งผลกระทบต่อสถาปัตยกรรมในหลายด้านด้วยการวิเคราะห์ว่าการเกิดขึ้นของเทคโนโลยีดิจิทัลได้เปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบและก่อสร้างอาคารอย่างไร โดยเน้นการใช้งานคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างแบบจำลองสามมิติ ซึ่งไม่

เพียงแต่ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่าย แต่ยังช่วยให้เกิดการสร้างสรรค์รูปทรงและโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น อีกทั้งยังกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการก่อสร้างที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การใช้เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ในการตัดและประกอบวัสดุ ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดข้อผิดพลาด ผลกระทบของสถาปัตยกรรมดิจิทัลต่อความหมายและประสบการณ์ของพื้นที่ที่สร้างขึ้น สถาปัตยกรรมดิจิทัลไม่ได้เป็นเพียงแค่การสร้างอาคารที่สวยงามและมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อวิถีที่เราปฏิสัมพันธ์กับอาคารและพื้นที่เหล่านั้น นอกจากนี้ยังมีการบูรณาการของสถาปัตยกรรมดิจิทัลกับสภาพแวดล้อมและสังคม ซึ่งรวมถึงการออกแบบที่เน้นความยั่งยืนและการสร้างอาคารที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ในเชิงอัจฉริยะ [3], [4]

สำรวจแนวคิดเรื่องการคำนวณด้วยวัสดุ ซึ่งเน้นการผสมผสานสมบัติของวัสดุ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม และกระบวนการออกแบบด้วยการคำนวณในด้านสถาปัตยกรรม วิธีการนี้ท้าทายวิธีการแบบดั้งเดิมโดยการพิจารณาวัสดุเป็นผู้ใช้ร่วมกระบวนการออกแบบอย่างแข็งขัน ส่งผลให้เกิดรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เป็นนวัตกรรมและปรับตัวได้ การออกแบบโดยการคำนวณไม่ได้หมายถึงการใช้วัสดุเป็นเพียงส่วนประกอบในการสร้าง แต่ยังรวมถึงการใช้ศักยภาพของวัสดุในการตอบสนองต่อสภาวะต่างๆ การใช้เครื่องมือคำนวณทำให้สามารถจำลองและเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้อย่างแม่นยำ การคำนวณด้วยวัสดุช่วยให้สถาปนิกสามารถสร้างสร้งงานออกแบบที่มีประสิทธิภาพทั้งในด้านการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ซึ่งเป็นก้าวสำคัญในการออกแบบที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น [5], [6] การผสมผสานระหว่างวิศวกรรมโครงสร้างและวิทยาศาสตร์ข้อมูล โดยมีการนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในหลายบทบาท ดังนี้:

การตรวจสอบและประเมินสภาพโครงสร้าง (Structural Health Monitoring): AI ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบและประเมินสภาพของโครงสร้าง เช่น การใช้เซ็นเซอร์และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์และคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

การออกแบบและปรับปรุงโครงสร้าง (Design and Optimization): AI ช่วยในกระบวนการออกแบบและ

ปรับปรุงโครงสร้างโดยใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์และแบบจำลองเชิงคำนวณเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการสร้างและบำรุงรักษาโครงสร้าง มีการกล่าวถึงการวางผังเมืองหรือการออกแบบที่ใช้ข้อมูลสารสนเทศเมือง อาจใช้เพื่อแสดงให้เห็นว่า AI สามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวางแผนและออกแบบที่เหมาะสมกับผังเมือง [7]

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis): AI ถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์และแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อหาความสัมพันธ์และแบบแผนที่อาจไม่ได้ชัดเจนจากการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม

การตอบสนองต่อภัยพิบัติ (Disaster Response): AI ช่วยในการประเมินความเสี่ยงและการตอบสนองต่อภัยพิบัติโดยการจำลองสถานการณ์และการคาดการณ์ผลกระทบจากภัยพิบัติต่างๆ [8]

การนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างสถาปัตยกรรมที่มีความยืดหยุ่นและสามารถทนต่อวิกฤตสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นได้ โดยเนื้อหาหลักที่กล่าวถึง ได้แก่ การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่ง AI ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลหลากหลาย เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลช่วยในการคาดการณ์และเตรียมความพร้อมต่อสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากวิกฤตสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ AI ยังช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างโมเดลที่สามารถปรับเปลี่ยนตามเงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การใช้ AI ในการสร้างแบบจำลองและการทดสอบสถานการณ์ต่าง ๆ ช่วยในการพัฒนาโครงสร้างที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม อีกทั้ง AI มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคาร โดยการวิเคราะห์รูปแบบการใช้พลังงานและการคาดการณ์ความต้องการพลังงานในอนาคต ซึ่งจะช่วยในการวางแผนและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ AI ยังช่วยให้นักออกแบบสามารถพัฒนาสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการคำนวณผลกระทบของวัสดุและกระบวนการก่อสร้างต่าง ๆ ต่อสภาพแวดล้อม และเสนอทางเลือกที่ยั่งยืน [9], [10]

ในส่วนของบทบาท AI กับสถาปัตยกรรมนั้น AI ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนและปรับปรุงกระบวนการออกแบบในหลายๆ ด้าน เช่น การสร้างแบบจำลองเชิงทำนาย การ

วิเคราะห์ข้อมูล การสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ และการเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบ นอกจากนี้ AI ยังช่วยให้มนุษย์สามารถสร้างสรรค์และปรับปรุงการออกแบบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยการใช้เครื่องมือ AI เพื่อสร้างแนวคิดและการออกแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ อีกทั้ง AI ยังถูกใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลการออกแบบ โดยการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลและแบบจำลองเชิงทำนายเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงกระบวนการออกแบบเท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบต่อวิธีการทำงานของสถาปนิกและนักออกแบบด้วย เช่น การทำให้กระบวนการออกแบบมีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น และการเปิดโอกาสให้เกิดการออกแบบที่สร้างสรรค์และมีนวัตกรรมมากขึ้น [11] , [12]

## 2.2 บทบาทของ AI ในการออกแบบแนวคิด (AI in Conceptual Design)

AI กำลังเปลี่ยนวิธีการสร้างสรรค์แนวคิดทางสถาปัตยกรรมจากเดิมที่ต้องอาศัยสัญชาตญาณและความเชี่ยวชาญส่วนตัวของสถาปนิกเป็นหลัก ไปสู่กระบวนการที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและการคำนวณ

- **Generative Design (การออกแบบเชิงสร้างสรรค์อัตโนมัติ):** Generative Design เป็นการใช้ AI เพื่อสำรวจชุดรูปแบบการออกแบบที่เป็นไปได้จำนวนมาก (Design Space Exploration) โดยอิงจากชุดพารามิเตอร์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ เช่น พื้นที่ใช้สอย การรับแสงธรรมชาติ และข้อจำกัดด้านโครงสร้าง AI จะสร้างตัวเลือกหลายพันแบบได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเหนือกว่าความสามารถของมนุษย์ในการสร้างตัวเลือกในระยะเวลาเดียวกัน ช่วยให้สถาปนิกสามารถเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดหรือนำไปพัฒนาต่อยอดได้

- **Image-to-Image Synthesis:** เครื่องมือ AI สร้างภาพ (Generative AI) เช่น Midjourney หรือ Stable Diffusion ได้เข้ามาช่วยในขั้นตอนการสร้างภาพร่างแนวคิดเบื้องต้น โดยการใช้ข้อความ (Prompt) หรือภาพร่างง่ายๆ (Sketch) เป็นข้อมูลป้อนเข้า ทำให้สามารถแปลงแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจนให้กลายเป็นภาพที่สมจริงและมีรายละเอียดสูง

ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยลดเวลาในการสร้างภาพนำเสนอและช่วยในการสื่อสารแนวคิดกับลูกค้า

- **Style Transfer และ Optimization:** AI สามารถเรียนรู้รูปแบบสถาปัตยกรรมจากสถาปนิกหรือยุคสมัยต่างๆ และนำรูปแบบเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบใหม่ (Style Transfer) นอกจากนี้ยังสามารถปรับองค์ประกอบการออกแบบ (Optimization) ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างละเอียด

## 2.3 บทบาทของ AI ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการจำลอง (AI in Performance Analysis and Simulation)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอาคารเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานและซับซ้อน AI ได้เข้ามาช่วยเร่งกระบวนการนี้ให้แม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น

- **Simulation และ Digital Twin:** AI ใช้ข้อมูลขนาดใหญ่และ Machine Learning ในการสร้างแบบจำลองเสมือนจริง (Digital Twin) ของอาคาร เพื่อจำลองพฤติกรรมต่างๆ เช่น การไหลของอากาศ การใช้พลังงาน ความร้อน และความทนทานต่อภัยพิบัติ การจำลองเหล่านี้มีความแม่นยำสูงกว่าวิธีการคำนวณแบบดั้งเดิม และสามารถทำได้ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาด้านประสิทธิภาพได้ก่อนการก่อสร้างจริง

- **Optimization for Sustainability (การเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อความยั่งยืน):** AI สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ วัสดุ และการใช้พลังงานในอดีต เพื่อแนะนำการเลือกวัสดุ การวางแผนอาคาร และการออกแบบระบบอาคารที่ช่วยลดการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นับเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนสถาปัตยกรรมไปสู่เป้าหมาย Net-Zero Emission

- **Structural and Risk Analysis:** AI ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการออกแบบโครงสร้างที่สามารถตอบสนองต่อแรงสั่นสะเทือนหรือภัยพิบัติ การวิเคราะห์ความเสี่ยงในโครงการก่อสร้าง เช่น การคำนวณความเป็นไปได้ที่จะเกิด

ความล่าช้าหรือการใช้งบประมาณเกิน

## 2.4 บทบาทของ AI ในการก่อสร้างและการบริหารจัดการโครงการ (AI in Construction and Project Management)

ในขั้นตอนการก่อสร้าง AI มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และลดต้นทุน

- **Automated Construction ( การก่อสร้างอัตโนมัติ):** AI ถูกนำไปใช้ควบคุมหุ่นยนต์และเครื่องจักรในการทำงานก่อสร้าง เช่น การพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing) สำหรับชิ้นส่วนอาคาร หรือการติดตั้งโครงสร้างอย่างแม่นยำโดยใช้ระบบนำทางด้วย AI ช่วยเพิ่มความเร็วและลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของแรงงาน

- **Predictive Maintenance ( การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์):** AI ใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (IoT) ที่ติดตั้งในอาคารเพื่อทำนายความเสียหายหรือความล้มเหลวของระบบต่างๆ ก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง ทำให้สามารถวางแผนการซ่อมบำรุงได้อย่างแม่นยำและทันเวลาที่ ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมใหญ่ในระยะยาว

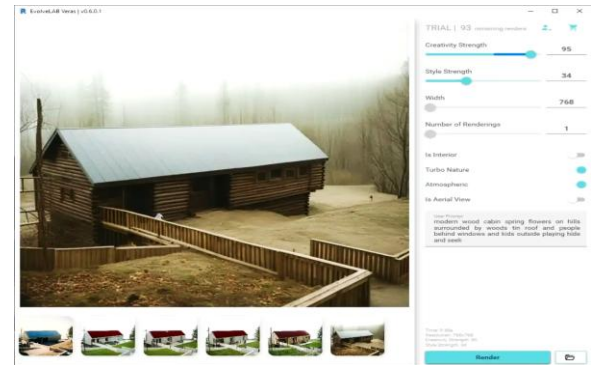
- **Construction Progress Monitoring:** AI สามารถวิเคราะห์ภาพถ่ายจากโดรนหรือกล้องวงจรปิดในพื้นที่ก่อสร้างเพื่อเปรียบเทียบความคืบหน้าจริงกับแบบจำลอง BIM (Building Information Modeling) ช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถระบุความล่าช้าหรือความคลาดเคลื่อนได้อย่างรวดเร็วและเป็นรูปธรรม

## 2.5 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ AI ในการทำงานด้านสถาปัตยกรรม

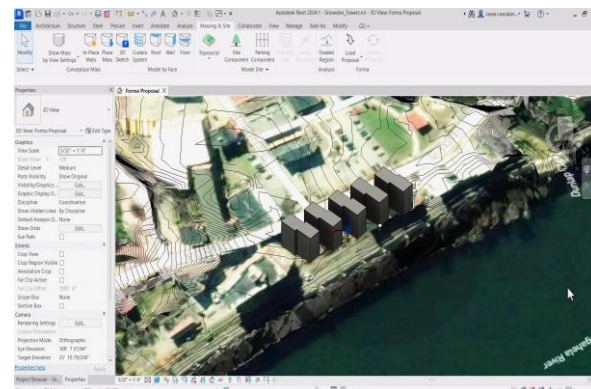
1. 'Veras from Evolvelab' คือ โปรแกรม AI เรนเดอร์ภาพเสมือนจริงให้กับสถาปัตยกรรม โดย AI-powered visualization หรือ การให้ AI สร้างสรรค์ภาพและปรับตั้งค่าให้เราเอง เป็นโปรแกรมเสริมให้กับ Autodesk Revit เวอร์ชัน 2019 – 2023 ซึ่งทาง Evolvelab ได้ปล่อยตัวทดลองให้ใช้ฟรี 15 วัน จำกัดการเรนเดอร์ได้เพียง 30 ภาพ ให้อยู่ที่ละเอียดภาพ 768 x 768 Px แต่หากจ่ายแบบรายเดือน หรือรายปี ก็สามารถเรนเดอร์ภาพได้ไม่

จำกัด และเรนเดอร์ได้พร้อมกันถึง 4 ภาพ แล้วยังสามารถปรับแต่งรายละเอียดภาพได้สูงถึง 1334 x 768 Px อีกด้วย

ทั้งนี้เรายังสามารถเลือกบรรยากาศเพิ่มเติม ได้แก่ การเรนเดอร์ภาพภายในอาคาร ,การเพิ่มมิติของหญ้า และต้นไม้ การสร้างบรรยากาศทิวเขา บ้านเรือน หรือหมอก และการเรนเดอร์มุมสูง (Aerial View) เพื่อเสริมความสมจริงมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม 'Veras from Evolvelab' [13]



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม Autodesk Forma กับ Revit [14]

2. Autodesk Forma เป็นระบบ Cloud service ที่ดึงข้อมูลผังเมืองจริง มาใช้ในการสร้าง Conceptual Mass ของอาคาร เพื่อวิเคราะห์ความร้อนจากแดด แสงธรรมชาติ ทิศลม ฝน การทำ semi outdoor การใช้พลังงานเบื้องต้น หรือเสียงรบกวนโดยรอบที่อาจเกิดขึ้น การใช้ Autodesk Forma ร่วมกับ Autodesk Revit สามารถช่วยให้การออกแบบและพัฒนาโมเดล 3D ของสิ่งก่อสร้างเป็นไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะในการสร้างและปรับแต่งรายละเอียดของส่วนที่เป็นพื้นฐานหรือการตกแต่งที่สามารถพิมพ์ด้วยเทคโนโลยี 3D printing ได้โดยตรง บาง

กรณี Autodesk Forma อาจช่วยในการออกแบบแบบจำลองเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้กับ Revit ได้ หรือใช้เป็นเครื่องมือเสริมในการพัฒนาดีไซน์เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่างความต้องการของผู้ใช้กับการออกแบบที่สามารถผลิตได้จริง

3. D5 AI สามารถอัปโหลดภาพหรือ Mass คร่าวๆ ที่เราก่อแบบอยู่ และใช้ D5 AI ให้ Generate ภาพ Perspective รวมถึง Lay-out พื้นที่ ขอบเขต เคาะโครง เพื่อเป็น inspiration ในการออกแบบ D5 AI มักจะเริ่มใช้เมื่อเราได้ผังอาคาร หรือรูปแบบอาคารแล้ว

โปรแกรม D5 AI หรือ D5 คือแพลตฟอร์มที่ใช้ AI ในการพัฒนาและจัดการกับโครงการสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง (AEC - Architecture, Engineering, and Construction) โดยเฉพาะ มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยี AI เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งมีคุณสมบัติหลากหลายที่มีผลต่อการทำงานในวงการดังนี้:

1) การออกแบบแบบทางกายภาพ: D5 AI สามารถใช้ AI เพื่อสร้างแบบจำลองและแผนที่ในขั้นตอนการออกแบบ ทำให้สามารถทดลองและปรับแก้ไขโครงสร้างได้ก่อนที่จะมีการก่อสร้างจริง

2) การจัดการโครงการ: ระบบ D5 AI ช่วยในการวางแผนและจัดการโครงการ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากร และการตรวจสอบความคืบหน้าของโครงการ

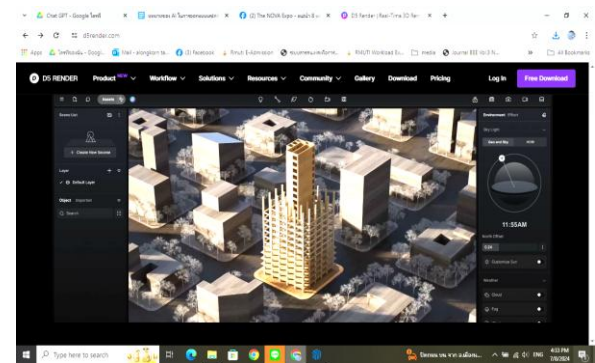
3) การจำลองและการทดสอบ: ช่วยในการสร้างจำลองและการทดสอบสภาพแวดล้อม เช่น ความปลอดภัยและความยั่งยืน

4) การวิเคราะห์ข้อมูล: ใช้ AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเพื่อให้ความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการใช้พื้นที่และการใช้งานในโครงการต่างๆ

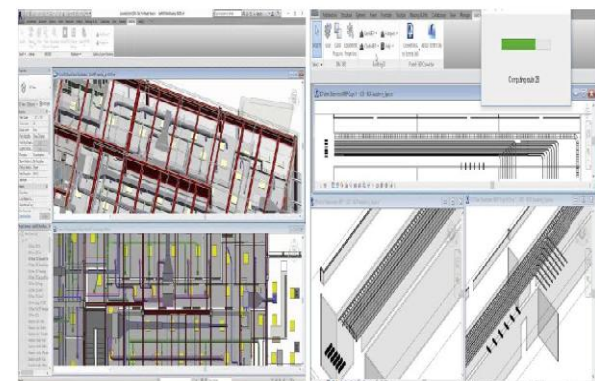
5) การคาดการณ์และการแก้ไขปัญหา: ระบบ D5 AI ช่วยในการคาดการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้และช่วยในการวางแผนสำรองที่เหมาะสม

4. GenMEP เป็นซอฟต์แวร์เสริมในโปรแกรม Autodesk Revit โดยจะเน้นการออกแบบงานเครื่องกล งานไฟฟ้า และงานประปาสุขาภิบาล (MEP) ซึ่งสอดคล้องมาตรฐานของระบบ BIM ยกตัวอย่างเช่น เมื่อโมเดล 3 มิติของอาคารได้ถูกสร้างขึ้นในโปรแกรม Autodesk Revit ซอฟต์แวร์เสริม GenMEP จะสามารถออกแบบแนวระบบ

ไฟฟ้าโมเดลอาคารได้โดยอัตโนมัติแม้ว่าจะเป็นอาคารที่มีรูปทรงยากซับซ้อน อีกทั้งยังมั่นใจได้ว่าท่อหรือสายไฟของงานไฟฟ้าทั้งหมดนั้นจะไม่เดินซ้อนกันหรือชนกันแน่นอนการออกแบบได้โดยอัตโนมัตินี้ถือว่าบรรลุเป้าหมายของการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (Generative Design) ที่ซอฟต์แวร์ได้ใช้ระบบการเรียนรู้เพื่อคิดค้นแนวทางการทำงานที่เป็นไปได้ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำได้รวดเร็ว



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม D5 AI [15]

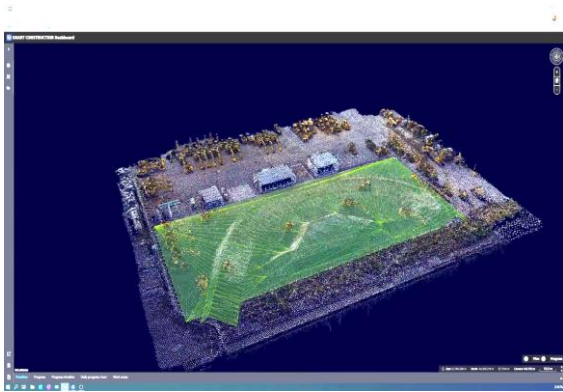


รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม GenMEP Synergyssoft, [16]

5. SMART CONSTRUCTION โดย บริษัท Komatsu (ไคมัตสึ) เป็นการแสดงภาพความก้าวหน้าของงานในมุมมอง 360 องศา ด้วยการบันทึกภาพด้วยโดรน ประกอบกับโมเดลแบบ 3 มิติ รวมถึงบันทึกการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เครื่องจักร และวัตถุอื่นๆ ในพื้นที่ก่อสร้างแบบเรียลไทม์เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานหน้าไซต์งานอย่างมีประสิทธิภาพ

โปรแกรม SMART Construction เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการโครงการก่อสร้างอย่างประณีต โดยเน้นไปที่การบริหารจัดการงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีที่สามารถติดตามและจัดการข้อมูลการ

ก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนของโครงการ SMART Construction ช่วยในการปรับปรุงการสื่อสารระหว่างทีมงานและการจัดการข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือและทันสมัย นอกจากนี้ยังช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างด้วยการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของงานอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม Smart Construction [17]

## 2.6 สรุปแนวทางของการประยุกต์ใช้ AI ในการออกแบบและการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน

### 1. การประยุกต์ใช้ AI ในการออกแบบสถาปัตยกรรม

1) การสร้างแบบจำลองและการจำลองเสมือนจริง AI ช่วยสถาปนิกในการสร้างแบบจำลองสามมิติที่มีความแม่นยำสูงและการจำลองเสมือนจริงเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของการออกแบบก่อนที่จะลงมือสร้างจริง การใช้งานเช่นนี้ช่วยลดความผิดพลาดในการออกแบบและการก่อสร้าง และในส่วนของการสร้างแบบจำลองเสมือนจริง หรือการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเรื่องของการบริหารทรัพยากร (meta verse) หรือการลงทุนในนั้น อาจใช้เพื่อสนับสนุนบทบาทในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจลงทุนในสภาพแวดล้อมเสมือน [18]

2) การวิเคราะห์และการปรับปรุงการออกแบบด้วยการใช้ AI สถาปนิกสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น การวิเคราะห์สภาพอากาศ ทิศทางลม และการเคลื่อนไหวของผู้คนในพื้นที่ เพื่อปรับปรุงการออกแบบให้เหมาะสมและยั่งยืนมากขึ้น

3) การออกแบบที่สร้างสรรค์และไม่ซ้ำกัน AI

สามารถช่วยสร้างสรรค์รูปแบบการออกแบบที่ไม่เหมือนใคร โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) เพื่อสำรวจความเป็นไปได้ใหม่ๆ ในการออกแบบที่มนุษย์อาจไม่เคยนึกถึง

### 2. การประยุกต์ใช้ AI ในการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม

1) การจัดการและการวางแผนโครงการ AI สามารถช่วยในการจัดการและการวางแผนโครงการก่อสร้างโดยการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เช่น ตารางเวลา งบประมาณ และทรัพยากร เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามกำหนดเวลา [19]

2) การตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ AI ยังสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของการก่อสร้าง ด้วยการใช้อุปกรณ์และการวิเคราะห์ภาพเพื่อประเมินความคืบหน้าและตรวจสอบความผิดพลาดในกระบวนการก่อสร้าง [20], [21]

3) การเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้าง AI สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำนายความต้องการของวัสดุและแรงงาน เพื่อป้องกันการหยุดชะงักในกระบวนการก่อสร้างและลดต้นทุนการผลิต

4) ในส่วนของการวิเคราะห์และการปรับปรุงการออกแบบให้ยั่งยืนมากขึ้น หรือการออกแบบระบบความยั่งยืนและประหยัดพลังงาน การออกแบบอาคารที่ยั่งยืนโดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย [22]

5) ใช้เพื่อสนับสนุนแนวคิดของการประยุกต์ใช้ AI ในการปรับปรุงอาคารเพื่อประหยัดพลังงานและการออกแบบเปลือกอาคารที่ปรับเปลี่ยนได้ [23]

ตารางที่ 1 สรุปการประยุกต์ใช้ AI: ข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัด

| บทบาทสำคัญของ AI ในสถาปัตยกรรม              | ข้อดี (Advantages)                                                                                                       | ข้อเสีย/ข้อจำกัด (Disadvantages/Limitations)                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Generative Design (การออกแบบแนวคิด)         | -สำรวจทางเลือกการออกแบบได้หลากหลายและรวดเร็ว<br>- สร้างสรรค์รูปแบบที่ไม่ซ้ำใคร<br>- ปรับให้เหมาะสมตามพารามิเตอร์ที่กำหนด | - ขาดความเข้าใจในบริบททางวัฒนธรรมและสุนทรียศาสตร์ของมนุษย์<br>- ต้องกำหนดพารามิเตอร์ที่แม่นยำสูง<br>- ผลลัพธ์อาจดูซ้ำซากหากใช้ข้อมูลฝึกฝน (Training Data) เดิมๆ        |
| Performance Analysis (วิเคราะห์ประสิทธิภาพ) | - เพิ่มความแม่นยำในการจำลองการใช้พลังงานและโครงสร้าง<br>- ลดความเสี่ยงในการออกแบบ<br>- สนับสนุนการออกแบบเพื่อความยั่งยืน | - ต้องใช้ข้อมูล Input ที่มีคุณภาพสูงและครบถ้วน<br>- มีค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ (IoT) สำหรับ Digital Twin<br>- ความซับซ้อนในการตีความผลการวิเคราะห์ของ AI |
| Construction and Management (การก่อสร้าง)   | - เพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพในการก่อสร้าง (เช่น 3D Printing)                                                            | - ข้อจำกัดทางกฎหมายและมาตรฐานสำหรับ                                                                                                                                    |

| บทบาทสำคัญของ AI ในสถาปัตยกรรม | ข้อดี (Advantages)                                                         | ข้อเสีย/ข้อจำกัด (Disadvantages/Limitations)                                                                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | - ลดความผิดพลาดและอุบัติเหตุ<br>- การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ที่ประหยัดต้นทุน | การก่อสร้างอัตโนมัติ<br>- ความต้องการแรงงานที่มีทักษะใหม่ในการควบคุมเทคโนโลยี AI<br>- ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูลโครงการ |

3. บทสรุป

การศึกษานี้มุ่งเน้นการสำรวจบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการออกแบบและการสร้างสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ โดย AI ได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมอย่างมีนัยสำคัญ AI สามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่และซับซ้อนอย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถสร้างสรรค์แบบแปลนและโครงสร้างที่มีความหลากหลายและซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ AI ยังสามารถจำลองสถานการณ์และปรับปรุงการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลและการจำลองเสมือนจริง (simulation) ทำให้สามารถประเมินผลลัพธ์และความเป็นไปได้ของการออกแบบต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ยิ่งไปกว่านั้น AI ยังมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์และแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อหาความสัมพันธ์และแบบแผนที่อาจไม่ชัดเจนจากการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังช่วยในการประเมินความเสี่ยงและการตอบสนองต่อภัยพิบัติโดยการจำลองสถานการณ์และคาดการณ์ผลกระทบจากภัยพิบัติต่างๆ [24]

ข้อจำกัดและความท้าทายในอนาคต (Challenges and Future Directions):

1. ความท้าทายด้านจริยธรรมและลิขสิทธิ์: AI

สร้างสรรคงานจากข้อมูลที่มีอยู่ (Training Data) ซึ่งก่อให้เกิดคำถามด้านลิขสิทธิ์ของผลงานที่ AI สร้างขึ้น และ ความท้าทายทางจริยธรรมในการแทนที่บทบาทของมนุษย์

2. การขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะ: บุคลากรในอุตสาหกรรมจำเป็นต้องพัฒนาทักษะใหม่ (Upskilling) เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับเครื่องมือ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะความสามารถในการตั้งโจทย์ (Prompt Engineering) และการตีความผลลัพธ์ของ AI

3. การเข้าถึงข้อมูลและการบูรณาการ: การใช้ AI ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต้องอาศัยการเข้าถึงข้อมูลคุณภาพสูง และระบบที่เปิดให้มีการบูรณาการ (Integration) ระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ต่างๆ อย่างไร้รอยต่อ

#### ข้อเสนอแนะ:

1. การลงทุนในระบบนิเวศดิจิทัล: ไม่เพียงแต่ลงทุนในเครื่องมือ AI เท่านั้น แต่ยังรวมถึงระบบเก็บและประมวลผลข้อมูล (data infrastructure) และเครือข่ายการสื่อสารที่ปลอดภัย เพื่อให้การประยุกต์ใช้ AI มีความต่อเนื่องและยืดหยุ่น [25]

2. การจัดทำหลักสูตรเฉพาะด้าน AI & Architecture: เปิดหลักสูตรหรือเวิร์กช็อประยะสั้นที่เน้นการใช้งานซอฟต์แวร์ AI เช่น Revit+Veras, D5 Render, Autodesk Forma, หรือ Generative Design เพื่อเสริมทักษะการใช้ AI เชิงปฏิบัติให้กับสถาปนิก [26]

3. พัฒนาเครื่องมือ AI ให้ “เข้าใจบริบทท้องถิ่น”: ควรสนับสนุนเครื่องมือ AI ที่วิเคราะห์บริบทของพื้นที่ เช่น ภูมิอากาศ วัฒนธรรม หรือพฤติกรรมผู้ใช้งาน เพื่อสร้างสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับภูมิภาคนั้นๆ [9], [11]

4. ส่งเสริมการวิจัยข้ามศาสตร์ (Interdisciplinary Research): เปิดพื้นที่ให้นักออกแบบ วิศวกร และนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล ร่วมกันวิจัยและพัฒนาโมเดล AI ที่เหมาะกับงานสถาปัตยกรรมโดยเฉพาะ เช่น การออกแบบ resilient architecture ที่ตอบสนองต่อ climate crisis [8], [5], [27]

5. สร้างคลังความรู้และตัวอย่างการใช้จริง (Case Repository): จัดทำคลังกรณีศึกษาการใช้ AI ในโครงการสถาปัตยกรรมจริง พร้อมข้อมูลผลลัพธ์ เปรียบเทียบก่อน-

หลัง เพื่อเป็นแนวทางและแรงบันดาลใจให้แก่นักออกแบบรุ่นใหม่ [1], [3]

6. ขยายความร่วมมือระดับสากล: สร้างเครือข่ายกับต่างประเทศเพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้าน AI ในงานสถาปัตยกรรม เช่น ผ่านโครงการของ UN Habitat, หรือความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยด้านสถาปัตยกรรมระดับโลก World Economic Forum (2020) Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology

#### ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์:

ผู้เขียนขอเสนอแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมต่อไปในอนาคตได้จริง โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความเข้าใจในการใช้ AI ในฐานะผู้ช่วย (Co-pilot) ไม่ใช่ผู้ควบคุม:

1. การปรับปรุงหลักสูตรการศึกษา: สถาบันการศึกษาควรเร่งปรับหลักสูตร โดยเน้นการสอนทักษะด้าน Generative Design, Data Analysis, และ BIM ควบคู่กับการประยุกต์ใช้ AI เพื่อเตรียมพร้อมสถาปนิกและวิศวกรรุ่นใหม่

2. การกำหนดมาตรฐานการทำงานร่วมกับ AI: องค์กรวิชาชีพควรมีบทบาทในการกำหนดจรรยาบรรณและแนวทางการทำงาน เพื่อให้การใช้ AI เป็นไปอย่างโปร่งใส มีจริยธรรม และเป็นธรรมต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

3. การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา: ควรมีการสนับสนุนการวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวกับ AI ที่สามารถทำความเข้าใจบริบททางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาดั้งเดิม (Contextual and Cultural AI) ในการออกแบบ เพื่อให้ผลลัพธ์ของ AI มีความลุ่มลึกและสอดคล้องกับอัตลักษณ์ของพื้นที่มากขึ้น

ในที่สุด บทบาทของ AI ในการออกแบบและการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในเชิงเทคนิคเท่านั้น แต่ยังเป็นแรงผลักดันสำคัญที่กำหนดทิศทางของการสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพ และตอบโจทย์ความต้องการของมนุษย์ได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

- [1] B. Peters, "Computation works: The building of algorithmic thought," *Architectural Design*, vol 83, no. 2, pp. 15–21, April 2013.
- [2] S. A. , Khan, "The Impact of Artificial Intelligence on Contemporary Architectural Practice: A Review." *International Journal of Architectural Computing*, vol 21, no. 1, pp. 23–38, 2024.
- [3] A. Picon, *Digital Culture in Architecture: An Introduction for the Design Professions*, United States: Harvard University Press & Birkhäuser Architecture, 2010.
- [4] W. Chen, and L. Wang, "AI in Smart Building Design: Optimization of Energy Efficiency and User Comfort." *Automation in Construction*, 150, 104860, 2023.
- [5] A. Menges, "Material computation: Higher integration in morphogenetic design." *Architectural Design*, vol. 82, no. 2, pp. 14–21. 2012.
- [6] M. Shi, J. Seo, S. H. Cha, B. Xiao, and H.-L. Chi, "Generative AI-powered architectural exterior conceptual design based on the design intent," *Journal of Computational Design and Engineering*, vol. 11, no. 5, pp. 125–142, August 2024.
- [7] ณัฐพงศ์ เพื่อนสงคราม, และ ธราวุฒิ บุญเหลือ. "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลสารสนเทศเมืองเพื่อบังคับใช้ตามผังเมืองรวมท่าโขลง คลองหลวง รังสิต จังหวัดปทุมธานี." *วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า12-24, มกราคม – เมษายน 2568.
- [8] E. Chatzi, & M. Beer, *Smart Structures: Blurring the Lines between Structural Engineering and Data Sciences*, Springer, 2021.
- [9] C. M. Herr, & T. Fischer, "Designing resilience in a recurrent climate crisis: Decision making for secure and sustainable future architecture," In *Proceedings of the 25th International Conference of the Association for Computer- Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, Aug. 5-8 2020.
- [10] D. J. Kim, "AI-based Generative Design for Architectural Sustainability," *Journal of Sustainable Architecture*, vol 15, no. 2, pp. 45–58, 2023.
- [11] J. S. Gero & U. Kannengiesser, *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations*, Springer, (2019).
- [12] Y Ji, "A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency," *Applied Sciences*, vol 15, no. 3, pp. 1476, 2025.
- [13] Evolab, "Veras from Evolvelab," [ออนไลน์]. <https://designsometing.com/2023/03/09/veras/>. (เข้าถึงเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567).
- [14] Autodesk, "Autodesk Forma," [ออนไลน์]. <https://www.autodesk.com/asean/products/forma/>. (เข้าถึงเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567).
- [15] D5 Render, "D5 Render | Real- Time 3D Rendering Software," [ออนไลน์]. <https://www.d5render.com/>. (เข้าถึงเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567).
- [16] Synergysoft, "การนำระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมงานก่อสร้างในอนาคต," [ออนไลน์]. <https://synergysoft.co.th/article/special/24-aec/362-ai> (เข้าถึงเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567).
- [17] Smart Construction, "Smart Construction 3D Machine Guidance," [ออนไลน์]. <https://smartconstruction.io/solutions/3d-machine-guidance>. (เข้าถึงเมื่อ: 8 กรกฎาคม 2567).
- [18] คมกฤษ ปลิดโรด และ สิงห์ อินทรชูโต, "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจลงทุนถือครองอสังหาริมทรัพย์บนโลกเสมือน," *วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบ*

- และการก่อสร้าง, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า, 53-61.  
มกราคม – เมษายน 2568.
- [19] ณ. ใจดี. “บทบาทของ AI ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างและลดความผิดพลาด,” *วารสารเทคโนโลยีการก่อสร้าง*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, หน้า 34-48, 2566.
- [20] K. S. Lim, & C. H. Lee. “AI-driven Predictive Maintenance in Architectural Structures,” *Smart Materials and Structures*, vol 32, no. 4, 045001, 2023.
- [21] T. Zhang, “Deep Learning for Automated Defect Detection in Construction Sites,” *Journal of Civil Engineering and Management*, vol 29, no 3, pp. 189-204, 2023.
- [22] ป. สุขสำราญ. “การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการออกแบบอาคารที่ยั่งยืน: กรณีศึกษาในประเทศไทย,” *วารสารสถาปัตยกรรมและผังเมือง*, ปีที่ 18, ฉบับที่ 1, หน้า 67-80, 2566.
- [23] Li, Y., Chen, H., Yu, P., & Yang, L. “A Review of Artificial Intelligence Applications in Architectural Design: Energy- Saving Renovations and Adaptive Building Envelopes,” *Energies*, vol 18, no. 4, pp. 918, 2025.
- [24] A. Al-Habaibeh, & A. Al-Habaibeh, “Artificial Intelligence Impacts on Architecture and Smart Built Environments: A Comprehensive Review,” *Journal of Advanced Engineering and Applied Sciences*, vol 12, no. 1, pp. 1-15, 2023.
- [25] E. Brynjolfsson, & A. McAfee, “*Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future*,” W. W. Norton & Company, 2017.
- [26] A. M. Salama, & A.M. Remali, “*Architectural Education: Design, Research, and Knowledge*,” Springer, 2018.
- [27] วิฑูพร นวพรพงษ์, “แนวทางการพัฒนากลยุทธ์การเตรียมความพร้อมต่อ AI ที่มีบทบาทต่อการออกแบบ

งานสถาปัตยกรรม,” สารนิพนธ์ (กจ.ม.), วิทยาลัยการจัดการ, มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, 2567.

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่  
เพื่อผสมหมึกพิมพ์

A Study on the Optimal Conditions for Producing Pearlescent Powder  
from Mussel Shells for use in Printing Inks

จิรสิน จักรวิเชียร<sup>1</sup>, ปุณยาพร ข้องณรงค์<sup>1</sup>, ฤทธิเดช ทองอินทร์<sup>1</sup> และ ปฏิปากย์ ปุ่นอุดม<sup>1\*</sup>

Jirasin Jakvichaien<sup>1</sup>, Poonyaporn Khongnarong<sup>1</sup>, Riddidach Thongin<sup>1</sup>, and Patipak Phunudom<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120

<sup>1</sup> Division of Printing Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep,  
10120

\*Corresponding Author: patipak.p@mail.rmutk.ac.th

Received 12 พฤศจิกายน 2568; Revised 26 ธันวาคม 2568; Accepted 27 ธันวาคม 2568

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ในการผสมหมึกพิมพ์ การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง โดยนำเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งแบบคละขนาด นำมาเปลี่ยนโครงสร้างของเปลือกหอยแมลงภู่และปรับสภาวะที่เหมาะสมในการบดละเอียด และนำไปผสมกับมีเดียหมึกพิมพ์ และทดสอบการมองเห็นความแวววาวจากกลุ่มตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำเปลือกหอยแมลงภู่ไปแช่โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนสภาพเปลือกหอยแมลงภู่ คือ 6 วัน และนำไปบดด้วยเครื่องบดที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 60 นาที ตามลำดับ เมื่อนำเปลือกหอยแมลงภู่บดด้วยโกร่งและวิเคราะห์ขนาดผงประกายมุก พบว่า ผงประกายมุกมีขนาดระหว่าง 8.246 – 58.078 ไมโครเมตร โดยพบผงประกายมุกขนาด 16.81 ไมโครเมตร มากที่สุด เมื่อนำผงประกายมุกไปทดลองผสมกับมีเดียหมึกพิมพ์ 3 ประเภท คือ มีเดียหมึกพิมพ์กรเวียร์ (A) มีเดียหมึกพิมพ์สกรีน (B) และมีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต (C) แปรผันอัตราส่วนผสมระหว่างมีเดียกับผงประกายมุกจากเปลือกหอย จำนวน 5 อัตราส่วน พบว่า มีเดียหมึกพิมพ์สกรีนต่อผงประกายมุก (B1) อัตราส่วน 10:2 มีคุณสมบัติด้านการพิมพ์เหมาะสมที่สุดและ ทดสอบด้านการมองเห็นความแวววาวจากกลุ่มตัวอย่าง หมึกพิมพ์ผสมผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ด้วยแสงธรรมชาติ สูตรผสม A3 B1 และ B2 มีผลการประเมินความสามารถมองเห็นความแวววาวอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 4.10 และ 3.90 ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** เปลือกหอยแมลงภู่; ผงประกายมุก; มีเดีย; คุณสมบัติหมึกพิมพ์

Abstract

The purpose of this project is to study the optimal conditions to produce pearlescent powder from mussel shells in printing ink mixing. This study is an experimental study. By taking the discarded mussel shells in mixed sizes. The structure of the mussel shells was changed, and the conditions were adjusted for fine grinding, and it was mixed with media ink and tested for glitter visibility from the

sample. Studies have shown that when mussel shells are soaked in potassium hydroxide. The optimal soaking period for deforming mussel shells is 6 days and baked in a dryer at 250 degrees Celsius. The duration is 60 minutes, respectively. When taking the mussel shells, grind them with a scoop and analyze the size of the pearlescent powder. It was found that pearl sparkling powder was between 8.246 and 58.078 micrometers, with the largest size of pearl sparkling powder being 16.81 micrometers. When the pearl sparkle powder was mixed with 3 types of medium printing inks, namely medium gravure ink (A), medium screen printing ink (B), and medium offset printing ink (C). It was found that the 10:2 ratio of 10:2 medium screen printing ink to pearlescent powder (B1) had the most optimal printing properties and was tested for glitter visibility from the sample. The combination of A3, B1 and B2 has a high level of visual acuity evaluation. The average values were 4.10, 4.10, and 3.90 respectively.

**Keywords:** Mussel Shell; Pearlescent Powder; Medium; Printing Ink Properties

## 1. บทนำ

หอยมุกเป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าสูงเนื่องจากสามารถผลิตมุกที่มีความสวยงาม แวววาว นิยมนำมาใช้ทำเครื่องประดับที่มีราคา เปลือกของหอยมุกยังนิยมนำมาทำเครื่องประดับและตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ หรือเพื่อเพิ่มมูลค่าและมีความสวยงามโดย มีวัสดุหลายชนิดที่นิยมนำมาผลิตให้มีสีสัน ความแวววาว มันเงา สะท้อนแสง และสวยงามคล้ายมุก ไม่ว่าจะเป็นนำมาทำเป็นเครื่องประดับ วัสดุตกแต่ง สัตว์ประหลาด หรือแม้แต่ นำมาผลิต หมึกพิมพ์ ซึ่งหมึกพิมพ์ผงสีมุกเป็นอีกหนึ่งหมึกพิมพ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ โดยได้จากการผสมผงสีมุก ลงไปในตัวพาหมึกพิมพ์ ทำให้หมึกพิมพ์มีความแวววาว สะท้อนแสงเลื่อมสีมุก เมื่อมองจากมุมต่าง ๆ จะเห็นสีที่แตกต่างกันไป คุณสมบัติพิเศษนี้ทำให้หมึกพิมพ์ผงสีมุกเป็นที่นิยมใช้ในการพิมพ์สิ่งพิมพ์ที่ต้องการเพิ่มมูลค่าและลักษณะพิเศษให้มีความแปลกโดดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์ การดอวยพร [1] ความแวววาวนอกจากจะมีอยู่ในหอยมุกแล้วหอยแมลงภู่ก็เป็นหอยอีกชนิดหนึ่งที่เปลือกมีความแวววาวเช่นกัน โดยหอยแมลงภู่จัดเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาบริโภคกันมาก ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณเปลือกหอยแมลงภู่เหลือทิ้งเป็นขยะจำนวนมากและต้องกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบเท่านั้นไม่สามารถเผาทำลายได้ เปลือกหอยแมลงภู่เป็นวัสดุธรรมชาติที่มีความแวววาว และเป็นวัสดุที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี มีองค์ประกอบหลักเป็น

สารแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) ในรูปผลึกอะราโกไนต์ (nacre) [2], [3] ที่มีโครงสร้างเป็นชั้นนาโนซ้อนกันทำให้เกิดการหักเหและสะท้อนแสงออกมามองเห็นคล้ายประกายมุก (pearlrescence) ปฏิกิริยาการหักเหแสงและการสะท้อนแสงเกิดจากผลของสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างแสงกับโครงสร้างของเปลือกหอยซึ่งเป็นผลมาจากการเรียงตัวกันเป็นชั้นอย่างเป็นระเบียบของแผ่นผลึกอะราโกไนต์แคลเซียมคาร์บอเนตสลับกับชั้นของสารอินทรีย์ [4] งานวิจัยส่วนใหญ่มีการศึกษาการใช้เปลือกหอยให้แกผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างการนำไปใช้ เช่น ใช้ทดแทนไมโครพลาสติกในผลิตภัณฑ์สครับผิว ใช้แปรรูปเป็นสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) ในยาสีฟันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลือบและซ่อมแซมฟัน เพราะสารโครงสร้างแบบอะราโกไนต์มีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสมแก่การใช้งานโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นอนุภาคนาโนเหมือนสารทั่วไป [4]

หมึกพิมพ์มุกเป็นหมึกพิมพ์ที่มีสารให้สีประเภทผงสี (pigment) เป็นผงมุกโดยนำข้อดีของการสะท้อนแสงของผงมุกใช้ตกแต่งสิ่งพิมพ์ลักษณะพิเศษให้มีความสวยงาม แต่หมึกพิมพ์ดังกล่าวมีราคาแพงจึงมีการนำมาใช้อย่างจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติการสะท้อนแสงแบบแวววาวของเปลือกหอยแมลงภู่ที่เป็นของเสียจากการบริโภคและทำลายได้โดยการฝังกลบนำมาพัฒนาเป็นผงสีที่มี

คุณสมบัติแล้ววาวคล้ายมุกเพื่อนำมาทดแทนผงสีมุกในการผลิตหมึกพิมพ์และช่วยลดปริมาณของเสียจากธรรมชาติที่ต้องทำลายทิ้งนำมาใช้ประโยชน์

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่
- 2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปผสมมีเดียหมึกพิมพ์กราเวียร์ มีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต และมีเดียหมึกพิมพ์สกรีน

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

### 2.1 การเตรียมเปลือกหอยแมลงภู่

- 1) ล้างเปลือกหอยแมลงภู่ด้วยน้ำสะอาด
- 2) นำเปลือกหอยแมลงภู่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 1 สัปดาห์ บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของเปลือกหอยแมลงภู่
- 3) เมื่อครบ 1 สัปดาห์นำเปลือกหอยแมลงภู่ ทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง
- 4) วิเคราะห์สภาวะการแยกชั้นเปลือกนอกของหอยแมลงภู่ บันทึกผล

### 2.2 การผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่

- 1) นำเปลือกหอยแมลงภู่ที่ได้ไปอบในอุณหภูมิและระยะเวลา ดังนี้
  - อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ
  - อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ
- 2) แยกชั้นเปลือกด้านในและบดด้วยโกร่ง และกรองผ่านรูดะแกรงเบอร์ 150 เมช
- 3) นำผงประกายมุกจากเปลือกหอย แมลงภู่ บันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัลไมโครสโคป วิเคราะห์ขนาดของผงประกายมุกที่ผ่านรูดะแกรง เบอร์ 150 เมช วิเคราะห์ขนาดผงด้วยโปรแกรมอิมเมจ เจ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟวิเคราะห์ปริมาณผงประกายมุกด้วยโปรแกรมออริจิน โปร

## 2.3 การผสมหมึกพิมพ์ระหว่างมีเดียผสมหมึกพิมพ์กับผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่

- 1) นำผงประกายมุกที่ได้ออกจากการบดด้วยโกร่งและกรองตามขั้นตอนข้อ 2.2 มาผสมกับมีเดียผสมหมึกพิมพ์ 3 ประเภท ได้แก่ มีเดียผสมหมึกพิมพ์กราเวียร์ มีเดียผสมหมึกพิมพ์สกรีน และมีเดียผสมหมึกพิมพ์ออฟเซต โดยมีอัตราส่วนผสมระหว่างมีเดียผสมหมึกพิมพ์กับผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ โดยกำหนดสัญลักษณ์และอัตราส่วนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเตรียมหมึกพิมพ์ผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่

|              | สัญลักษณ์                |                      |                       |
|--------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| อัตราส่วนผสม | มีเดียหมึกพิมพ์กราเวียร์ | มีเดียหมึกพิมพ์สกรีน | มีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต |
| 10 : 2       | A 1                      | B 1                  | C 1                   |
| 10 : 4       | A 2                      | B 2                  | C 2                   |
| 10 : 6       | A 3                      | B 3                  | C 3                   |
| 10 : 8       | A 4                      | B 4                  | C 4                   |
| 10 : 10      | A 5                      | B 5                  | C 5                   |

หมายเหตุ : A หมายถึง มีเดียหมึกพิมพ์กราเวียร์

B หมายถึง มีเดียหมึกพิมพ์สกรีน

C หมายถึง มีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต

- 2) กวนอัตราส่วนผสมระหว่างมีเดียผสมหมึกพิมพ์กับผงประกายมุกโดยกวนให้เข้ากัน จากนั้นบันทึกและวิเคราะห์ผล

- 3) นำหมึกพิมพ์ที่ได้แต่ละอัตราส่วนผสมนำไปพิมพ์บนกระดาษอาร์ตมัน 120 แกรม โดยหมึกพิมพ์กราเวียร์ใช้การปาดหมึกด้วยบาร์โค้ตเตอร์ เบอร์ 6 หมึกพิมพ์สกรีนปาดหมึกพิมพ์ผ่านกรอบสกรีนด้วยผ้าสกรีนเบอร์ 36T และ หมึกพิมพ์ออฟเซตใช้วิธีการลากปาดหมึก (draw-down)

- 3) วิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์แต่ละประเภทในแต่ละอัตราส่วน

## 2.4 การทดสอบความแวววาว

แผ่นพิมพ์จากข้อ 2.3 นำไปทดสอบการมองเห็นความแวววาวจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ และตู้ไฟเทียบสีมาตรฐาน (light box) ควบคุมประเภทแหล่งกำเนิดแสงที่มีอุณหภูมิสี 5000 องศาเคลวิน (D50) โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีตาไม่บอดสี ลักษณะการมองเห็นปกติ และทำแบบสอบถาม

## 2.5 การวิเคราะห์ผล

1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากแบบสอบถามโดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวม

$\sum x$  แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- มาตรฐานประมาณค่า มีเกณฑ์ 5 ระดับ เป็นการวัดข้อมูลอันตรายภาคขึ้นเพื่อวัดระดับความพึงพอใจซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อใช้ในการ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด

เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนนค่าเฉลี่ยได้กำหนดเกณฑ์ประเมินไว้ ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความแวววาวมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีความแวววาวมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีความแวววาวปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีความแวววาวน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีความแวววาวน้อยที่สุด

- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ  $x$  แทน ข้อมูล

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$N$  แทน จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

## 4. ผลการทดลอง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มิเพื่อผสมหมึกพิมพ์เป็นการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มิที่ผสมกับเม็ดสี 3 ประเภท ได้แก่ เม็ดสีหมึกพิมพ์กราเวียร์ เม็ดสีหมึกพิมพ์สกรีน และเม็ดสีหมึกพิมพ์ออฟเซต ทดสอบพิมพ์ลงบนกระดาษอาร์ตมัน จากนั้นนำไปทดสอบความแวววาวกับกลุ่มตัวอย่างโดยเปรียบเทียบการมองเห็นภายใต้แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติและตู้ไฟเทียบสีมาตรฐาน D50 จากนั้นรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน มีผลการศึกษาสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

### 4.1 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มิ

1) จากการทดลองนำเปลือกหอยแมลงภู่มิมาแช่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สังเกตความเปลี่ยนแปลงของเปลือกหอย มีผลการศึกษาดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พบว่าชั้นด้านนอกของเปลือกหอยแมลงภู่มิที่เป็นสีเขียวย่อยออกจนหมด มองเห็นเป็นสีขาวนวล เนื่องจากสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์เป็นด่างสามารถย่อยสลายคราบอินทรีย์ออกได้โดยไม่ทำลายชั้นเปลือกที่มีโครงสร้างของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยผลลัพธ์ของวันที่ 7 จากการทดลองได้ผลลัพธ์ของเปลือกหอยแมลงภู่มิคล้ายกับวันที่ 6 ของการทดลอง ดังนั้นเวลาที่เหมาะสำหรับการทดลองครั้งนี้ คือวันที่ 6 โดยสามารถย่อยสลายคราบเปลือกชั้นนอกสีเขียวย่อยออกจนเหลือแต่ชั้นของแคลเซียมคาร์บอเนต

**ตารางที่ 2** ผลการแช่เปลือกหอยแมลงภูในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลา 1 สัปดาห์

| วันที่ | ผลลัพธ์                                                                                     | ภาพประกอบ                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | เปลือกชั้นด้านนอกเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง / บริเวณขอบของเปลือกมีการยุบออกเล็กน้อย |    |
| 2      | เปลือกชั้นด้านนอกเริ่มมีสีจางลง ผิวของเปลือกเริ่มหลุดออกบริเวณขอบ                           |    |
| 3      | เปลือกชั้นด้านนอกมีคราบฟุ้งสีมีการอ่อนตัว และบริเวณขอบเปลือกมีการหลุดออกมากขึ้น             |   |
| 4      | เปลือกชั้นด้านนอกมีสีอ่อนลงเห็นเปลือกสีขาวนวล                                               |  |
| 5      | เปลือกชั้นด้านนอกมีการหลุดลอกออกมาจนเกือบหมด เห็นเปลือกสีขาวนวลมากขึ้น                      |  |
| 6      | เปลือกชั้นด้านนอกมีการหลุดออกจนหมด เห็นสีของเปลือกหอยขาวนวลขึ้น                             |  |
| 7      | เปลือกชั้นด้านนอกมีการหลุดออกจนหมด เห็นสีของเปลือกหอยขาวนวล (ผลลัพธ์เหมือนกับวันที่ 6)      |  |



**รูปที่ 1** เปลือกหอยแมลงภูหลังจากอบที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที



**รูปที่ 2** ลักษณะเปลือกหอยแมลงภูที่ผ่านการอบ นำมาบดด้วยโกร่งและกรองผ่านตะแกรงเบอร์ 150 เมช

## 2) ผลการทดลองการหาอุณหภูมิการอบ

จากตารางที่ 3 พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที เนื้อเปลือกมีสีขาวนวล มีความเปราะมาก สามารถบดและแยกชั้นได้ง่าย เหมาะสำหรับการนำไปบดด้วยโกร่งเพื่อใช้ผลิตผงประกายมุก

**ตารางที่ 3** การทดลองการหาอุณหภูมิการอบที่เหมาะสมโดยเตาอบ

| เวลา | อุณหภูมิการอบ (องศาเซลเซียส)                       |                                                  |
|------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|      | 200                                                | 250                                              |
| 10   | เนื้อเปลือกมีสีน้ำตาลเข้ม และมีความแข็ง            | เนื้อเปลือกมีสีน้ำตาลเข้ม และอ่อนลง              |
| 30   | เนื้อเปลือกมีสีน้ำตาล ในบางบริเวณ และยังคงความแข็ง | เนื้อเปลือกมีสีน้ำตาล ในบางบริเวณ และมีความเปราะ |
| 60   | เนื้อเปลือกมีสีน้ำตาล ในบางจุด และยังมี ความแข็ง   | เนื้อเปลือกมีสีขาวนวล และมีความเปราะมาก          |

หลังจากการอบเปลือกหอยแมลงภู่อ่อนนุ่ม 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที เมื่อนำมาบดด้วยโกร่งสามารถทำให้เปลือกแตกหักเป็นชิ้นเล็กๆ และบดให้มีลักษณะเป็นผงขนาดเล็กได้ง่าย หลังจากนั้นนำมากรองผ่านรูตะแกรงเบอร์ 150 เมช

3) ผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมมีเดียหมึกพิมพ์กับผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่นำมาจากการบดและกรองผ่านตะแกรง

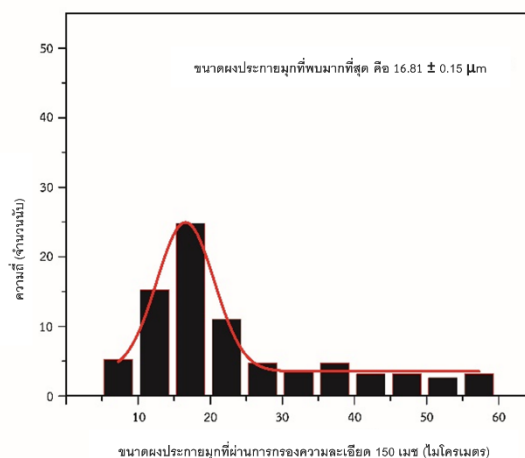
พบว่า การนำผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มามีเดียหมึกพิมพ์ทั้ง 3 ประเภท นำมาผสมในอัตราส่วนระหว่าง มีเดียหมึกพิมพ์ต่อผงประกายมุก 5 อัตราส่วน ดังนี้คือ 10:2 10:4 10:6 10:8 และ 10:10 ตามลำดับ อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มามีเดียหมึกพิมพ์ทั้ง 3 ประเภท พบว่า อัตราส่วน A1 – A5 มีลักษณะกระจายตัวของผงประกายมุกได้ไม่ดี และมีผิวสัมผัสหยาบ อัตราส่วน B2 – B5 มีลักษณะกระจายตัวของผงประกายมุกได้ดีมาก แต่มีผิวสัมผัสหยาบ และมีเนื้อสีอมเหลือง อัตราส่วน C1 และ C2 มีลักษณะกระจายตัวของผงประกายมุกได้ดีมาก มีผิวสัมผัสเรียบ แต่เนื้อสีเหลือง และมีความหนืด อัตราส่วน C3 C4 และ C5 มีความหนืดและแห้งช้า

จากการวิเคราะห์คุณภาพหมึกพิมพ์หลังจากกวนให้เข้ากันพบว่า อัตราส่วน B1 มีลักษณะกระจายตัวของผงประกายมุกได้ดีมาก เนื้อสีโปร่งใส และปาดได้ง่าย เมื่อนำลงมาพิมพ์ ด้วยบางปาดหมึกพิมพ์ผ่านรูเปิดผ้าสกรีนเบอร์ 36T ปากลงกระดาษอาร์ตหมึกพิมพ์สามารถปกคลุมทั่วบริเวณผิวกระดาษอาร์ต และสามารถแห้งตัวได้เร็ว ลดระยะเวลาการตากแห้ง

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ผลการวิเคราะห์ขนาดผงประกายมุกที่ได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ไมโครสโคปและวิเคราะห์ปริมาณและขนาดของผงประกายมุกที่ผ่านรูตะแกรงเบอร์ 150 เมช โดยทำการสุ่มตัวอย่าง 5 ชุด จำนวน 100 ตัวอย่าง พบว่า มีขนาดผงประกายมุกอยู่ระหว่าง 8.246 ถึง 58.078 ไมโครเมตร และพบ

ปริมาณของผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่น้ำหนักมากที่สุด คือขนาด 16.81 ไมโครเมตร ( $\pm 0.15$ )



รูปที่ 3 ขนาดผลประกายมุกที่ผ่านการกรองความละเอียด 150 เมช (ไมโครเมตร)

2) สรุปผลการวิเคราะห์การมองเห็นคุณสมบัติความแวววาว

จากการเก็บข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์

ผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างในด้านการมองเห็นคุณสมบัติความแวววาวของหมึกพิมพ์จากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ พบว่า สูตร A3 B1 และ B2 สามารถมองเห็นความแวววาวอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 4.10 และ 3.90 ตามลำดับ และสำหรับด้านการมองเห็นคุณสมบัติความแวววาวของหมึกพิมพ์ด้วยตู้เทียบสีมาตรฐาน ประเภทแหล่งกำเนิดแสง D50 พบว่า สูตร A3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 และสูตรอื่นๆ สามารถมองเห็นความแวววาวอยู่ในระดับ ปานกลาง ทั้งหมด

## 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

1) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่น้ำหนักมากที่สุด

พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ดีที่สุดคือ 6 วัน โดยการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาใน

การอบที่เหมาะสมด้วยเตาอบ คือ 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที สำหรับการวิเคราะห์ขนาดผง ปรากฏมุกที่ผ่านรูตะแกรงเบอร์ 150 เมช โดยใช้กล้อง ดิจิทัลไมโครสโคป วิเคราะห์ขนาดด้วยโปรแกรมอิมเมจ เจ และนำค่าสร้างกราฟด้วยโปรแกรมออริจิน โปร พบ ปริมาณของผงปรากฏมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่มากที่สุดโดยมีขนาดผงปรากฏมุกขนาด 16.81 ไมโครเมตร ( $\pm 0.15$ ) และการทดลองการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมมีเดียผสมหมึกพิมพ์ทั้ง 3 ประเภทร่วมกับผง ปรากฏมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่เมื่อบัดด้วยไกรงแล้ว คือ การผสมหมึกพิมพ์ด้วยมีเดียผสมหมึกพิมพ์สกรีนกับผง ปรากฏมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ ในอัตราส่วน 10 : 2 (สูตร B1) มีคุณสมบัติหมึกพิมพ์มีการกระจายตัวของผง ปรากฏมุกดีมาก มีผิวสัมผัสของหมึกพิมพ์เล็กน้อย มีสี สีสอมเหลืองมากขึ้น โดยมีผลการผสมที่ดีที่สุด

2) สรุปผลแบบสอบถามการมองเห็นคุณสมบัติ ความแวววาว

ผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างในด้านการมองเห็นคุณสมบัติความแวววาวของหมึกพิมพ์จาก แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ พบว่า ผงปรากฏมุกจาก เปลือกหอยแมลงภู่ที่ผสมกับมีเดียหมึกพิมพ์กราเวียร์ มีเดียหมึกพิมพ์สกรีน และ มีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต สามารถมองเห็นความแวววาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 3.66 และ 3.20 ตามลำดับ โดยมีเดียผสมหมึกพิมพ์ สกรีนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.66 สำหรับด้านการมองเห็น คุณสมบัติความแวววาวของหมึกพิมพ์ด้วยตู้เทียบสี มาตรฐาน แหล่ง กำเนิดแสง D50 พบว่า มีเดียผสม หมึกพิมพ์กราเวียร์ มีเดียผสมหมึกพิมพ์สกรีน และ มีเดียหมึกพิมพ์ออฟเซต สามารถมองเห็นความแวววาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 2.98 และ 3.02 ตามลำดับ โดยมี ผลการมองเห็นความแวววาวในระดับปานกลาง

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผง ปรากฏมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่เพื่อผสมหมึกพิมพ์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) ผลการทดลองแช่สารละลายโพแทสเซียม

ไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระยะเวลาเหมาะสมที่สุดในการแช่ คือ 6 วัน ซึ่งลักษณะ ของเปลือกชั้นด้านนอกที่เป็นสีเขียวเข้มของเปลือก หอยแมลงภู่ได้หลุดออกจนหมด เผยให้เห็นสีขาวนวล ของเปลือก โดยการแช่โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็น เวลา 1 สัปดาห์ และทำการล้างแล้วแช่อีก 1 สัปดาห์ สามารถจัดคราบสี เขียว เพอริออสทราคุม (Periostracum) และคราบโปรตีนต่าง ๆ ทำให้เปลือก หอยเปราะและบดได้ง่าย [5] ด้านผลการทดลองหา อุณหภูมิการอบเปลือกหอยแมลงภู่ พบว่า อุณหภูมิที่ เหมาะสมที่สุดคือ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ซึ่งช่วยให้เปลือกหอยมีความเปราะและแยกชั้นได้ง่าย โดยกระบวนการแยกสารอินทรีย์ด้วยการนำไบโอ แคลเซียมคาร์บอเนตออกจากเปลือกหอยด้วยพลังงาน ความร้อนต่ำและยังคงสภาพเปลือกหอยอยู่ในรูปอะรา โกไนต์ [6]

2) ผลการวิเคราะห์ขนาดผงปรากฏมุกที่ผ่านรู ตะแกรง เบอร์ 150 เมช พบว่า ขนาดของผงปรากฏมุก จากเปลือกหอยแมลงภู่ที่พบมากที่สุดเท่ากับ 16.81 ไมโครเมตร และค่าที่ได้มีตั้งแต่ 8.246 ถึง 58.078 ไมโครเมตร โดยวัดอุณหภูมิลึกที่มีขนาดในช่วง 60 – 180 เมช หรือ ไซต S นั้นจะมีความร่วนสูงคล้ายกับเม็ดทรายละเอียดทำให้สะท้อนประกายเลือนมุกได้ดี [7]

3) การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมใน กระบวนการผสมผงปรากฏมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ กับมีเดียหมึกพิมพ์ทั้ง 3 ประเภท พบว่า การผสม ระหว่างมีเดียหมึกพิมพ์สกรีนกับผงเปลือกหอยแมลงภู่ อัตราส่วน 10:2 (A3) มีลักษณะการกระจายตัวของผง ปรากฏมุกได้ดี เนื้อสีโปร่งใส และปาดได้ง่าย เมื่อนำมา พิมพ์ลงบนกระดาษอาร์ตมันพบว่าผงปรากฏมุกปกคลุม ทั่วบริเวณผิวหน้ากระดาษและพบว่าแห้งตัวได้เร็ว โดยวัตถุที่นำมาใช้ผสมกับมีเดียหมึกพิมพ์สกรีน ประเภทเกล็ดประกายมุกสามารถใช้กับวิธีการสกรีนสี ผงสีมุกสามารถทะลุผ้าที่ใช้สำหรับสกรีนได้ดี ผสมกับ เนื้อกาวสำหรับสกรีนได้และติดลงบนเนื้อผ้าที่ได้เป็น อย่างดี [7]

4) ผลจากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างในด้านการมองเห็นคุณสมบัติความแวววาวของหมึกพิมพ์จาก

แหล่งกำเนิดแสงทั้ง 2 แหล่ง พบว่า แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ มีการมองเห็นที่ชัดเจนกว่าตู้เทียบสีมาตรฐาน โดยความแวววาวแสงในผงสีเกิดจากการที่ผงสีสามารถดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความยาวคลื่นสั้น เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ต แล้วปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าร่วมกับแสงที่ผงสีสะท้อนได้ ทำให้หมึกพิมพ์ที่มีผงสีแวววาวมีความสว่างสดใส สะดุดตามากกว่าปกติ [8] ดังนั้นผงประกายมุกที่ได้จากเปลือกหอยแมลงภู่ที่ผ่านกระบวนการแช่ด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 6 วัน นำไปล้างและอบด้วยความร้อนอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที แล้วนำมาบดและผสมกับมีเดียหมึกพิมพ์สกรีนสามารถนำไปใช้ในการผลิตหมึกพิมพ์สกรีนที่ให้แสงแวววาวคล้ายผงมุกภายใต้สภาวะแสงธรรมชาติ

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ญัฐนิ เอื้อประยูร, “การศึกษาผลของการใช้หมึกพิมพ์ล่องหน และหมึกพิมพ์ผงสีมุก บนสิ่งพิมพ์ปลอดปลอม,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการพิมพ์), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 2551.
- [2] วิภารัตน์ ตี๋อ่อง. “วช. ลุยปีซีจีแปรรูปขยะเปลือกหอย เป็น ลิ น ท รี๊ พ ย์,” [ออนไลน์] <https://shorturl.asia/dDOPf>. (เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2567)
- [3] C. Lertvachirapaiboon, T. Parnklang, P. Pienpinijtham, K. Wongravee, C. Thammacharoen, & S. Ekgasit, "Selective colors reflection from stratified aragonite calcium carbonate plates of mollusk shells," *Journal of Structural Biology*, vol. 191, no. 2, pp. 184–189, 2015.
- [4] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. “แปรรูป ‘เปลือกหอย’ ขยะ อุตสาหกรรมสู่ ‘สารสำคัญเวชสำอาง พลาสติก กระดาษ’,” [ออนไลน์] [https://www.nstda.or.th/home/news\\_post/sci-update-bio-calcium-carbonate-from-shell/](https://www.nstda.or.th/home/news_post/sci-update-bio-calcium-carbonate-from-shell/). (เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2567)
- [5] เมธีรัตน์ ชานีรัตน์. “ครีมขัดผิวเพิ่มประสิทธิภาพด้วยเกล็ดประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2564.
- [6] วิชารภรณ์ ภาณุพิณฑุ. “เกล็ดประกายมุกจากเปลือกหอยแมลงภู่ใช้ทดแทนกลิตเตอร์ในผลิตภัณฑ์สีน้ำในงานศิลปะสำหรับเด็กปฐมวัย,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2566.
- [7] ศุภากร มั่งคั่ง. “นวัตกรรมการสร้างสรรค์ตราสินค้าเครื่องแต่งกายปาร์ตี้แวลูสำหรับกลุ่มเฟมบอย จากสีเกล็ดประกายมุกจากเปลือกเพอร์นา วิริติส ด้วยแนวคิดสุนทรียศาสตร์แคมป์,” วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (นฤมิตรศิลป์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2565.
- [8] อีระ ตั้งวิชาชาญ, *ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์*, พิมพ์ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2548.

**การผลิตผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในงานพิมพ์สกรีน****Production of Pigments from Purple Potatoes for use in Screen Printing**เนตรปรียา ทองไพบูลย์<sup>1</sup> ปทุมรัตน์ อุดมรัตน์กุล<sup>1</sup> และ สุรวทย์ นันทการัตน์<sup>1\*</sup>Netpriya Tongpaiboon<sup>1</sup>, Patumrat Udomrattanakul<sup>1</sup>, and Surawit Nantakarat<sup>1\*</sup><sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120<sup>1</sup> Division of Printing Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, 10120

\*Corresponding Author: surawit.n@mail.rmutk.ac.th

Received 12 พฤศจิกายน 2568; Revised 16 ธันวาคม 2568; Accepted 24 ธันวาคม 2568

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการผลิตผงสีจากมันม่วงเพื่อนำมาใช้ในการพิมพ์สกรีนโดยกระบวนการสกัดผงสีเบื้องต้น คือ การนำมันม่วงมาสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ แล้วนำสารสกัดสีของมันม่วงที่ได้มาเติมมอลโตเดกซ์ตรินเพื่อช่วยในการดูดซับสีแล้วทำให้แห้ง จากนั้นนำไปบดให้เป็นผงแล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 400 เมช ทดลองหาอัตราส่วนของหมึกพิมพ์สกรีนระหว่าง ผงสีมันม่วงและมีเดียม ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ทดลองพิมพ์สกรีนลงบนวัสดุผ้าดิบสีขาว นำผ้าที่พิมพ์ไปวัดค่าสี CIEL\*a\*b\* เพื่อหาค่าความแตกต่างสี ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผงสีมันม่วง : มีเดียม ที่อัตราส่วน 40 : 60 ให้สีพิมพ์ที่ดีที่สุด จากนั้นนำสิ่งพิมพ์ไปทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้งและแบบเปียก และทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก โดยผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้ง พบว่า การตกสีอยู่ที่ระดับสีตกล็กน้อยถึงไม่มีการตกของสี การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบเปียก พบว่า การตกสีอยู่ที่ระดับสีตกล็กน้อย และการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่า สีมีการเปลี่ยนจากเดิมอยู่ที่ระดับสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า มันม่วงสามารถนำมาผลิตเป็นผงสีที่ให้สีม่วงเมื่อนำมาผสมกับมีเดียม สามารถนำมาใช้เป็นหมึกพิมพ์สกรีนได้

**คำหลัก:** ผงสีมันม่วง; มีเดียม; มอลโตเดกซ์ตริน; หมึกพิมพ์สกรีน**Abstract**

This research aims to study the production of purple sweet potato pigment powder for screen printing using the initial pigment extraction process, which involves extracting purple sweet potato with ethyl alcohol, adding maltodextrin to the resulting purple sweet potato extract to aid in color absorption, and then drying it. The dried extract is then ground into a powder and sieved thru a 400-mesh screen. Five different ratios of purple sweet potato pigment powder to medium were tested for screen printing ink. Screen printing was performed on white cotton fabric, and the printed fabric was measured for CIEL\*a\*b\* color values to determine color difference. The results showed that the ratio of purple sweet potato pigment powder to medium at 40:60 yielded the best print color. The prints were then tested for color fastness to dry and wet rubbing, and color fastness to washing. The results of the dry rubbing color fastness test showed slight to no color bleeding. The wet rubbing color fastness test showed slight color bleeding.

The washing color fastness test showed a slight change in color from the original. Therefore, it can be concluded that purple sweet potato can be used to produce pigment powder that yields a purple color when mixed with a medium and can be used as screen printing ink.

**Keywords:** Purple Pigments; Medium; Maltodextrin; Screen printing ink

## 1. บทนำ

มันเทศ เป็นพืชหัวที่ใช้น้ำน้อย อายุสั้น สามารถปลูกในฤดูแล้งได้ เกษตรกรจึงนิยมนำมาปลูกสลับกับพืชอื่นๆ มันเทศที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์เนื้อสีขาว พันธุ์เนื้อสีส้ม พันธุ์เนื้อสีเหลือง และพันธุ์เนื้อสีม่วง พบในหลายพื้นที่ทั่วภูมิภาคในประเทศไทย [1]-[2] มันม่วงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากอุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารให้สีธรรมชาติที่มีความเสถียรและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [3] แอนโทไซยานินในมันม่วงส่วนใหญ่เป็นชนิด Acylated, Cyanidin และ Peonidin ซึ่งโครงสร้างโมเลกุลที่มีหมู่เอซิล (Acylation) นี้ส่งผลให้ความเสถียรต่อความร้อนและแสงมากกว่าแอนโทไซยานินจากแหล่งอื่น เช่น กะหล่ำปลีม่วงหรือองุ่น ทำให้เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญของเกษตรกรไทยคือภาวะสินค้าล้นตลาดและราคาตกต่ำ การแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Addition) จึงเป็นยุทธศาสตร์สำคัญการนำมันม่วงมาพัฒนาเป็นหมึกพิมพ์สกรีน (Screen printing ink) เป็นแนวทางหนึ่งในการยกระดับวัตถุดิบ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากพืชหัวมาเป็นสารสกัดสีเข้มข้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการทบทวนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมันเทศสีม่วงของไทยกับปริมาณสารสกัดสีที่ได้ เพื่อหาวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพควบคู่กับการใช้มันเทศเกรดรองที่มีรูปลักษณะไม่สวยงามซึ่งนำมาขายไม่ได้แต่มีปริมาณสารสีสูง จะสามารถชดเชยต้นทุนวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นได้ และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หมึกพิมพ์อินทรีย์ที่มีราคาที่ตลาดยอมรับได้ เมื่อเทียบกับคุณค่าด้านความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้รับ [4]

ผู้ศึกษาวิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยนำมันม่วงสายพันธุ์ไทยมาเพิ่มมูลค่า และนำมาทำให้เกิดประโยชน์โดยการนำมันม่วงมาแปรรูปเป็นผงสี จากนั้นนำไปผลิตเป็นหมึกพิมพ์สกรีนโดยใช้รงควัตถุที่ได้จากธรรมชาติ [5]-[6] เป็นแนวทางใน

การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนที่สามารถนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

การผลิตผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในการพิมพ์สกรีนมีขั้นตอนในการทำอยู่ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.1 การเตรียมสารสกัดสีจากมันม่วง

- 1) นำมันม่วงปริมาณ 300 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1-2 ตารางเซนติเมตร
- 2) นำมาสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 400 มิลลิลิตร ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที จนสังเกตเห็นเนื้อมันม่วงมีสีชัดเจน แล้วนำมารองให้เหลือแต่สารสีของมันม่วงหลงในบีกเกอร์

### 2.2 การผลิตผงสีจากมันม่วง

- 1) นำสารสกัดสีม่วงที่ได้นำมาเติมด้วยมอลโตเดกซ์ตริน ปริมาณ 200 กรัม [7] เพื่อให้มอลโตเดกซ์ตรินช่วยดูดซับสารสีของมันม่วง และเมื่อนำไปทำการต้มไล่ความชื้นจะช่วยให้สารสกัดสีจากมันม่วงแห้งเร็วขึ้น
- 2) นำสารสกัดสีจากมันม่วงที่แห้งเป็นแล้วไปบดให้เป็นผงแล้วร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 400 เมช จนได้ผงสีขนาดที่ต้องการโดยมีขนาดเล็กกว่า 35 ไมครอน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การสกัดสารสีจากมันม่วง [8]

## 2.3 การทดลองหาสูตรหึ่งที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์

1) นำผงสีมันม่วงไปทดลองหาอัตราส่วนของหึ่งพิมพ์สกรีนระหว่างผงสีมันม่วง และ มีเดียม ทั้งหมด 5 อัตราส่วน คือ 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50 และ 60 : 40 (หน่วย : กรัม) ตามลำดับ

2) พิมพ์หึ่งพิมพ์มันม่วงทั้ง 5 อัตราส่วน ลงบนผ้าดิบสีขาว ตากจนแห้งตัวดีแล้วนำไปวัดค่าสี CIEL\*a\*b\* เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสี ( $\Delta E$ ) [9] ของหึ่งพิมพ์สกรีนมันม่วงแต่ละสูตร ด้วยการคำนวณจากค่าสี CIEL\*a\*b\* ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ HunterLab รุ่น MiniScan XP Plus ดังสมการที่ (1)

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

โดย  $\Delta L^*$  คือ ค่าความแตกต่างของความสว่าง ( $L^*$ ) ของสีสองสี ค่า  $\Delta a^*$  คือ ค่าความแตกต่างของความเป็นสีแดงหรือสีเขียว ( $a^*$ ) ของสีสองสี และค่า  $\Delta b^*$  คือ ค่าแตกต่างของความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน ( $b^*$ ) ของสีสองสี

ทำการทดลองตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2.1 - 2.3 ซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน บันทึกข้อมูลลงตารางสรุปและวิเคราะห์ผล แล้วเลือกอัตราส่วนที่มีผลของการพิมพ์ที่ดีที่สุดโดยดูความหนืดของหึ่งและลักษณะของภาพพิมพ์ที่ได้ในส่วนของการลายเส้นและตัวอักษรมีความคมชัด จากนั้นนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู และทดสอบความคงทนของสีต่อการซักต่อไป

## 2.4 การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

1) เตรียมแบบทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู โดยทำต้นฉบับสีพื้นทึบ (100 เปอร์เซ็นต์)

2) ทำการพิมพ์ภาพต้นฉบับลงบนผ้าดิบสีขาว ( $L^*a^*b^* = 79, -2, 6$ ) โดยใช้หึ่งพิมพ์มันม่วงอัตราส่วนผสมระหว่างผงสีกับมีเดียมที่อัตราส่วน 40 : 60 ผ่านผ้าสกรีนเบอร์ 36T

3) นำผ้าที่ได้ไปทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูด้วยเครื่อง Crock Meter [10]

4) ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูมาบันทึกข้อมูลลงตาราง สรุปและวิเคราะห์ผล

## 2.5 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

1) เตรียมแบบทดสอบความคงทนของสีต่อการซักโดยทำต้นฉบับสีพื้นทึบ (100 เปอร์เซ็นต์)

2) ทำการพิมพ์ภาพต้นฉบับลงบนผ้าดิบสีขาว ( $L^*a^*b^* = 79, -2, 6$ ) โดยใช้หึ่งพิมพ์มันม่วงอัตราส่วนผสมระหว่างผงสีกับมีเดียมที่อัตราส่วน 40 : 60 ผ่านผ้าสกรีนเบอร์ 36T

3) นำผ้าที่ได้ไปทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักด้วยเครื่อง Launder-O-Meter [11]

4) ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักมาบันทึกข้อมูลลงตาราง สรุปและวิเคราะห์ผล

## 3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการทดสอบผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในงานพิมพ์สกรีนผลที่ได้จากการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

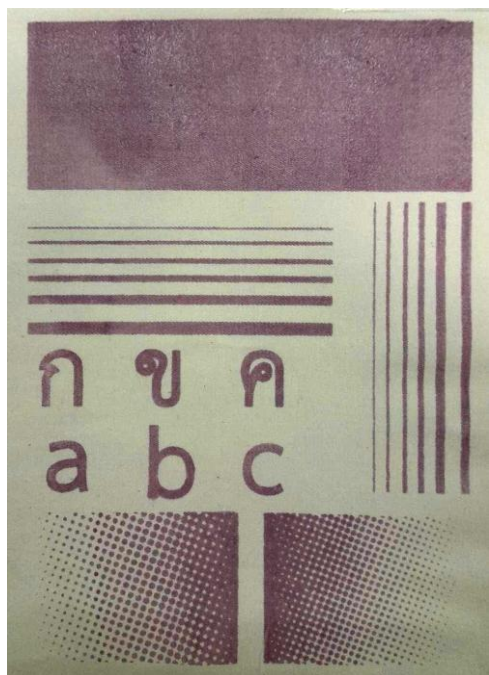
### 3.1 ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสีของสารสกัดสีในเอทิลแอลกอฮอล์ มอลโตเดกซ์ตริน และมีเดียม

การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างสีของสารสกัดสีจากมันม่วงด้วยเอทิลแอลกอฮอล์กับสารสกัดสีจากมันม่วงหลังเติมมอลโตเดกซ์ตริน และผงสีมันม่วงที่ผสมกับมีเดียม โดยค่าความแตกต่างสีของสารสีจากมันม่วงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเติมมอลโตเดกซ์ตริน และสีของหึ่งพิมพ์จะมีความแตกต่างสีเพิ่มขึ้นเมื่อนำไปผสมมีเดียมเนื่องจากสีของมีเดียมที่นำมาใช้สำหรับพิมพ์บนผ้าเป็นสีขาว โดยมีค่าความแตกต่างสี ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างสีของสารสีจากมันม่วงในสารประกอบต่าง ๆ [8]

| สาร                                   | ค่าสี CIEL*a*b* |       |        | ค่าความแตกต่างสี $\Delta E^*_{ab}$ |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|------------------------------------|
|                                       | $L^*$           | $a^*$ | $b^*$  |                                    |
| สารสกัดสีจากมันม่วงด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ | 80.17           | 7.90  | -10.80 | -                                  |
| สารสีมันม่วงผสมมอลโตเดกซ์ตริน         | 79.77           | 11.66 | -13.02 | 4.38                               |
| ผงสีมันม่วงผสมมีเดียม                 | 72.18           | 12.85 | -3.97  | 11.62                              |

หมายเหตุ : สภาวะการวัดค่าสี คือ  $2^\circ$  Standard observer แหล่งกำเนิดแสง D50



รูปที่ 2 ภาพพิมพ์สกรีนพื้นที่บด ลายเส้น ตัวอักษร และเม็ดสกรีน [8]

### 3.2 ผลการทดลองหาสูตรหมึกที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์

จากการตรวจสอบลักษณะของหมึกพิมพ์ที่ได้จากอัตราส่วนผสมของผงสีมันม่วง (กรัม) : มีเดียม (กรัม) หมึกพิมพ์ให้สีม่วงอ่อนลงเมื่อเทียบกับผงสีที่ผลิตได้ และจากอัตราส่วนผสมทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่า อัตราส่วน 20 : 80 และอัตราส่วน 30 : 70 หมึกมีลักษณะเหลว ทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้บริเวณขอบไม่มีความคมชัดเนื่องจากเนื้อหมึกพิมพ์จะซึมทะลุผ่านวัสดุพิมพ์ได้ง่าย ส่วนอัตราส่วน 40 : 60 เป็นอัตราส่วนผสมของหมึกพิมพ์ที่ดีที่สุดเพราะลักษณะของหมึกพิมพ์ที่ได้มีความข้นใกล้เคียงกับหมึกพิมพ์สกรีนเชิงพาณิชย์ เมื่อนำไปทดสอบพิมพ์ลงบนผ้าดิบสีขาว ทั้งภาพพื้นที่บด ภาพลายเส้น ตัวอักษร และเม็ดสกรีนมีความคมชัด ดังรูปที่ 2 เนื่องจากหมึกพิมพ์สามารถไหลผ่านผ้าสกรีนได้ดี ไม่เหลวจนเกินไป และในส่วนของอัตราส่วน 50 : 50 และอัตราส่วน 60 : 40 ตัวหมึกมีการจับตัวเป็นก้อนไม่สามารถพิมพ์ผ่านรูเปิดผ้าสกรีนได้จึงทำให้ไม่เกิดภาพ ดังแสดงตามตารางที่ 2

### 3.3 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้งและแบบเปียกด้วยเครื่อง Crock meter

การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู โดยใช้เครื่อง Crock Meter โดยใช้หัวขัดถูรูปทรงกระบอก เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงใช้แรงกด 9 นิวตัน ทำการขัดถูไป - กลับ เป็นจำนวน 10 ครั้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.

121 เล่ม 5: 2552 [10] ตรวจสอบด้วย Grey Scale For Color Staining พบว่า มีค่าสีตกติดผ้าขาวสภาพแห้งอยู่ที่ระดับสีตกติดเล็กน้อยถึงไม่มีการตกติดของสี แต่ในสภาพเปียกมีค่าสีตกติดผ้าอยู่ที่ระดับสีตกติดเล็กน้อย จึงสามารถบอกได้ว่าหมึกพิมพ์สกรีนที่ผสมผงสีจากมันม่วงมีคุณสมบัติทนทานต่อการขัดถูได้ดีทั้งในสภาพแห้งหรือสภาพเปียก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของหมึกพิมพ์จากอัตราส่วนผสมของผงสีมันม่วง (กรัม) : มีเดียม (กรัม) [8]

| อัตรา<br>ส่วนผสม<br>ผงสีมันม่วง<br>(กรัม) :<br>มีเดียม<br>(กรัม) | ลักษณะ<br>หมึกพิมพ์<br>ที่ได้             | ภาพพิมพ์<br>ที่ได้                                                | หมึก<br>พิมพ์<br>ผ่าน<br>ผ้า<br>สกรีน<br>ได้ | หมึก<br>พิมพ์<br>สามารถ<br>พิมพ์ได้ |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 20 : 80                                                          | เหลว                                      | ลายเส้นของภาพไม่คมชัด หมึกที่ได้มีการซึมทะลุวัสดุพิมพ์            | ✓                                            | ✗                                   |
| 30 : 70                                                          | เหลว                                      | ลายเส้นของภาพไม่คมชัด หมึกที่ได้มีการซึมทะลุวัสดุพิมพ์            | ✓                                            | ✗                                   |
| 40 : 60                                                          | ข้น                                       | ภาพพื้นที่บด ตัวอักษร ลายเส้น และเม็ดสกรีน พิมพ์ออกมา มีความคมชัด | ✓                                            | ✓                                   |
| 50 : 50                                                          | จับตัวเป็นก้อน ไม่ละลาย เป็นเนื้อเดียวกัน | หมึกพิมพ์ไม่สามารถผ่านรูเปิดผ้าสกรีนได้จึงไม่เกิดภาพ              | ✗                                            | ✗                                   |
| 60 : 40                                                          | จับตัวเป็นก้อน ไม่ละลาย เป็นเนื้อเดียวกัน | หมึกพิมพ์ไม่สามารถผ่านรูเปิดผ้าสกรีนได้จึงไม่เกิดภาพ              | ✗                                            | ✗                                   |

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบค่าการตกสีของหมึกพิมพ์ที่ผ่านการขัดถูแบบแห้ง และแบบเปียกตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่ม 5: 2552 ด้วยเครื่อง Crock meter [8]

| ความคงทนของสีต่อการขัดถู | ระดับการตกสีความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้ง | ระดับการตกสีความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบเปียก |
|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| เส้นด้ายยืน              | 4-5                                         | 4                                            |
| เส้นด้ายพุ่ง             | 4-5                                         | 4                                            |

**ตารางที่ 4** ผลการทดสอบค่าการตกสีของหมึกพิมพ์ที่ผ่านการซักตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่ม 3: 2552 ด้วยเครื่อง Launder – O meter [8]

| ความคงทนของสีต่อการซัก | ระดับการตกสีความคงทนของสีต่อการซัก |
|------------------------|------------------------------------|
| สีเปลี่ยนจากเดิม       | 4                                  |
| สีตกติดผ้าขาว          | (ระดับ)                            |
| Acetate                | 4 – 5                              |
| Cotton                 | 4 – 5                              |
| Nylon                  | 4 – 5                              |
| Polyester              | 4 – 5                              |
| Acrylic                | 4 – 5                              |
| Wool                   | 4 – 5                              |

### 3.4 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักด้วยเครื่อง Launder – O meter

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก โดยใช้เครื่อง Launder-O-Meter เพื่อทำการซักเป็นเวลา 30 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 121 เล่ม 3: 2552 [10] ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีโดยการตรวจสอบด้วย Grey Scale For Color Change การเปื้อนของสีตรวจสอบด้วย Grey Scale For Color Staining พบว่า ผ้าตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีค่าสีเปลี่ยนจากเดิมอยู่ที่ระดับ 4 หมายถึง มีค่าสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และมีระดับสีตกติดผ้าขาวบนผ้า Acetate, Nylon, Polyester, Acrylic และ Wool อยู่ในระดับ 4 - 5 หมายถึง มีค่าสีตกติดเล็กน้อยถึงไม่มีการตกติดของสี จึงสามารถบอกได้ว่าหมึกพิมพ์สกรีนที่ผสมผงสีจากมันม่วงมีคุณสมบัติความคงทนของสีต่อการซักได้ดี ดังตารางที่ 4

หมึกพิมพ์ที่ได้จากผงสีมันม่วงผสมกับมีเดียม สามารถนำมาใช้ในงานพิมพ์สกรีนได้จริง ผงสีที่สกัดจากมันม่วงมีสีม่วง และเมื่อนำมาผสมกับมีเดียม พบว่าสีของหมึกพิมพ์ที่ได้จะมีสีเปลี่ยนไปคล้ายกับการใส่สีขาวเพิ่มลงในหมึกพิมพ์ และเมื่อนำหมึกที่ได้ไปพิมพ์จะพบว่าจากสีม่วงในขั้นต้นกลับกลายเป็นสีม่วงอ่อนเมื่อปรากฏลงบนผ้าดิบสีขาว [6] จากการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมจากการนำผงสีมันม่วงมาผสมกับมีเดียม จึงสรุปได้ว่าความเข้มของสีที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติจะมีไม่มากเท่ากับที่ได้จากการสังเคราะห์ [5] จากการนำงานพิมพ์ที่ได้ไปทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้ง พบว่าสีตกติดเล็กน้อยถึงไม่มีการตกติดของสี เมื่อนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบเปียก พบว่าสีตกติดเล็กน้อย และเมื่อนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งสามารถมองเห็นความแตกต่างก่อนซักและหลังซักได้ ดังนั้นจากผลการทดสอบจึงสรุปว่าหมึกพิมพ์ที่ได้สามารถนำมาใช้กับวัสดุที่ต้องผ่านการซักได้ แต่ควรมีการเติมสารเติมแต่งประเภทสารกันสีตกเพิ่มด้วยเพื่อช่วยลดการตกสี เนื่องจากเป็นผงสีที่มาจากธรรมชาติ การยืดเกาะบนผ้าอาจมีความทนทานน้อยกว่าผงสีที่มาจากสารเคมี [5], [7]

## 4. สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในงานพิมพ์สกรีนผลที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

### 4.1 การทดลองหาอัตราส่วนหมึกที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์

การสกัดสารสีจากมันม่วงให้เป็นผงสีด้วยมอลโตเดกซ์ทริน ส่งผลให้เกิดค่าความแตกต่างของสี (Delta E) เท่ากับ 4.38 ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่สังเกตเห็นความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Saikia และคณะ [4] ที่พบว่าการใช้มอลโตเดกซ์ทรินเป็นสารช่วยพา (Carrier agent) ในกระบวนการทำแห้ง จะส่งผลให้ความเข้มของสีลดลง ( $L^*$  สูงขึ้น) เนื่องจากมอลโตเดกซ์ทรินมีสีขาว จึงเกิดปรากฏการณ์เจือจางสี (Dilution effect) ทำให้ผงสีที่ได้มีความสว่างขึ้นและเป็นสีม่วงอ่อน เมื่อนำผงสีไปผสมกับมีเดียม (Binder/Medium) พบว่าค่าความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเป็น 11.62 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแอนโทไซยานินกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หรือสารประกอบในมีเดียม เนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นสารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม

(pH-sensitive) โดยมักเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงินหรือม่วงซีดในสภาวะที่เป็นกลางหรือด่าง [3] อย่างไรก็ตามในด้านสมบัติการพิมพ์ พบว่าอัตราส่วนระหว่างผงสีต่อมีเดียที่มี 40:60 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ความข้นหนืด (Viscosity) ใกล้เคียงกับหมึกพิมพ์สกรีนเชิงพาณิชย์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความคมชัดของลายเส้น การที่หมึกมีความหนืดเหมาะสมจะช่วยลดปัญหาการซึมเลอะ (Bleeding) บนผ้าดิบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Yusuf และคณะ [3] ที่ระบุว่าความหนืดที่เหมาะสมของสารให้สีธรรมชาติและสารช่วยยึดเกาะ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เม็ดสีสามารถแทรกซึมและยึดเกาะบนเส้นใยสิ่งทอได้ดี โดยไม่สูญเสียความคมชัดของลวดลาย

#### 4.2 การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้งและแบบเปียก

ผลการศึกษาเมื่อนำผ้าดิบสีขาวที่สกรีนด้วยหมึกพิมพ์มันม่วงไปทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบแห้งตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่ม 5: 2552 พบค่าการตกสีอยู่ที่ระดับ 4-5 หมายถึง สีตกติดเล็กน้อยถึงไม่มีการตกติดของสี ส่วนผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูแบบเปียกพบค่าการตกสีอยู่ที่ระดับ 4 หมายถึง สีตกติดเล็กน้อย

#### 4.3 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ผลการศึกษาคุณสมบัติของหมึกพิมพ์มันม่วงที่พิมพ์ลงบนผ้าดิบสีขาว เมื่อนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่ม 3: 2552 วิธีที่ A(1) (40°C, 30 นาที) พบว่าสีมีการเปลี่ยนไปจากเดิมอยู่ที่ระดับ 4 หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และพบค่าสีตกติดผ้าขาว ACETATE, COTTON, NYLON, POLYESTER, ACRYLIC และ WOOL อยู่ที่ระดับ 4-5 หมายถึง สีตกติดเล็กน้อยถึงไม่มีการตกติดของสี

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ที่ให้คำแนะนำ และขอขอบพระคุณสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือในการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู รวมถึงบริษัท สกาลา สกรีน แอนด์ ดิจิตอล (สาขาสเตเดียมวัน) ที่ได้อนุเคราะห์นำแป้งพิมพ์ชนิดต่าง ๆ พร้อมคำแนะนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยจนผลงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร, “วิจัยและพัฒนาการผลิตมันเทศ,” [ออนไลน์]. <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/04/171.1การคัดเลือกมันเทศอายุเก็บเกี่ยวสั้น.pdf>. (สืบค้นวันที่ 11 มกราคม 2567).
- [2] บ้านพอเพียง เกษตรพอเพียง, “มันเทศ มันไทย. บ้านพอเพียง,” [ออนไลน์]. <https://xn--72c9acray9etb5a2i5d.blogspot.com/2016/12/sweet-potato.html> (สืบค้นวันที่ 11 มกราคม 2567)
- [3] M. Yusuf, M. , Shabbir, and F. Mohammad, “Natural colorants: Historical, processing and sustainable prospects,” *Natural Products and Bioprospecting*, vol. 7, no. 1, pp. 123– 145, 2017.
- [4] S. Saikia, N. MahnotK, and C. L. Mahanta, “Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying,” *Food Chemistry*, vol. 171, pp. 144– 152, 2015.
- [5] บุญเสริม วัฒนกิจ, “สหพทางธรรมชาติ: รังควัตถุจากธรรมชาติโดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีสะอาด สู่การสร้างสรรคทางศิลปศึกษา,” ดุษฎีนิพนธ์ ปร.ด. (ทัศนศิลป์และการออกแบบ), มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2559.
- [6] พบสันต์ ติไชย และอรุณ คำแปน, “การผลิตผงสีจากใบตะเคียนหนูสำหรับการพิมพ์สกรีนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ผ้าทอน้ำมอญ,” *วารสารชุมชนวิจัย*, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 99-106, พฤษภาคม-สิงหาคม 2559.
- [7] สุธีรา พลเจริญ, บวรนต์ นพศักดิ์, กฤตไชย พลินทรนันท์, สงกรานต์ จันทะรัง, พิญญพัชร ตรีนิมพลี และนุวัฒน์ พรหมจันทิก, กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. “การศึกษาผลของระดับของอุณหภูมิและชนิดของสารช่วยทำแห้งในการทำแห้งแบบพ่นฝอยในการผลิตผงสีผงจากใบทุกวาง,” [ออนไลน์]. <https://qsds.go.th/newosrd/wp-content/uploads/sites/115/2021/06/19-Effect->

of- Temperature- and- Drying- Aid- on- Spray- Drying-Tropical-Almond-Leaf.pdf. (สืบค้นวันที่ 10 กรกฎาคม 2567).

- [8] V. D. Truong, N., Deighton, R. L. Thompson, R. F. McFeeters, L. O. Dean, K. V Pecota, & G. C. Yencho. "Characterization of anthocyanins and anthocyanidins in purple- fleshed sweetpotatoes by HPLC- DAD/ ESI- MS/ MS," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, no. 1, pp. 404–410, 2010.
- [9] D. Wannasin, L. Grossmann, and D. J. McClements, "Optimizing the Appearance of Plant-based Foods Using Natural Pigments and Color Matching Theory," *Food Biophysics*, vol. 19, pp. 120–130, Sep. 2024.
- [10] วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 5 ความคงทนของสีต่อการขัดถู, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552 (5).  
วิธีทดสอบสิ่งทอ เล่ม 3 ความคงทนของสีต่อการซักด้วยสบู่หรือสบู่ และโซดา, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552 (3).
- [11] เนตรปรียา ทองไพบูลย์ และ ปทุมรัตน์ อุดมรัตน์กุล, "การผลิตผงสีจากมันม่วงเพื่อใช้ในงานพิมพ์สกรีน," *วิทยานิพนธ์ วท.บ. (เทคโนโลยีการพิมพ์)* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพฯ, 2567.

อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลของจำปาตะ  
Influence of Fertilizer Application on Growth, and Quality in Champedak  
*Artocarpus integer* (Thunb.) Merr.

สุวรรณา ชูเชิด<sup>1</sup> สุรศักดิ์ ชูทอง<sup>1</sup> กัลวรี กรदनวล<sup>1</sup> พรพินิต เพ็ชรลูก<sup>1</sup>และวัฒนา ณ นคร<sup>1\*</sup>  
Suwansa Chuchert<sup>1</sup>, Surasak Choothong<sup>1</sup>, Kanwaree Krodnuan<sup>1</sup>, Pronpinit Phetluk<sup>1</sup> and Wattana Na Nakorn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 10800

<sup>1</sup>Division of Plant Science, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 10800

\*Corresponding Author: Wattana.n@rmutsv.ac.th

Received 31 กรกฎาคม 2568; Revised 3 พฤศจิกายน 2568; Accepted 30 พฤศจิกายน 2568

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลของจำปาตะ ทำการทดลอง ณ สวนจำปาตะของเกษตรกร ตำบลลานสกา อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2566 ถึงเดือนกันยายน 2567 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ใช้ต้นจำปาตะจำนวน 25 ต้น ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง ๆ ละ 5 ต้น ทำการใส่ปุ๋ย 2 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นเพื่อการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ โดยกำหนดสิ่งทดลองดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และสิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ย 11-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ส่งผลให้ต้นจำปาตะมีเปอร์เซ็นต์การยอดใหม่มากที่สุด ช่วงที่ 2 การใส่ปุ๋ยเพื่อส่งเสริมการออกดอก การสะสมอาหารและชักนำการเกิดดอก เพื่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิต โดยใส่ปุ๋ย 8-24-24 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน กำหนดสิ่งทดลองดังนี้คือ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม), สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยอัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น, สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น, สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยอัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้น และสิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้น ผลการทดลอง พบว่าปุ๋ยสูตร 8-24-24 ที่ใส่ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้น มีผลต่อการพัฒนาของผล คุณภาพของผลดีที่สุด ในด้านเส้นรอบวง ความยาวผล น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อผล น้ำหนักไส้ ความหนาเปลือก และความหวานของเนื้อ

**คำหลัก:** จำปาตะ; อัตราการใส่ปุ๋ย; การเจริญเติบโตของทรงพุ่ม; คุณภาพผล, การพัฒนาผล

## Abstract

This study was conducted to examine the effects of fertilizer application on the growth and fruit quality of Champedak (*Artocarpus integer*). The experiment took place in a farmer's Champedak orchard located in Lan Saka Subdistrict, Lan Saka District, Nakhon Si Thammarat Province, from November 2023 to September 2024. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, comprising 25 Champedak trees assigned to five treatments, with five trees per treatment. Fertilizer was applied in two separate periods as described below. During the first fertilization period, which aimed to enhance vegetative growth in terms of stem and leaf development, five fertilizer treatments were applied. Treatment 1 served as the control with no fertilizer

application. In Treatment 2, fertilizer formula 21-0-0 was applied at a rate of 1 kg per tree. Treatment 3 received fertilizer formula 15-0-0 at the same rate, while Treatment 4 was supplied with fertilizer formula 46-0-0 at a rate of 1 kg per tree. Treatment 5 was given fertilizer formula 11-0-0 at a rate of 1 kg per tree. The results showed that the application of fertilizer formula 46-0-0 at a rate of 1 kg per tree produced the highest percentage of new shoot emergence, indicating that this treatment was the most effective in promoting vegetative growth of champedak trees. During Period 2, fertilizer application was carried out to promote flowering, enhance nutrient accumulation, induce flower formation, and support fruit development and quality. Fertilizer formula 8-24-24 was applied at varying rates across five treatments. Treatment 1 served as the control with no fertilizer application, while Treatments 2, 3, 4, and 5 received fertilizer at rates of 1, 2, 3, and 4 kg per tree, respectively. The results indicated that the application of 8-24-24 at 4 kg per tree had the most fruit development, and fruit quality. This treatment produced the highest values for fruit circumference, fruit length, fruit weight, pulp weight, seed weight, rind thickness, and pulp sweetness, demonstrating its effectiveness in improving both the quantitative and qualitative characteristics of Champedak fruit.

**Keywords:** Champedak; Fertilizer rate; Canopy growth; Fruit development; Fruit quality

## 1. บทนำ

จำปาตะ *Artocarpus integer* (Thunb.) Merr. เป็นไม้ผลในวงศ์ Moraceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ใน คาบสมุทรมลายู อินโดนีเซีย และเกาะนิวกินีในประเทศไทยปลูกมากในภาคใต้พบมากที่ตำบลเกาะยอ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา อำเภอกวนโดน จังหวัดสตูล และอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงฤดูการที่ผลผลิตจำปาดะออกสู่ตลาดจำนวนมาก ทำให้มีจำปาดะราคาตลาดต่ำลงอย่างมาก เนื่องจากผลผลิตล้นตลาด จึงมีการส่งเสริมให้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใน รูปแบบต่าง ๆ [1] ลักษณะเด่นคือ ผลจำปาดะมีขนาดเล็ก มีเปลือกบาง เมื่อผลสุกจะมีรสหวานจัด มีน้ำเยอะกว่าขนุน เนื้อค่อนข้างนิ่ม เหนียว เคี้ยวไม่ขาดอย่างเนื้อขนุนซึ่งแข็ง และกรอบกว่า จึงทำให้จำปาดะเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในหลายพื้นที่ของภาคใต้ พันธุ์จำปาดะมีหลากหลายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ขวัญสตูล สายน้ำผึ้ง ทองตาปาน ทองยุพิน พันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์อื่น ๆ ประชากรบนเกาะยอ จังหวัดสงขลา โดยเฉพาะพืชกลุ่มจำปาดะบ้านมาปลูกจำปาดะพันธุ์การค้าเพียงอย่างเดียว จึงส่งผลให้จำปาดะหลายสาย พันธุ์เกิดการสูญพันธุ์ [2]

จังหวัดสตูลมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,685 ไร่ มีพื้นที่ให้ผลผลิตประมาณ 1,175 ไร่ ผลผลิตรวม ปี 2566 ประมาณ

1,552 ตัน หรือเฉลี่ย 1,321 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายสดเฉลี่ย 80 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้มีรายได้เฉลี่ยประมาณ 105,680 บาทต่อไร่ รูปแบบการขายส่วนใหญ่ขายผลสด 98% และแปรรูป 2% โดยมีช่องทางจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง ตลาดท้องถิ่น (สถานีวิทยุกระจายเสียงเพื่อการเกษตร, 2567) จังหวัดนครศรีธรรมราชพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอลานสกาที่มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,213.33 ไร่ [3]

จำปาดะเป็นผลไม้ที่ปลูกง่ายมากในภาคใต้ เนื่องจากชอบความชื้นและฝนตกชุก ยิ่งปลูกแซมในป่าผลไม้ด้วยกันยิ่งทำให้ปลูกง่ายไปใหญ่ เพราะได้อาศัยร่มเงาต้นไม้ต้นอื่นตอนต้นยังเล็ก การปลูกชุดหลุมกว้าง ยาว ลึก 30 เซนติเมตร เมื่อโตขึ้นให้ปุ๋ย สูตร 15-15-15 หว่านห่างรอบโคน ใช้เวลาประมาณ 6-7 ปี จะออกผล ไล่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 เมื่อจำปาดะออกลูกขนาดหัวแม่มือ ประมาณ 5 กิโลกรัมต่อต้น โดยหว่านรอบๆ โคน อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการตอบสนองของต้นจำปาดะต่ออัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในระดับต่าง ๆ ซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญที่เกษตรกรผู้ปลูกจำปาดะในปัจจุบันเผชิญ ทั้งในด้านการวางแผนการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มรายได้จากผลผลิตที่มีคุณภาพ การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการแตกใบ การติดดอก การติดผล และผลผลิตของจำปาดะ เพื่อให้ได้แนว

ทางการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูก  
จำปาตะอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน [4]

ปุ๋ยแต่ละชนิดจะปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช และ  
แต่ละธาตุจะมีบทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อ  
พืชแตกต่างกันไป พืชต้องการธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในการ  
เจริญเติบโตโดยทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน การสร้างเซลล์  
และควบคุมกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์ซึ่งสามารถสรุป  
ได้ดังนี้ 1) เป็นองค์ประกอบทางโครงสร้างของเซลล์ เช่น  
คาร์บอน ไนโตรเจน และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบของผนัง  
เซลล์ และไซโทพลาซึม ไนโตรเจนและกำมะถันเป็น  
องค์ประกอบของโปรตีน ส่วนไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็น  
องค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกและฟอสโฟลิพิด เป็นต้น 2)  
ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยเป็นตัวแคตตะ  
ลิสต์ของเอนไซม์ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม  
โซเดียม เหล็กและโคบอลต์ การทำงานของเอนไซม์บางชนิด  
ต้องการธาตุอาหารเป็นโคแฟกเตอร์ เช่น การทำงานของ  
เอนไซม์ แอลกอฮอล์ ดีไฮโดรจีเนส (alcohol  
dehydrogenase) ต้องการ  $Zn^{+2}$  เป็นโคแฟกเตอร์ หรือการ  
ทำงานของเอนไซม์อะมิเลส ต้องการ  $Ca^{+2}$  เป็นโคแฟกเตอร์  
 เป็นต้น 3) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์และโค  
เอนไซม์ เอนไซม์ทุกชนิดเป็นโปรตีน ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนเป็น  
องค์ประกอบ และโคเอนไซม์มีธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบ  
ที่สำคัญ 4) เป็นองค์ประกอบของสารพลังงานสูง ที่เป็น  
แหล่งพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น ATP,  
NADPH ซึ่งมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 5) รักษา  
ความเต่งของเซลล์การควบคุมออสโมติกโพเทนเชียลของ  
เซลล์จากการเคลื่อนย้าย ของโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) เข้าสู่  
เซลล์คุมของใบพืชช่วยปรับค่าออสโมติกโพเทนเชียล เป็นผล  
ให้เซลล์คุมเต่ง และปากใบเปิด 6) ทำหน้าที่เกี่ยวกับปฏิกิริยา  
ออกซิเดชัน รีดักชันในเซลล์พืช เช่น แมงกานีส เหล็ก สังกะสี  
ทองแดง และโคบอลต์ และ 7) ทำหน้าที่เร่งการเคลื่อนย้าย  
ธาตุอาหารภายในเซลล์โพแทสเซียม และโซเดียม [5] แต่  
อย่างไรก็ตาม ในการทำสวนจำปาตะของเกษตรกรในอำเภอลานสกา  
 จังหวัดนครศรีธรรมราช ยังมีข้อมูลจำกัดเกี่ยวกับการ  
ตอบสนองของต้นจำปาตะต่ออัตราการใช้ปุ๋ยเคมีใน  
ระดับต่างๆ เนื่องจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่ จะใส่  
ปุ๋ย 15-15-15 เพียงครั้งเดียวในระบบการผลิต ยังไม่มีการ  
ทดสอบปุ๋ยเพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแต่อย่างใด ซึ่ง  
ถือเป็นประเด็นสำคัญที่เกษตรกรผู้ปลูกจำปาตะในปัจจุบัน

ยังไม่ได้มีการศึกษา ทั้งในด้านการวางแผนการใช้ปุ๋ยอย่างมี  
ประสิทธิภาพ และการเพิ่มรายได้จากผลผลิตที่มีคุณภาพ  
ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์มุ่งเน้นศึกษา  
อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลจำปาตะ  
เพื่อให้ได้แนวทางการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูก  
จำปาตะอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

ทำการทดลอง ณ สวนจำปาตะของเกษตรกร ตำบล  
ลานสกา อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่าง  
เดือนพฤศจิกายน 2566 ถึงเดือนกันยายน 2567 โดยใช้ต้น  
จำปาตะที่มีอายุ 10 ปี ในสวนจำปาตะเกษตรกร ที่มีขนาด  
ทรงพุ่มประมาณ 6 เมตร ความสูงประมาณ 12 เมตร เลือก  
ต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยการทดสอบสูตรปุ๋ย  
บำรุงต้น 1 ครั้ง และสูตรปุ๋ยส่งเสริมการออกดอก 1 ครั้ง วาง  
แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design  
(CRD) ใช้ต้นจำปาตะจำนวน 25 ต้น ประกอบด้วย 5 สิ่ง  
ทดลอง ๆ ละ 5 ต้น ทำการใส่ปุ๋ย 2 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 ใส่ปุ๋ยบำรุงต้นเพื่อการเจริญเติบโตทางด้าน ลำ  
ต้นและใบ โดยกำหนดสิ่งทดลองดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ย 11-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น

ช่วงที่ 2 การใส่ปุ๋ยเพื่อส่งเสริมการออกดอก การสะสม  
อาหารและชักนำการเกิดดอกเพื่อการพัฒนาผลและคุณภาพ  
ของผล ใส่จำนวน 1 ครั้ง โดยกำหนดสิ่งทดลอง คือ

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้น

สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้น

### 2.1 การบันทึกการทดลอง

การบันทึกช่วงที่ 1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต  
ทางด้านลำต้นและใบ หลังการใส่ปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ที่มี  
เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ต่างกัน ในอัตราที่เท่ากัน 1  
กิโลกรัม รายละเอียดของลักษณะที่ทำการบันทึก ดังนี้

การแตกยอด (เปอร์เซ็นต์) ประเมินการแตกยอดโดย  
แบ่งการแตกยอดของต้นจำปาตะออกเป็น 4 ส่วนๆ ส่วนละ  
25 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์

การบันทึกช่วงที่ 2 การพัฒนาของผลและคุณภาพผล  
จำปาตะ บันทึกข้อมูลการพัฒนาของผลในช่วงการให้ผลผลิต  
จากจำปาตะจำนวน 5 ผลต่อต้น แล้วหาค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้

#### 1) การพัฒนาของผล

1.1) เส้นรอบวง (เซนติเมตร) วัดเส้นรอบวง โดยวัด  
ส่วนที่จุดกว้างที่สุดของผลจำปาตะ

1.2) ความยาวผล (เซนติเมตร) วัดความยาวผล โดย  
วัดจากส่วนบริเวณหัวผลจนถึงส่วนปลายผล

1.3) ความยาวหัวผล (เซนติเมตร) วัดความยาวหัวผล  
โดยวัดจากส่วนบริเวณหัวผลด้านบนจนถึงส่วนปลายหัวผล

1.4) น้ำหนักผล (กิโลกรัม) ชั่งน้ำหนักผลทั้งเปลือก  
ของจำปาตะ

1.5) น้ำหนักเนื้อ (กรัม/ผล) ชั่งเฉพาะส่วนของเนื้อ  
จำปาตะชั่งน้ำหนัก

1.6) น้ำหนักเปลือก (กรัม/ผล) ชั่งเฉพาะส่วนของ  
เปลือกจำปาตะ

1.7) น้ำหนักเมล็ด (กรัม/ผล) ชั่งเฉพาะส่วนของเมล็ด  
จำปาตะ

1.8) น้ำหนักไส้ (กรัม/ผล) ชั่งเฉพาะส่วนของไส้  
จำปาตะ

2) คุณภาพของผล เก็บข้อมูลในช่วงเก็บเกี่ยวผล  
จำปาตะ จากจำปาตะจำนวน 5 ผลต่อต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย ดังนี้

2.1) ความหนาของเปลือก วัดความหนาของเปลือก  
(เซนติเมตร)

2.2) จำนวนเมล็ด นับจำนวนเมล็ด (เมล็ด)

2.3) ความหวานของเนื้อผล (องศาบริกซ์) วัดความ  
หวานของเนื้อผล

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการทดลอง มาวิเคราะห์  
ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) และ  
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple  
Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IBM  
SPSS Statistics

### 3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การทดลองใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสูตรปุ๋ยแตกต่างกันต่อการ  
เจริญเติบโตของทรงพุ่ม และการใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกัน

เพื่อการพัฒนาของผลและคุณภาพผลของจำปาตะปรากฏผล  
ดังนี้

#### 3.1 การเจริญเติบโตของทรงพุ่ม เปอร์เซ็นต์การแตกยอด (เปอร์เซ็นต์)

การเจริญเติบโตของทรงพุ่มจากการใส่ปุ๋ยตามสิ่ง  
ทดลองที่กำหนด โดยการประเมินจากการแตกยอดใหม่  
พบว่า การแตกยอดใหม่ครั้งที่ 1 มีความแตกต่างทางสถิติ  
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยมีสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีอัตราการแตกยอดใหม่  
มากที่สุด เท่ากับ 69.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3  
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 2 ใส่  
ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 11-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีอัตราการแตกยอดใหม่  
เท่ากับ 64.20 เปอร์เซ็นต์ 63.00 เปอร์เซ็นต์ และ 61.60  
เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มี  
อัตราการแตกยอดใหม่น้อยที่สุดเท่ากับ 60.00 เปอร์เซ็นต์  
(ตารางที่ 1)

การแตกยอดใหม่ครั้งที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติ  
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยมีสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีอัตราการแตกยอดใหม่  
มากที่สุดเท่ากับ 74.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3  
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 2 ใส่  
ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่  
ปุ๋ย (ชุดควบคุม) และสิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 11-0-0  
อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.80 เปอร์เซ็นต์  
64.80 เปอร์เซ็นต์ 63.60 เปอร์เซ็นต์ และ 63.20 เปอร์เซ็นต์  
ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การแตกยอดใหม่ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างทางสถิติ  
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยมีสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีอัตราการแตกยอดใหม่  
มากที่สุดเท่ากับ 81.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3  
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 5 ใส่  
ปุ๋ยสูตร 11-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่  
ปุ๋ย (ควบคุม) และสิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 1  
กิโลกรัมต่อต้น มีค่าเท่ากับ 71.40 เปอร์เซ็นต์ 70.80  
เปอร์เซ็นต์ 70.60 เปอร์เซ็นต์ และ 70.00 เปอร์เซ็นต์  
ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของทรงพุ่ม (เปอร์เซ็นต์) ประเมินครั้งที่ 1 ประเมินครั้งที่ 2 และประเมินครั้งที่ 3

| สิ่งทดลอง                              | การประเมินการแตกยอด (เปอร์เซ็นต์) |        |        |
|----------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|
|                                        | ครั้งที่                          |        |        |
|                                        | 1                                 | 2      | 3      |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย (ตัวเปรียบเทียบ)         | 61.00bc                           | 63.60b | 70.60b |
| 2. ใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 63.00b                            | 64.80b | 70.00b |
| 3. ใส่ปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 64.20b                            | 67.80b | 71.40b |
| 4. ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 69.40a                            | 74.40a | 81.60a |
| 5. ใส่ปุ๋ย 11-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 61.60bc                           | 63.20b | 70.80b |
| F-test                                 | **                                | **     | **     |
| CV. (%)                                | 3.31                              | 6.64   | 4.19   |

หมายเหตุ: \*\* ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.01)

### 3.2 การพัฒนาของผล

การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสูตรเหมือนกันแต่ปริมาณแตกต่างกัน เพื่อการออกดอกและการพัฒนาของผล กำหนดเป็นสิ่งทดลอง ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น

สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น

สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น

สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น

#### 3.2.1 เส้นรอบวง (เซนติเมตร)

ผลการทดลองพบว่า การพัฒนาของผลจำปาตะ เส้นรอบวงผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงมากที่สุดเท่ากับ 42.20 เซนติเมตร 41.56 เซนติเมตร 38.48 เซนติเมตร และ 38.00 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงน้อยที่สุดเท่ากับ 36.32 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 )

#### 3.2.2 ความยาวผล (เซนติเมตร)

ผลการทดลองพบว่า ความยาวผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01) สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้นและสิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 33.56 เซนติเมตร และ 31.08 เซนติเมตร รองลงมา สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น และ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยความยาวผล เท่ากับ 28.70 เซนติเมตร 27.56 เซนติเมตร และ 26.40 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

#### 3.2.3 ความยาวขั้วผล (เซนติเมตร)

ผลการทดลองพบว่า ความยาวขั้วผล มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ย 17.28 เซนติเมตร 16.44 เซนติเมตร 16.04 เซนติเมตร 14.96 เซนติเมตร ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยความยาวขั้วผลน้อยที่สุด เท่ากับ 13.40 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การพัฒนาของผลจำปาตะ เส้นรอบวงผล (เซนติเมตร) ความยาวผล (เซนติเมตร) และความยาวขั้วผล (เซนติเมตร)

| สิ่งทดลอง                               | การพัฒนาของผล              |                          |                              |
|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                                         | เส้นรอบวงผล<br>(เซนติเมตร) | ความยาวผล<br>(เซนติเมตร) | ความยาวขั้วผล<br>(เซนติเมตร) |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย (ตัวเปรียบเทียบ)          | 36.32b                     | 26.40c                   | 13.40b                       |
| 2. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 38.00a                     | 28.70bc                  | 16.44a                       |
| 3. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น | 41.56a                     | 31.08ab                  | 17.28a                       |
| 4. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น | 38.48a                     | 27.56c                   | 14.96a                       |
| 5. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น | 42.20a                     | 33.56a                   | 16.04a                       |
| F-test                                  | *                          | **                       | *                            |
| CV. (%)                                 | 8.75                       | 7.95                     | 12.64                        |

หมายเหตุ: \*ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.05)

\*\* ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p ≤ 0.01)

### 3.2.4 น้ำหนักผล (กิโลกรัม)

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักผลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p < 0.05) สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.56 กิโลกรัม รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลเท่ากับ 2.23 กิโลกรัม และ 1.98 กิโลกรัม ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลน้อยที่สุดเท่ากับ 1.67 กิโลกรัม 1.45 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

### 3.2.5 น้ำหนักเนื้อ (กรัม)

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเนื้อของจำปาตะ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01) สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 594.92 กรัม รองลงมาสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเนื้อเท่ากับ 471.48 กรัม 434.84 กรัม และ 419.88 กรัม ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเนื้อน้อยที่สุดเท่ากับ 378.00 กรัม (ตารางที่ 3)

### 3.2.6 น้ำหนักเปลือก (กรัม)

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเปลือก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเปลือกเท่ากับ 848.10 กรัม 793.70 กรัม 701.50 กรัม 655.80 กรัม และ 651.80 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

### 3.2.7 น้ำหนักเมล็ด (กรัม)

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 394.92 กรัม 339.72 กรัม 310.64 กรัม และ 290.32 กรัม ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 268.00 กรัม (ตารางที่ 3)

### 3.2.8 น้ำหนักไส้ (กรัม)

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักไส้ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ตัน มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักไส้มากที่สุดเท่ากับ 177.48 กรัม รองลงมาสิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ตัน และสิ่งทดลองที่ 4

ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ตัน มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักไส้เท่ากับ 111.56 กรัม และ 107.68 กรัม ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักไส้ น้อยที่สุดเท่ากับ 71.00 กรัม และ 67.76 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** การพัฒนาของผลจำปาตะ น้ำหนักผล (กิโลกรัม) น้ำหนักเนื้อ (กรัม) น้ำหนักเปลือก (กรัม) น้ำหนักเมล็ด (กรัม) และน้ำหนักไส้ (กรัม)

| สิ่งทดลอง                               | การพัฒนาของผล        |                     |                      |                     |                   |
|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
|                                         | น้ำหนักผล (กิโลกรัม) | น้ำหนักเนื้อ (กรัม) | น้ำหนักเปลือก (กรัม) | น้ำหนักเมล็ด (กรัม) | น้ำหนักไส้ (กรัม) |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย (ตัวเปรียบเทียบ)          | 1.45c                | 378.00c             | 651.80               | 268.00b             | 67.76c            |
| 2. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ตัน | 1.67c                | 419.88bc            | 655.80               | 290.32a             | 71.00c            |
| 3. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ตัน | 2.23ab               | 434.84bc            | 793.70               | 310.64a             | 111.56b           |
| 4. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ตัน | 1.98b                | 471.48b             | 701.50               | 394.92a             | 107.68b           |
| 5. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ตัน | 2.56a                | 594.92a             | 848.10               | 339.72a             | 177.48a           |
| F-test                                  | **                   | **                  | ns                   | *                   | **                |
| CV. (%)                                 | 14.89                | 13.08               | 13.84                | 13.45               | 13.68             |

หมายเหตุ: ns ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

\*ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p \leq 0.01$ )

### 3.3 คุณภาพของผล

การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสูตรเหมือนกันแต่ปริมาณแตกต่างกัน เพื่อการออกดอกและการพัฒนาของผล กำหนดเป็นสิ่งทดลองดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ตัน

สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ตัน

สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ตัน

สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ตัน

#### 3.3.1 ความหนาเปลือก (เซนติเมตร)

ผลการทดลองพบว่า ความหนาเปลือก มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย

สูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยด้านความหนาเปลือกเท่ากับ 1.06 เซนติเมตร 1.01 เซนติเมตร 1.01 เซนติเมตร 0.97 เซนติเมตร และ 0.97 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

#### 3.3.2 จำนวนเมล็ด (เมล็ด)

ผลการทดลองพบว่า จำนวนเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ตัน มีค่าเฉลี่ยด้านจำนวนเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 37.92 เมล็ด 37.72 เมล็ด รองลงมา สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ตัน สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) และสิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ตัน มีค่าเฉลี่ยด้านจำนวนเมล็ด

เท่ากับ 35.44 เมล็ด 26.16 เมล็ด และ 25.64 เมล็ด  
ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

### 3.3.3 ความหวานของเนื้อผล (องศาบริกซ์)

คุณภาพของผลด้านความหวานของเนื้อผล ไม่มี  
ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ย

สูตร 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ย  
สูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น และสิ่งทดลองที่ 1 ไม่  
ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยด้านความหวานของเนื้อผลเท่ากับ  
28.96 องศาบริกซ์ 28.48 องศาบริกซ์ 27.56 องศาบริกซ์  
27.12 องศาบริกซ์ และ 26.60 องศาบริกซ์ ตามลำดับ  
(ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพของผล ความหนาของเปลือก (เซนติเมตร) จำนวนเมล็ด (เมล็ัด) และความหวานของเนื้อ (องศาบริกซ์)

| สิ่งทดลอง                               | คุณภาพของผล                  |                        |                                        |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------------------|
|                                         | ความหนาเปลือก<br>(เซนติเมตร) | จำนวนเมล็ด<br>(เมล็ัด) | ความหวานของ<br>เนื้อผล<br>(องศาบริกซ์) |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย (ตัวเปรียบเทียบ)          | 0.97                         | 26.16b                 | 26.60                                  |
| 2. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น | 1.01                         | 25.64b                 | 27.56                                  |
| 3. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัม/ต้น | 0.97                         | 35.44ab                | 27.12                                  |
| 4. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น | 1.01                         | 37.92a                 | 28.48                                  |
| 5. ใส่ปุ๋ย 8-24-24 อัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น | 1.06                         | 37.72a                 | 28.96                                  |
| F-test                                  | ns                           | *                      | ns                                     |
| CV. (%)                                 | 10.84                        | 15.05                  | 4.78                                   |

หมายเหตุ: ns ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

\*ในคอลัมน์หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

### 3.4 วิจัยการทดลอง

จากผลการทดลองการให้ปุ๋ยเคมีที่มีสูตรของธาตุ  
ไนโตรเจนที่ต่างกัน จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางลำ  
ต้นและใบที่ต่างกัน จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า สิ่ง  
ทดลองที่มีเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่สูง ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ที่  
ให้ไนโตรเจนในปริมาณสูงที่สุดส่งผลให้จำปาตะมีการแตก  
ยอดใหม่มากกว่าทุกสูตร เนื่องจากบทบาทหน้าที่และ  
ความสำคัญของไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ  
โปรตีน กรดนิวคลีอิก กรดอะมิโน ฮอร์โมนบางชนิด โค  
เอนไซม์ ไนโตรเจนในพืชมีประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ใน  
คลอโรพลาสต์ช่วยกระตุ้นให้พืชมีการเจริญเติบโตและมี  
ความแข็งแรง ช่วยในการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ช่วย  
ให้ใบพืชมีสีเขียว [5] อย่างไรก็ตาม การให้ไนโตรเจนใน  
ปริมาณสูงต่อเนื่องอาจสะสมในดินและยับยั้งการออกดอกได้  
หากไม่มีการบริหารจัดการที่ดี เช่นเดียวกับที่พบในไม้ผล  
ชนิดอื่นอย่าง เช่น มะม่วงและลำไย ซึ่งต้องมีการควบคุม

ปริมาณไนโตรเจนในช่วงก่อนออกดอกเพื่อไม่ให้พืชเน้นการ  
เจริญเติบโตทางใบมากเกินไป ในด้านการเจริญเติบโตของผล  
ขนาดผลและน้ำหนัก พบว่า ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ซึ่งมี  
ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสัดส่วนสูงช่วยเพิ่มขนาดผล  
น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักรวมของผลจำปาตะได้มากที่สุด  
โดยเฉพาะในอัตรา 4 กก./ต้น โดยไม่มีผลต่อความหนาของ  
เปลือกผล การเพิ่มขึ้นของขนาดผลและน้ำหนักเนื้อ  
สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang et al. [6] ที่ศึกษาการให้  
N P K ในกีวีฟรุต และพบว่าอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมช่วยเพิ่ม  
ขนาดผลและน้ำหนักผลอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงยังส่งผลต่อ  
คุณภาพผลผลิต เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้  
(soluble solids) และน้ำตาลในเนื้อผล จากงานวิจัยของ  
Yadav et al. [7] ในฝรั่ง (*Psidium guajava*) ก็ให้ผล  
คล้ายกัน โดยชี้ว่าการให้ N P K อย่างสมดุลช่วยเพิ่มน้ำหนัก  
ผล ความหวาน และคุณภาพโดยรวมได้ อย่างไรก็ตาม ใน  
การวัดความหวานของผล (Brix) ในการทดลองนี้ พบว่าไม่

แตกต่างกันมีนัยสำคัญระหว่างการให้ปุ๋ยทุกสูตร ซึ่งอาจเนื่องจากจำปาดะมีปริมาณน้ำตาลคงที่ตามพันธุกรรมหรือได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อม เช่น แสงแดดและปริมาณน้ำในช่วงสะสมอาหาร ทั้งนี้งานวิจัยในมะเขือเทศและฝรั่งหลายชิ้นระบุว่าแม้ปุ๋ยจะส่งผลต่อปริมาณน้ำหนักรวม แต่การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ Brix ต้องอาศัยการควบคุมปัจจัยแวดล้อมร่วมด้วย [8] สำหรับจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด พบว่าการให้ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ส่งผลให้จำปาดะมีจำนวนเมล็ดมากขึ้น โดยเฉพาะในอัตรา 4 กิโลกรัม/ต้น แต่อัตราการเพิ่มของจำนวนเมล็ดไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดอย่างชัดเจน สะท้อนถึงการได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอของพืชในแต่ละสูตรและช่วงการเจริญเติบโต ซึ่งใกล้เคียงกับผลในพืชกลุ่มผลเดี่ยว เช่น มะม่วง ที่การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมช่วยเสริมการสะสมอาหารและการพัฒนาเนื้อเยื่อเมล็ดได้ [9] โดยสรุปปุ๋ยสูตร 46-0-0 มีผลดีต่อการแตกยอดใหม่ในระยะแรก ก่อนจำปาดะจะออกดอกและติดผล ในขณะที่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 มีประสิทธิภาพสูงในด้านการเพิ่มคุณภาพผลผลิต โดยเฉพาะขนาดผลและน้ำหนักของผล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการเลือกสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับช่วงการเจริญเติบโตของจำปาดะ อีกทั้งยังสนับสนุนแนวทางการจัดการปุ๋ยแบบ "แบ่งช่วง" (split-application) ที่ใช้กันไม่ผลเชิงพาณิชย์อื่น ๆ เช่น ทุเรียน ลำไย และฝรั่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหาร และลดความสูญเสียไปหรือการสะสมในดินเกินความจำเป็น

#### 4.สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลของจำปาดะแบ่งการทดลองใส่ปุ๋ยออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ใส่ปุ๋ยเพื่อการเจริญเติบโต เร่งการแตกยอดใหม่ผลปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 เร่งการแตกยอดใหม่ดีที่สุด ในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ช่วงที่ 2 การใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ในอัตราที่แตกต่างกัน เพื่อพัฒนาผลและคุณภาพของผลปรากฏว่าการใส่ปุ๋ย ในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นมีผลต่อการพัฒนาผลและคุณภาพของผลดีที่สุด

#### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ภายใต้งบทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและ

นวัตกรรม (ววน) ที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์, "ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากเมล็ดจำปาดะ," ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6, จังหวัดสงขลา, 15-16 สิงหาคม 2559, หน้า 1116-1122.
- [2] วิลาสินี ธนพิทักษ์ เทพรัตน์ จันทพันธ์ วิวัฒน์ ฤทธิมาพรชัย ลิขิต ธรรมโรจน์ สรพงศ์ เบญจศรี และ สมัคร แก้วสุกแสง, "ความหลากหลายและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของจำปาดะในตำบลเกาะยออำเภอเมืองจังหวัดสงขลา," วารสารแก่นเกษตร แก่นเกษตร, ปีที่ 49 (suppl. 1), หน้า 336-34, 2564.
- [3] สถานีวิทยุกระจายเสียงเพื่อการเกษตร. "จำปาดะสินค้า GI จังหวัดสตูล," [ออนไลน์]. <http://www.Am1386.com/home/25968> (เข้าถึงเมื่อ 20 มิถุนายน 2568)
- [4] สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดปัตตานี. "จำปาดะทองตาปานของดี อ.กะปง," [ออนไลน์] [https://www.opsmoac.go.th/pattani-article\\_prov-preview-](https://www.opsmoac.go.th/pattani-article_prov-preview-) (เข้าถึงเมื่อ 20 มิถุนายน 2568)
- [5] สมพร ณ นคร และสุวรรณษา ชูเชิด, เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของพืช สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช, 162 หน้า, 2557.
- [6] C. Zhang., G. Liu, J. Xie, & X. Zhou, "Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the yield and quality of kiwifruit," *Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 18, no. 2, pp. 349-358, 2016.
- [7] N. Abdullah, T. M. M. Mahmud, & H. Ismail, "Cempedak Cultivation and Postharvest Handling in Malaysia," *Malaysian Fruits Research Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 65-72, 2018.

- [8] D. V. Reddy, A. Sharma, & R. Kumar, “Effect of potassium and micronutrients on fruit yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.),” *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 90, no. 8, pp. 1482–1486, 2020.
- [9] J. Liu, Y. Zhang, Y. Zhang, Y. Liu, & H. Liu, “Effects of potassium fertilization on fruit yield and quality in mango (*Mangifera indica* L.),” *Journal of Plant Nutrition*, vol 40, no. 3, pp. 343–350, 2017.

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวัน  
ของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ  
Amount of Greenhouse Gas Emissions from Daily Activities  
of Students from the Faculty of Architecture and Design

เกริกฤทธิ์ ตั้งวงษ์อุทัย<sup>1\*</sup> และ โชคดี ศรีสมบัติ<sup>2</sup>  
Kerkrat Tangvonguthai<sup>1\*</sup> and Chokdee Srisombat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
73170

<sup>1</sup> Division of Construction Management and Building Innovation, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University  
of Technology Rattanakosin, 73170

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 73170

<sup>2</sup> Division of Architectural Technology, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology  
Rattanakosin, 73170

\*Corresponding Author: kerkrat.tan@rmutr.ac.th

Received 20 มิถุนายน 2568; Revised 5 กันยายน 2568; Accepted 31 ตุลาคม 2568

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ และเพื่อคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ กลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ จำนวนทั้งสิ้น 304 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบบังเอิญ จากจำนวนประชากร 810 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในงานวิจัย สอบถามถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบที่จะส่งต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า 1) กิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ ที่สอดคล้องกับความต้องการของข้อมูลที่จะนำมาคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการปรุงอาหาร คิดเป็นร้อยละ 65.06 รองลงมาคือกิจกรรมการเดินทาง การใช้ทรัพยากรวัสดุในการเรียนการสอน และการใช้พลังงานไฟฟ้าและประปา คิดเป็นร้อยละ 26.31, 6.89, 1.74 ตามลำดับ 2) ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ โดยรวมเท่ากับ 1,900.76 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ มีค่าเฉลี่ย 6.25 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี

**คำหลัก:** ก๊าซเรือนกระจก; กิจกรรมประจำวัน; นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ; คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบุคคล

## Abstract

This research aimed to study the daily activities of students in the Faculty of Architecture and Design and to calculate the amount of greenhouse gas emissions from the daily activities of students in the Faculty of Architecture and Design. The sample group of volunteers used in this research was 304 students in the Faculty of Architecture and Design, using the accidental sampling method from a population of 810 people. A

questionnaire was used as the research tool to inquire about various activities of students in the Faculty of Architecture and Design that would affect the release of greenhouse gases. The results of the study found that 1) The daily activities of the Faculty of Architecture and Design students that meet the requirements for data to calculate the greenhouse gas emissions were mostly from cooking activities, accounting for 65.06 percent, followed by transportation activities, use of teaching and learning materials, and electricity and water consumption, accounting for 26.31, 6.89, and 1.74 percent, respectively. 2) The total greenhouse gas emissions from the daily activities of students in the Faculty of Architecture and Design was 1,900.76 tCO<sub>2</sub>e/year, or an average of 6.25 tCO<sub>2</sub>e/person/year.

**Keywords:** Greenhouse Gases; Daily Activities; Students of the Faculty of Architecture and Design; Personal Carbon Footprint

## 1. บทนำ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งมีความรุนแรงและส่งผลกระทบเป็นวงกว้างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังจะเห็นได้จากการที่ฤดูกาลต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป ภัยแล้งที่ยาวนานขึ้น รวมทั้งการที่น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และเกิดโรคอุบัติใหม่ เป็นต้น โดยผลกระทบเหล่านี้ไม่สามารถแก้ไขได้ในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นการวางแผนและการเตรียมการในระยะยาวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ ปัญหาดังกล่าวทำให้หลายประเทศทั่วโลกร่วมมือกันหาวิธีบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น โดยได้ร่วมกันทบทวนเพื่อกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในการดำเนินงานของประเทศไทยจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 พ.ศ. 2566 – 2570 [1] หมายเหตุที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เป็นประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก นั้น ประเทศไทยได้ประกาศเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก [2] และการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายหลังปี 2563 ที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 - 25 เมื่อเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจก ปกติที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี 2573 (ค.ศ. 2030) พบว่าสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่มากที่สุดถึงร้อยละ 74 มาจากการใช้พลังงาน ซึ่งมาจากการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 42 การคมนาคมขนส่ง ร้อยละ 23 ภาคอุตสาหกรรมและการก่อสร้างร้อยละ 20 และ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (United Nations: UN)

เพื่อให้โลกดีขึ้นภายในปี 2030 “การพัฒนาที่ยั่งยืน” หรือ Sustainable Development Goal (SDGs) เป้าหมายที่ 13 เร่งต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น และเป้าหมายที่ 12 การผลิตและบริโภคอย่างยั่งยืน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์มีนโยบายมุ่งมั่นที่จะเป็นมหาวิทยาลัยที่มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutral University) ในการที่จะปลูกฝังให้บุคลากร และนักศึกษาคนรุ่นใหม่ให้เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการใส่ใจถึงสิ่งแวดล้อมประเด็นการลดก๊าซเรือนกระจก ทั้งในทางตรงและทางอ้อม [3] ทราบถึงการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละองค์กร [4] และ การใช้พลังงานในกิจกรรมประจำวันและกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายของนักศึกษาจะส่งผลกระทบต่อระดับของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ เนื่องจากเป็นคณะที่มีการใช้ทรัพยากรในการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยต่อคน และรณรงค์ให้นักศึกษาเข้าใจถึงความสำคัญของสังคมคาร์บอนต่ำ

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อหาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

### 2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้ คือ จำนวนนักศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในปีการศึกษา 2567 ไม่รวมนักศึกษาตกเรียน มีอายุมากกว่า 18 ปี ขึ้นไป

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักศึกษา

| สาขาวิชา                             | จำนวน (คน) | หลักสูตร (ปี) |
|--------------------------------------|------------|---------------|
| การจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมอาคาร | 71         | 4             |
| ออกแบบผลิตภัณฑ์และนวัตกรรม           | 60         | 4             |
| การออกแบบสื่อดิจิทัล                 | 349        | 4             |
| สถาปัตยกรรมภายใน                     | 150        | 5             |
| เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม                 | 180        | 5             |
| รวม                                  | 810        |               |

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการหากลุ่มตัวอย่าง ของทาโร ยามาเน่ โดยกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 268 คน แต่ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 304 คน

### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครที่ทำการประเมินแบบสอบถาม ได้แก่ สาขาวิชา เพศ และชั้นปี

ตอนที่ 2 สอบถามถึงปริมาณกิจกรรมในการเรียนที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย แบ่งเป็นกิจกรรมหลักๆ ได้ดังนี้  
1) กิจกรรมการปรุงอาหาร/รับประทานอาหารต่อวัน มีหน่วยเป็นมื้อ 2) กิจกรรมการเดินทางไป-กลับต่อวัน มีหน่วยเป็นกิโลเมตร และ 3) กิจกรรมการใช้วัสดุในการเรียนการสอน แบ่งตามชนิดของวัสดุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

### 2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรูปแบบออนไลน์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Google form

2) นำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

3) นำปริมาณกิจกรรมในการเรียนที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยไปคำนวณกับค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโปรแกรมแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [5] เวอร์ชัน 2.3.0 มาคำนวณถึงค่าการเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>

4) สรุปข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบและต่อคนต่อไป

### 2.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Description Statistics) โดยใช้ ความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Mean) และร้อยละ (Percentage)

#### 2.4.2 การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

$$\text{Emission} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor}$$

Emission (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก) คือ หน่วยเป็นกิโลกรัม (kg) หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO<sub>2</sub>e)

Activity Data (ข้อมูลกิจกรรม) คือ ปริมาณกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อย

Emission Factor (ค่าการปลดปล่อย) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกต่อหนึ่งหน่วยกิจกรรม (kg CO<sub>2</sub>e/หน่วยกิจกรรม) โดยใช้แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0 ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>

3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยเรียบเรียงผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์กิจกรรมประจำวัน

กิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบที่ส่งผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญโดยเปรียบเทียบจากข้อมูลพื้นฐานที่จะต้องกรอกในโปรแกรม

ตารางที่ 2 แสดงกิจกรรมประจำวันของนักศึกษา

| กิจกรรม           | รายละเอียด                                                                                                                           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. การปรุงอาหาร   | แบ่งออกเป็นรับประทานอาหารตามปกติ และอาหารมังสวิรัตินอกจากนี้ในแต่ละวัน และข้อมูลจำนวนการรับประทาน (จำนวนมื้อต่อวัน)                  |
| 2. การเดินทาง     | แบ่งออกตามประเภทรถยนต์ เช่น รถเก๋ง รถกระบะ แท็กซี่ รถประจำทาง รถตุ๊ก รถจักรยานยนต์ เป็นต้น และข้อมูลระยะทางที่ใช้โดยเฉลี่ยในแต่ละวัน |
| 3. การใช้ทรัพยากร | แบ่งออกตามประเภทของวัสดุที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตและการย่อยสลาย เช่น กระดาษ พลาสติก กระดาษลัง ผ้า แผ่นไม้ ทรายหรือหิน เป็นต้น         |
| 4. การใช้พลังงาน  | จากการใช้งานทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามตารางเรียน แบ่งตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้อง และการใช้น้ำประปา                          |

จากตารางที่ 2 พบว่า กิจกรรมหลักๆ ที่ส่งผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญมีอยู่ 4 กิจกรรม ได้แก่ การปรุงอาหาร การเดินทาง การใช้ทรัพยากร และการใช้พลังงาน

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.1 จากกิจกรรมการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่า กิจกรรมการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งสิ้น 1,236.62 tCO<sub>2</sub>e/ปี แบ่งเป็นจากอาหารเมนูปกติ จำนวน 1,222.02 tCO<sub>2</sub>e/ปี และจากอาหารเมนูมังสวิรัตินอกจากนี้ จำนวน 14.60 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ตารางที่ 3 กิจกรรมการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร

| กิจกรรมการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร | จำนวน (มื้อ/วัน) | ร้อยละ | ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก * (kgCO <sub>2</sub> e/มื้อ) | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) |
|------------------------------------|------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| เมนูปกติ                           | 744              | 94.90  | 4.5                                                                | 1,222.02                                                |
| เมนูมังสวิรัตินอกจากนี้            | 40               | 5.10   | 1.0                                                                | 14.60                                                   |
| รวม                                | 784              | 100.00 |                                                                    | 1,236.62                                                |

หมายเหตุ: \* แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0  
ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>

3.2.2 จากกิจกรรมการเดินทาง

จากตารางที่ 4 พบว่า กิจกรรมการเดินทาง มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งสิ้น 500.14 tCO<sub>2</sub>e/ปี เกิดจากเดินทางด้วยรถตู้มากที่สุด จำนวน 110.78 tCO<sub>2</sub>e/ปี รองลงมาจากรถกระบะ จำนวน 108.13 tCO<sub>2</sub>e/ปี และน้อยที่สุดจากรถจักรยานยนต์ จำนวน 43.12 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ตารางที่ 4 กิจกรรมการเดินทาง

| กิจกรรมการเดินทาง | จำนวน (กม./วัน) | ร้อยละ | ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก * (kgCO <sub>2</sub> e/กิโลเมตร) | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) |
|-------------------|-----------------|--------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| รถเก๋ง            | 1,269           | 16.99  | 0.18                                                                   | 83.37                                                   |
| รถกระบะ           | 1,185           | 15.86  | 15.86                                                                  | 108.13                                                  |
| รถแท็กซี่         | 1,167           | 15.62  | 0.25                                                                   | 106.49                                                  |
| รถเมล์            | 1,322           | 17.70  | 17.70                                                                  | 48.25                                                   |
| รถตุ๊ก            | 1,214           | 16.25  | 0.25                                                                   | 110.78                                                  |
| รถจักรยานยนต์     | 1,313           | 17.58  | 0.09                                                                   | 43.12                                                   |
| รวม               | 7,470           | 100.00 |                                                                        | 500.14                                                  |

หมายเหตุ: \* แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0  
ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>

3.2.3 จากกิจกรรมการใช้วัสดุในการเรียนการสอน

จากตารางที่ 5 พบว่า กิจกรรมการใช้วัสดุในการเรียนการสอน มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก รวม

ทั้งสิ้น 33.14 tCO<sub>2</sub>e/ปี เกิดจากการใช้วัสดุมากที่สุด จำนวน 8.52 tCO<sub>2</sub>e/ปี รองลงมาเป็นวัสดุพลาสติก จำนวน 7.73 tCO<sub>2</sub>e/ปี และน้อยที่สุดจากเศษวัสดุ จำนวน 1.87 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ตารางที่ 5 กิจกรรมการใช้วัสดุในการเรียนการสอน

| กิจกรรมการใช้วัสดุในการเรียนการสอน | จำนวน (กิโลกรัม/ปี) | ร้อยละ        | ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก* (kgCO <sub>2</sub> e/กิโลกรัม) | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) |
|------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| กระดาษ                             | 2,240               | 16.65         | 1.5                                                                   | 3.36                                                    |
| พลาสติก                            | 1,642               | 12.21         | 3                                                                     | 7.73                                                    |
| กระดาษลัง                          | 2,706               | 20.11         | 1                                                                     | 2.71                                                    |
| ผ้า                                | 852                 | 6.33          | 10                                                                    | 8.52                                                    |
| แผ่นไม้                            | 2,016               | 14.99         | 1                                                                     | 2.02                                                    |
| ยาง/หนัง                           | 760                 | 5.65          | 5                                                                     | 3.80                                                    |
| เศษวัสดุ                           | 2,342               | 17.41         | 0.8                                                                   | 1.87                                                    |
| อื่น ๆ                             | 895                 | 6.65          | 3.5                                                                   | 3.13                                                    |
| <b>รวม</b>                         | <b>13,453</b>       | <b>100.00</b> |                                                                       | <b>33.14</b>                                            |

หมายเหตุ: \* แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0 ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>

### 3.2.4 จากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากตารางที่ 6 พบว่า กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น จำนวน 128.80 tCO<sub>2</sub>e/ปี ส่วนใหญ่เป็นห้องประเภท D ห้องคอมพิวเตอร์ จำนวน 63.54 tCO<sub>2</sub>e/ปี รองลงมาเป็นห้องประเภท B ห้องเรียนขนาดกลาง จำนวน 22.87 tCO<sub>2</sub>e/ปี และน้อยที่สุดเป็นห้องประเภท A ห้องเรียนขนาดเล็ก จำนวน 7.25 tCO<sub>2</sub>e/ปี

### 3.2.5 จากกิจกรรมการใช้น้ำประปา

จากตารางที่ 7 พบว่า กิจกรรมการใช้น้ำประปามีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งสิ้น จำนวน 2.06 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ตารางที่ 6 กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า

| ประเภทห้อง | จำนวน (ห้อง) | ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kW) | จำนวนการใช้ (ชั่วโมง/ปี) | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) |
|------------|--------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| A          | 9            | 4.00                          | 4,338                    | 7.25                                                    |
| B          | 11           | 7.60                          | 7,200                    | 22.87                                                   |
| C          | 5            | 15.00                         | 3,582                    | 22.46                                                   |
| D          | 9            | 15.40                         | 6,786                    | 63.54                                                   |
| E          | 9            | 7.80                          | 3,888                    | 12.68                                                   |
| <b>รวม</b> | <b>43</b>    | <b>49.80</b>                  | <b>25,794</b>            | <b>128.80</b>                                           |

หมายเหตุ: การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.418 (kgCO<sub>2</sub>e/kWh) โดยการวัดตามระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียน (แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0 ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>) : A ห้องเรียนขนาดเล็ก, B ห้องเรียนขนาดกลาง, C ห้องเรียนขนาดใหญ่, D ห้องคอมพิวเตอร์, และ E ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ

ตารางที่ 7 กิจกรรมการใช้น้ำประปา

| สาขาวิชา                             | จำนวน (คน) | ปริมาณการใช้น้ำประปา (m <sup>3</sup> /ปี) | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) |
|--------------------------------------|------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| การจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมอาคาร | 32         | 432                                       | 0.22                                                    |
| การออกแบบสื่อดิจิทัล                 | 117        | 1580                                      | 0.79                                                    |
| เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม                 | 67         | 905                                       | 0.45                                                    |
| ออกแบบผลิตภัณฑ์และนวัตกรรม           | 29         | 392                                       | 0.20                                                    |
| สถาปัตยกรรมภายใน                     | 59         | 797                                       | 0.40                                                    |
| <b>รวม</b>                           | <b>304</b> | <b>4,104</b>                              | <b>2.06</b>                                             |

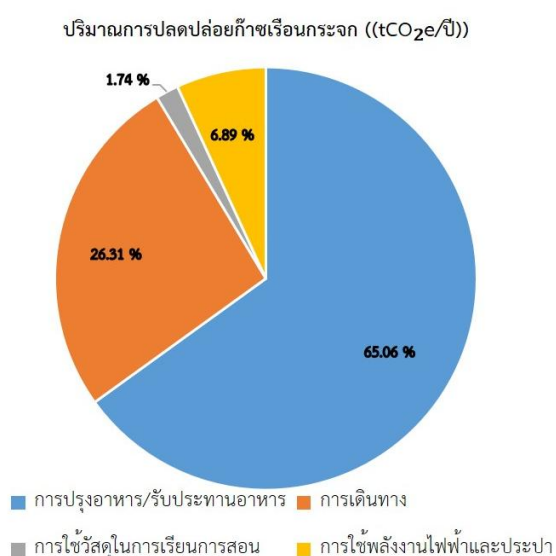
หมายเหตุ: การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำประปา 0.5 (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>) (แอปพลิเคชัน Thai Carbon Footprint Calculator ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เวอร์ชัน 2.3.0 ลิงก์การเข้าถึงโปรแกรม <https://apps.apple.com/th/app/thai-carbon-footprint-calculator/id938564037?l=th>)

### 3.2.6 สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากตารางที่ 8 พบว่า มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้นจำนวน 1,900.76 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือมีค่าเฉลี่ย 6.25 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี ส่วนใหญ่เกิดจากการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร จำนวน 1,236.62 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็น ร้อยละ 65.06 รองลงมาเกิดจากการเดินทาง จำนวน 500.14 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็นร้อยละ 26.31 และน้อยที่สุดเกิดจากการใช้วัสดุในการเรียนการสอน จำนวน 33.14 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็นร้อยละ 1.74

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและร้อยละปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

| กิจกรรม                     | ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี) | ร้อยละ |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
| การปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร | 1,236.62                                                | 65.06  |
| การเดินทาง                  | 500.14                                                  | 26.31  |
| การใช้วัสดุในการเรียนการสอน | 33.14                                                   | 1.74   |
| การใช้พลังงานไฟฟ้าและประปา  | 130.86                                                  | 6.89   |
| รวม                         | 1,900.76                                                | 100.00 |



รูปที่ 1 สัดส่วนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### 3.3 การอภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบพบว่ามีกิจกรรมที่มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูง สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐสิมา และคณะ [6] ที่พบว่า อาหารแต่ละจานต้องใช้ทรัพยากรที่หลากหลายและคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะเกิดได้จากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การกำจัดซาก การปรุงอาหารและรวมถึงการขนส่งวัตถุดิบจึงทำให้มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้นตามและในลำดับรองลงมาได้แก่กิจกรรมการเดินทาง สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทญา [7] ได้วิจัยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบยั่งยืนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาสำนักงานเขตบางแค พบว่ากิจกรรมการเดินทางมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก โดยคิดเป็นร้อยละ 38.29 และบุญญา [8] ได้วิจัยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มที เอเชีย จำกัด พบว่า การใช้พลังงานเป็นส่วนสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### 4. สรุปผลการวิจัย

#### 4.1 สรุปการศึกษากิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

กิจกรรมประจำวันของนักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ ที่สอดคล้องกับความต้องการของข้อมูลจากโปรแกรมสำหรับคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมส่วนบุคคลขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พบว่า สามารถแบ่งกิจกรรมออกได้เป็น 4 หัวข้อดังนี้

- 1) การปรุงอาหาร แบ่งออกเป็นรับประทานอาหารตามปกติและอาหารมังสวิรัตของแต่ละวัน และข้อมูลจำนวนการรับประทาน (จำนวนมื้อต่อวัน)
- 2) การเดินทาง แบ่งออกตามประเภทรถยนต์ เช่น รถเก๋ง รถกระบะ แท็กซี่ รถประจำทาง รถตุ๊ก รถจักรยานยนต์ เป็นต้น และข้อมูลระยะทางที่ใช้โดยเฉลี่ยในแต่ละวัน (กิโลเมตรต่อวัน)
- 3) การใช้ทรัพยากร แบ่งออกตามประเภทของวัสดุที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตและการย่อยสลาย เช่น กระดาษ พลาสติก กระดาษลัง ผ้า แผ่นไม้ ยางหรือหนัง เป็นต้น (กิโลกรัมต่อวัน)

4) การใช้พลังงาน จากการใช้งานทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามตารางเรียน แบ่งตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าใน แต่ละห้อง เช่น หลอดไฟ ทิวิ โปรเจคเตอร์ พัดลม และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น (kWh/วัน) และการใช้น้ำประปา ( $\text{m}^3/\text{วัน}$ )

#### 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม เท่ากับ 1,900.76  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ปี}$  หรือมีค่าเฉลี่ย 6.25  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{คน}/\text{ปี}$  ส่วนใหญ่เกิดจากการปรุงอาหาร/รับประทานอาหาร จำนวน 1,236.62  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ปี}$  คิดเป็นร้อยละ 65.06 รองลงมาเกิดจากการเดินทาง จำนวน 500.14  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ปี}$  คิดเป็นร้อยละ 26.31 และน้อยที่สุดเกิดจากการใช้วัสดุในการเรียนการสอน จำนวน 33.14  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ปี}$  คิดเป็นร้อยละ 1.74

#### 4.3 ข้อเสนอแนะในการลดก๊าซเรือนกระจก

- 1) มีการจัดการด้านอาหารเพื่อให้เกิดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่น้อยที่สุด เช่น การรับประทานอาหารร่วมกัน การให้เหลือเศษอาหารน้อยที่สุด
- 2) มีระบบจัดการการเดินทางให้เกิดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่น้อยที่สุด เช่น การเดินทางร่วมกัน ทางเดียวกันไปด้วยกัน หรือ ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว
- 3) การลดเวลาเรียนรู้ในห้องเรียนเพิ่มทักษะการปฏิบัติ จากกิจกรรมนอกห้องเรียน หรือจากหน่วยงานที่ได้มีข้อตกลงร่วมกัน และการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน
- 4) การใช้วัสดุในการเรียนการสอนร่วมกัน การคัดแยกวัสดุที่เหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ล่วงหน้าไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2567 ตามสัญญาเลขที่ C25/2567 ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรเจ้าหน้าที่ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบทุกท่าน ที่ช่วยให้อำนาจในการจัดทำข้อมูลประกอบงานวิจัยต่าง ๆ รวมทั้งขอขอบคุณองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การ

มหาชน) ที่ได้พัฒนาโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์และนำมาใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี, “แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570),” ราชกิจจานุเบกษา, ประกาศ 24 ตุลาคม 2565, ใช้บังคับ 1 ตุลาคม 2565.
- [2] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, “นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579,” ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนพิเศษ 54 ง., 2561.
- [3] พัชร ศรีรอด, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม), สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2562.
- [4] ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พิงค์รัตน์, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 22, ฉบับที่ 1, หน้า 1-12, มกราคม – มีนาคม 2557.
- [5] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). “ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร,” กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 6, กรกฎาคม 2565.
- [6] ณัฐสิมา โทชน์ ณหทัย โชติกลาง กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และอัจฉราพร สมภาร, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับเมนูผัดไทยวไลยอลงกรณ์,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, หน้า 93 - 107, มกราคม – เมษายน 2566
- [7] นันทญา เขียวแสง, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบยั่งยืนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาสำนักงานเขตบางแค,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม), สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2559.

- [8] บุญญิตา บัวเฟื่อน, “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร: กรณีศึกษา บริษัท พีเอ็มที เอเชีย จำกัด,” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม), สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2563.

ภาคผนวก

## คำแนะนำการส่งบทความ

ในขั้นตอนการส่งบทความ ผู้แต่งต้องตรวจสอบและปฏิบัติตามข้อกำหนดรายการตรวจสอบการส่งทุกข้อดังต่อไปนี้ และบทความอาจถูกส่งคืนให้กับผู้แต่งกรณีที่ไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้งหมด

1. บทความเรื่องนี่ยังไม่เคยตีพิมพ์หรืออยู่ในระหว่างการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารอื่น (หากมีกรุณาอธิบายในข้อความถึงบรรณาธิการ)
2. บทความเตรียมตามข้อกำหนด ทั้งในด้านของรูปแบบและการเขียนเอกสารอ้างอิง ตามคำแนะนำสำหรับผู้แต่ง (Author Guidelines)
3. บทความต้นฉบับเตรียมในรูปแบบของไฟล์ Microsoft Word และต้องแนบ "แบบฟอร์มการส่งบทความ" มาพร้อมกับบทความต้นฉบับ
4. ความรับผิดชอบของเนื้อหาต้นฉบับเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน และผู้เขียนได้ปฏิบัติตามจริยธรรมการตีพิมพ์ในการเผยแพร่บทความตามบทบาทและหน้าที่ของผู้เขียน ตามแนวทางของวารสารฯ
5. การแจ้งสถานะของบทความ การติดต่อผู้แต่งเพื่อการแก้ไขบทความ การตอบรับ/ปฏิเสธ การตีพิมพ์ จะดำเนินการผ่านระบบวารสารออนไลน์

### การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับบทความวิจัยและบทความวิชาการผ่านระบบออนไลน์ Thaijo ที่เว็บไซต์

<https://li04.tci-thaijo.org/index.php/stjrmstk/index> และสามารถติดตามสถานะในเว็บไซต์ได้

## การเตรียมต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์

### คำแนะนำสำหรับผู้แต่ง (Author Guidelines)

#### การจัดเตรียมต้นฉบับ

ผู้แต่งมีหน้าที่จัดเตรียมต้นฉบับให้เป็นไปตามมาตรฐานของวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ต้นฉบับควรจัดพิมพ์ด้วยโปรแกรมพิมพ์เอกสาร เช่น Microsoft word มีความยาวไม่เกิน 15 หน้ากระดาษ A4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. รูปแบบ

##### 1.1 ขนาดและการตั้งค่าหน้ากระดาษ

ขนาดของกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์กำหนดให้มีขนาดมาตรฐาน A4 โดยส่วนที่นอกเหนือจากส่วนของข้อความ ชื่อและที่อยู่ของผู้เขียนบทความ บทคัดย่อ และคำสำคัญ ให้พิมพ์แบบ 2 คอลัมน์ (Column) ซึ่งกำหนด การตั้งค่าหน้ากระดาษดังนี้

|                        |       |
|------------------------|-------|
| ริมขอบกระดาษด้านบน     | 2 ซม. |
| ริมขอบกระดาษด้านล่าง   | 2 ซม. |
| ริมขอบกระดาษด้านซ้าย   | 3 ซม. |
| ริมขอบกระดาษด้านขวา    | 2 ซม. |
| ระยะห่างระหว่างคอลัมน์ | 7 มม. |

##### 1.2 แบบอักษรและขนาด

ใช้รูปแบบตัวอักษร TH Sarabun PSK ในส่วนประกอบต่าง ๆ ของต้นฉบับ ดังนี้

| ส่วนประกอบ                   | ขนาด | รูปแบบ | หมายเหตุ                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อบทความภาษาไทยและอังกฤษ   | 18   | ตัวหนา | แต่ละคำในชื่อภาษาอังกฤษให้พิมพ์อักษรตัวแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ ยกเว้น คำนำหน้านาม (articles; a, an, the) คำสันธาน (coordinate conjunctions; for, and, nor, but, or, yet, so) และ คำบุพบท (prepositions; in, on, at, etc.) นอกจากคำเหล่านี้จะถูกใช้นำชื่อเรื่อง |
| ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและอังกฤษ | 14   | ปกติ   | กำกับด้วยตัวเลขที่พิมพ์แบบยกสูง (Superscript) ไว้หลังชื่อของผู้เขียน เพื่อระบุที่อยู่ของผู้เขียนแต่ละคน และผู้ที่เป็นผู้รับผิดชอบประสานงาน (Corresponding Author) ให้พิมพ์เครื่องหมายดอกจัน (*) ไว้หลังชื่อ                                                |

| ส่วนประกอบ                              | ขนาด | รูปแบบ | หมายเหตุ                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| หน่วยงานของผู้เขียน<br>ภาษาไทยและอังกฤษ | 12   | ปกติ   | กำกับด้วยตัวเลขเดียวกับที่อยู่ด้านหลังชื่อผู้เขียน โดยใช้<br>ตัวเลขพิมพ์แบบยกสูง (Superscript) วางไว้ด้านหน้า<br>หน่วยงานของผู้เขียน |
| ผู้พิมพ์ประสานงาน                       | 14   | ปกติ   | จัดกลางหน้ากระดาษ                                                                                                                    |
| บทคัดย่อ                                | 14   | ปกติ   | จัดรูปแบบกระจายแบบไทย (Thai Distributed)<br>ระยะห่างระหว่างบรรทัด (Line spacing) 1.0 บรรทัด                                          |
| คำสำคัญ                                 | 14   | ปกติ   | แยกคำหลักด้วยเครื่องหมายอัฒภาค (;)                                                                                                   |
| หัวข้อหลัก                              | 16   | ตัวหนา | พิมพ์ชิดริมซ้ายของคอลัมน์ กำหนดเป็นตัวเลข เรียง<br>ตามลำดับ เช่น 1., 2., 3.                                                          |
| หัวข้อย่อย                              | 14   | ตัวหนา | พิมพ์ชิดริมซ้ายของคอลัมน์ กำหนดเป็นตัวเลข เช่น 1.1,<br>1.2                                                                           |
| หัวข้อย่อยรองลงมา                       | 14   | ตัวหนา | พิมพ์ชิดริมซ้ายของคอลัมน์ โดยเยื้องเข้ามา 0.25 นิ้ว<br>กำหนดหัวข้อเป็นตัวเลข เช่น 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 1.2.2                         |
| เนื้อหา                                 | 14   | ปกติ   | จัดรูปแบบการพิมพ์ กระจายแบบไทย (Thai<br>Distributed) ระยะห่างระหว่างบรรทัด (Line spacing)<br>1.0 บรรทัด                              |

### 1.3 รูปภาพ ตาราง และสมการ

การนำเสนอรูปภาพและตารางสามารถนำเสนอต่อจากข้อความที่กล่าวถึงหรืออาจนำเสนอ  
ภายหลังจากจบหัวข้อหรือนำเสนอในหน้าใหม่ ขนาดของรูปภาพและตารางไม่ควรเกินกรอบของคอลัมน์ แต่  
หากรูปภาพและตารางมีขนาดใหญ่สามารถวางรูปและตารางให้ครอบคลุมพื้นที่ของทั้ง 2 คอลัมน์ได้ แต่ทั้งนี้  
ต้องไม่เกินกรอบของการตั้งค่าหน้ากระดาษที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 1.1

- ทั้งรูปภาพและตารางจะต้องมีคำอธิบาย โดยคำอธิบายของรูปภาพให้พิมพ์ไว้ใต้รูปภาพและ  
อยู่กึ่งกลางคอลัมน์หรือกึ่งกลางหน้ากระดาษ หากรูปภาพใหญ่ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ให้มีการ  
ระบุคำอธิบายของแต่ละส่วนโดยอาศัยตัวอักษรภาษาไทยในวงเล็บเรียงตามลำดับ เช่น (ก)  
และ (ข) และภาพควรมีความละเอียดเพียงพอที่กำลังขยาย 100% ส่วนคำอธิบายตารางให้  
พิมพ์ไว้เหนือตารางและชิดริมซ้ายของคอลัมน์หรือชิดริมซ้ายของกระดาษ
- การเรียงลำดับรูปภาพและตารางให้แยกการเรียงลำดับออกจากกัน พร้อมทั้งระบุหมายเลข  
ลำดับรูปภาพและตารางในบทความให้เป็น รูปที่ และตารางที่ เช่น รูปที่ 1 รูปที่ 1 – 3  
ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 1 – 3 เป็นต้น

- การเขียนสมการให้เขียนไว้ประมาณกลางคอลัมน์และระบุลำดับของสมการโดยใช้ตัวเลขที่พิมพ์อยู่ในวงเล็บ เช่น (1), (2) เป็นต้น การกล่าวถึงสมการในบทความให้เป็น สมการที่ เช่น สมการที่ (1) และ สมการที่ (1) – (3) เป็นต้น การนิยามความหมายของสัญลักษณ์ให้เขียนไว้ก่อนแสดงสมการ หรือเขียนหลังจากแสดงสมการทันที

## 2. การจัดเรียงลำดับ

### 2.1 บทความวิจัย ควรมีส่วนประกอบต่าง ๆ เป็นลำดับ ดังนี้

- 1) ชื่อบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และมีความกระชับ
- 2) ชื่อผู้เขียน ระบุชื่อเต็มของผู้เขียน ทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 3) หน่วยงานของผู้เขียน ระบุชื่อหน่วยงาน ที่อยู่ เขต/ตำบล แขวง/อำเภอ จังหวัด และรหัสไปรษณีย์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 4) บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 300 คำ และระบุคำสำคัญ จำนวน 3-5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 5) บทนำ เรียบเรียงโดยแสดงถึงความสำคัญและที่มาของงานวิจัย วิจยวรรณกรรมหรือทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- 6) วิธีดำเนินงานวิจัย เรียบเรียงโดยแสดงวิธีการศึกษาตามขั้นตอน อธิบายหน่วยทดลองและแผนการทดลองที่ใช้ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง แสดงสมการเชิงสถิติพร้อมคำอธิบาย และระบุสถานที่ทดลองหรือสถานที่จัดเก็บตัวอย่างและข้อมูล
- 7) ผลและการอภิปรายผลการวิจัย เรียบเรียงผลการทดลองตามลำดับของวัตถุประสงค์ที่ศึกษา และวิธีการที่กำหนด และวิจารณ์ผลการทดลองเป็นการวิจารณ์ข้อค้นพบและอ้างอิงเอกสารหรืองานวิจัยของผู้ศึกษามาก่อนหน้านี้
- 8) สรุปผลการวิจัย เป็นการสรุปสาระสำคัญของงานวิจัย และ/หรือประโยชน์ของการประยุกต์ผลค้นพบที่ได้
- 9) กิตติกรรมประกาศ อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เรียบเรียงย่อหน้าเดียวแบบกระชับ ระบุแหล่งทุนวิจัย บุคคลและหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์หรือมีส่วนร่วมในงานวิจัย
- 10) เอกสารอ้างอิง เป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลและผู้เขียนอ้างอิงในบทความ ใช้การอ้างอิงแบบตัวเลข ตามรูปแบบของ IEEE

### 2.2 บทความวิชาการ ควรมีส่วนประกอบต่าง ๆ เป็นลำดับ ดังนี้

- 1) ชื่อบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และมีความกระชับ
- 2) ชื่อผู้เขียน ระบุชื่อเต็มของผู้เขียน ทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- 3) หน่วยงานของผู้เขียน ระบุชื่อหน่วยงาน ที่อยู่ เขต/ตำบล แขวง/อำเภอ จังหวัด และรหัสไปรษณีย์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 4) บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 300 คำ และระบุคำสำคัญจำนวน 3-5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 5) บทนำ เรียบเรียงโดยแสดงหลักการและเหตุผล หรือความเป็นมาหรือภูมิหลัง หรือความสำคัญของเรื่องที่เขียน รวมทั้งวัตถุประสงค์ ขอบเขตของเรื่อง หรือคำจำกัดความหรือนิยามต่าง ๆ
- 6) เนื้อเรื่อง เรียบเรียงโดยมีการจัดลำดับเนื้อหาสาระให้มีความต่อเนื่องกัน การใช้เทคนิคนำเสนอแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง หรือแผนภาพ มีการวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ อย่างมีหลักการ และมีการใช้หลักฐานอ้างอิงอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ คำนึงถึงการใช้ภาษาและการสะกดให้ถูกต้องตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน
- 7) บทสรุป เป็นการสรุปประเด็นสำคัญของเรื่องนั้น ๆ อาจมีการสรุปในลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังนี้ เช่น การบอกถึงความสำคัญของผลลัพธ์และการนำไปใช้ การตั้งคำถามหรือประเด็นที่ท้าทายให้อ่านนำไปพัฒนาต่อได้ เป็นต้น
- 8) กิตติกรรมประกาศ อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เรียบเรียงย่อหน้าเดียวแบบกระชับเพื่อขอบคุณบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- 9) เอกสารอ้างอิง เป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลที่ผู้เขียนอ้างถึงในบทความ ใช้การอ้างอิงแบบตัวเลข ตามรูปแบบของ IEEE

### 3. การอ้างอิง

เขียนอ้างอิงตามรูปแบบของ IEEE

#### 3.1 การเขียนอ้างอิงในส่วนของเนื้อหา (In-text citation)

เขียนอ้างอิงตามรูปแบบของ IEEE การอ้างอิงในส่วนของเนื้อหา ใช้การอ้างอิงแบบตัวเลข ประกอบด้วยตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บเหลี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับรายการอ้างอิงในเอกสารอ้างอิง (references) โดยมีหลักการดังนี้

- 1) ใส่ตัวเลขในวงเล็บเหลี่ยม [ ] โดยเริ่มต้นหมายเลขอ้างอิงในข้อความด้วยหมายเลข 1 เช่น [1] และเรียงลำดับจากน้อยไปมากจนจบบทความ วางในตำแหน่งท้ายข้อความและอยู่ในระดับเดียวกันกับเนื้อหา เช่น การประเมินประสิทธิภาพของระบบและการประเมินความพึงพอใจใช้สถิติ [2] หรือวางในตำแหน่งท้ายชื่อบุคคลที่อ้างอิง เช่น Brown and Jones [3] หรือ Wood *et al.* [4]
- 2) การอ้างอิงซ้ำให้ใช้หมายเลขเดิมที่ใช้ก่อนหน้านั้นในบทความ
- 3) การอ้างอิงเอกสารหลายรายการพร้อมกัน ใช้วิธีการดังนี้

- อ้างอิง 2 รายการพร้อมกัน ให้ใส่เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่น เช่น [1], [4]
- อ้างอิงมากกว่า 2 รายการ ที่ต่อเนื่องกัน ให้ใช้เครื่องหมายยัติภังค์ (-) คั่น เช่น [3]-[5]
- อ้างอิงมากกว่า 2 รายการ ที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่น ในกรณีต่อเนื่อง และใช้เครื่องหมายยัติภังค์ (-) คั่นในกรณีที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น [1]-[3], [17]

### 3.2 การเขียนอ้างอิงในส่วนของเอกสารอ้างอิง (References)

#### 1) หนังสือ (Books)

|        |                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| รูปแบบ | [#] ชื่อผู้แต่ง, ชื่อหนังสือ, ครั้งที่พิมพ์, เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์, ปีที่พิมพ์. |
| Format | [#] Author. <i>Title of Book</i> , ed. Location: Publisher, Year, Pages.            |

- [1] R.H. Myers and D.C. Montgomery, *Response Surface Methodology: Process and product optimization using designed experiments*, New York: John Wiley & Sons, 1995.
- [2] Y.D. Goswami, F. Kreith and J.F. Kreider, *Principles of Solar Engineering*, 2nd ed, Philadelphia: Taylor & Francis, 1999.
- [3] สมชาย ประสิทธิ์จุตระกูล, *การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม*, กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC), 2553.

#### 2) บทความจากวารสาร (Journal Articles)

|        |                                                                                              |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| รูปแบบ | [#] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” ชื่อวารสาร, ฉบับที่, ปีที่, หน้า, เดือน ปี.                   |
| Format | [#] Author, “Title of Article,” <i>Title of Journal</i> , Volume, Issue, Pages. Month. Year. |

- [4] S.D. Waszkiewics, M.J. Tierney and H.S. Scott, “Development of coated, annular fins for adsorption chillers,” *Applied Thermal Engineering*, vol. 29, no. 11-12, pp. 2222 – 2227, Aug. 2009.
- [5] พลอยพัทธ์ ศุภรัตน์ธัญญา สุนนมาลย์ จันทร์เอี่ยม ภาณุพันธ์ ลิ้มปชยาพร และจิตนภา ศิริรักษ์, “การศึกษาจลนศาสตร์และไอโซเทอมของการดูดซับบราซิโนจากฝางด้วยมอนต์มอริลโลไนท์,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 6, หน้า 989-1001, พฤศจิกายน - ธันวาคม 2562.

#### 3) บทความจากการประชุมวิชาการ (Conference Proceedings in Print)

|        |                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| รูปแบบ | [#] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” ใน ชื่อการประชุมวิชาการ, วัน เดือน ปี ที่จัด, หน้า. |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|

|               |                                                                                                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Format</b> | [#] Author, “Title of paper,” in <i>Title of Conference</i> , City, Country of conference, Month. Date Year, page. |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- [6] S. Müller, D. Bermbach, S. Tai, and F. Pallas, “Benchmarking the Performance Impact of Transport Layer Security in Cloud Database Systems,” in *Proceeding of 2014 IEEE International Conference on Cloud Engineering*, Boston, Massachusetts, Mar. 11-14 2014, pp. 27-36.
- [7] นิอัฟพาน บินนิโซะ, นูรอิน สะมะแอ, กฤษณ์วรา รัตนโอภาส และสารภี จุลแก้ว, “ระบบเครือข่ายภายในเสมือน 10 Gigabit Ethernet บนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน,” ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 8, จังหวัดภูเก็ต, 15 ธันวาคม 2559*, หน้า 726-735.

#### 4) เว็บไซต์ (Websites)

|               |                                                                                                                                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>รูปแบบ</b> | [#] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อเรื่อง,” ชื่อเว็บไซต์ (ถ้ามี) [ออนไลน์]. <a href="http://...">http://...</a> (เข้าถึงเมื่อ: วัน เดือน ปี). |
| <b>Format</b> | [#] Author, “Page Title,” Website Title [Online]. <a href="http://...">http://...</a> (Retrieved Date Accessed).                 |

- [8] V. Gill. “*Tyrannosaur’s last meal was two baby dinosaurs*,” BBC News [Online]. <https://www.bbc.com/news/science-environment-67642374>. (Accessed: Dec. 9, 2023).
- [9] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. “การดำเนินงานด้านพลังงานและการจัดการก๊าซเรือนกระจก,” [ออนไลน์]. [https://www.dede.go.th/articles?id=191&menu\\_id=1](https://www.dede.go.th/articles?id=191&menu_id=1). (เข้าถึงเมื่อ: 9 ธันวาคม 2566).

#### 5) วิทยานิพนธ์ (Theses and Dissertations)

|               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>รูปแบบ</b> | [#] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์,” วิทยานิพนธ์ ชื่อย่อปริญญา (สาขา), ชื่อมหาวิทยาลัย, ชื่อเมือง, ชื่อประเทศ, ปีที่พิมพ์.                                                                                                                   |
| <b>Format</b> | [#] Author, “Title of dissertation,” Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year.<br>[#] Author, “Title of dissertation,” M.S. Thesis, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year. |

- [10] J. O. Williams, "Narrow-band analyzer," Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA, 1993.
- [11] ปรีนทร เต็มญารศิริ, "การเตรียมและการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของถ่านกัมมันต์จากไผ่ตงและไผ่หมาจู," วิทยานิพนธ์ วท.บ. (เคมี), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2551.

## 6) มาตรฐาน (Standard)

| Format | [#] Title of Standard, Standard number, date. |
|--------|-----------------------------------------------|
|--------|-----------------------------------------------|

- [12] *IEEE Criteria for Class IE Electric Systems*, IEEE Standard 308, 1969.
- [13] *Letter Symbols for Quantities*, ANSI Standard Y10.5-1968.

## 7) คู่มือ (Handbook)

| Format | [#] Name of Manual/Handbook, x Ed., Abbrev. Name of Co., City of Co., Abbrev. State, year, pp. xx-xx. |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- [14] *Transmission Systems for Communications*, 3rd Ed., Western Electric Co., Winston-Salem, NC, 1985, pp. 44-60.
- [15] *Motorola Semiconductor Data Manual*, Motorola Semiconductor Products Inc., Phoenix, AZ, 1989.
- [16] *RCA Receiving Tube Manual*, Radio Corp. of America, Electronic Components and Devices, Harrison, NJ, Tech. Ser. RC-23, 1992.

## การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับบทความวิจัยและบทความวิชาการผ่านระบบออนไลน์ Thaijo ที่ <https://li04.tci-thaijo.org/index.php/stjmutk/about/submissions> และสามารถติดตามสถานะในเว็บไซต์ดังกล่าวได้

## การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

- 1) การแจ้งสถานะของบทความ การติดต่อผู้แต่งเพื่อแก้ไขบทความ การตอบรับ/ปฏิเสธ การตีพิมพ์ จะดำเนินการผ่านระบบวารสารออนไลน์
- 2) บทความที่ยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารจะต้องได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์จากผู้ทรงคุณวุฒิฯ หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง (ทั้งภายในและภายนอก) อย่างน้อย 2 ท่าน

- 3) กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขบทความทุกเรื่องก่อนการพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และจะส่งบทความที่แก้ไขแล้วให้ผู้แต่งเห็นชอบก่อนการพิมพ์

#### ข้อความลิขสิทธิ์ (Copyright text)

- 1) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เป็นลิขสิทธิ์ของวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อนุญาตให้นำข้อความ เนื้อหา รูปภาพ ไปพิมพ์เผยแพร่ได้ แต่ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ หรือมีเจตนาเอื้อผลประโยชน์ในทางธุรกิจใด ๆ
- 2) ข้อความที่ปรากฏในบทความแต่ละเรื่องเป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้แต่งแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้แต่งแต่ละท่านจะรับผิดชอบบทความของตนเองแต่ผู้เดียว

## จริยธรรมการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการ (Publication Ethics)

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ถือเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานวิชาการระหว่างผู้นิพนธ์ นักวิจัย และสาธารณะ ดังนั้นเพื่อให้เกิดการสื่อสารทางวิชาการเป็นไปอย่างถูกต้อง มีคุณภาพ และโปร่งใส สอดคล้องกับมาตรฐานการตีพิมพ์ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ จึงได้กำหนดแนวทาง วิธีปฏิบัติที่ดี และจริยธรรมของการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยหรือผลงานวิชาการตามแนวทางของวารสารฯ Committee on Publication Ethics (COPE) ไว้ดังนี้

### 1. บทบาทและหน้าที่ของกองบรรณาธิการ (Editor)

- 1.1 บรรณาธิการต้องยึดมั่นในหลักจริยธรรมการตีพิมพ์ และดำเนินการเพื่อให้เกิดการรับรองคุณภาพของบทความและมาตรฐานของวารสารฯ
- 1.2 บรรณาธิการมีหน้าที่สนับสนุนความถูกต้องทางวิชาการของบทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร ดังนี้
  - พิจารณารูปแบบ ความครบถ้วนสมบูรณ์ คุณภาพของผลงาน ความทันสมัย และความชัดเจนของเนื้อหา
  - เป็นผู้ประเมินบทความเบื้องต้นและคัดเลือกบทความเข้าสู่กระบวนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องกับนโยบายและขอบเขตของวารสาร
  - จัดให้มีการประเมินบทความโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ และมีระบบการปกปิดความลับของข้อมูลในบทความ และข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เขียนบทความในระหว่างระยะเวลาการประเมิน
  - หากพบความไม่ถูกต้องในบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้ว หรือข้อความที่ทำให้เกิดความเข้าใจผิด หรือข้อมูลที่บิดเบือน บรรณาธิการต้องทำการแก้ไขทันทีด้วยความชัดเจน
  - บรรณาธิการมีหน้าที่ตรวจสอบบทความไม่ให้มีการคัดลอกผลงานของผู้อื่น
- 1.3 บรรณาธิการต้องมีความโปร่งใส และไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียนและผู้ประเมินบทความ
- 1.4 บรรณาธิการต้องเป็นผู้ตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธการตีพิมพ์เผยแพร่บทความ
- 1.5 บรรณาธิการต้องไม่ปฏิเสธการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือเพราะความสงสัยหรือไม่แน่ใจ จนกว่าจะมีหลักฐานพิสูจน์ข้อสงสัยเหล่านั้น
- 1.6 บรรณาธิการต้องไม่เปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธการตีพิมพ์เผยแพร่บทความที่มีการตัดสินใจไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงหรือปัญหาที่เกิดขึ้น
- 1.7 บรรณาธิการต้องให้โอกาสแก่ผู้เขียนในการอุทธรณ์ได้ หากผู้เขียนมีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ และสามารถชี้แจงหรือพิสูจน์คำตัดสินได้

## 2. บทบาทหน้าที่ของผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ (Reviewer)

- 2.1 ผู้ประเมินต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความที่ส่งมาพิจารณาแก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องในระหว่างที่บทความอยู่ในขั้นตอนการประเมิน
- 2.2 ผู้ประเมินควรรับประเมินบทความเฉพาะในสาขาวิชาที่ตนเชี่ยวชาญ โดยให้ความสำคัญกับการพิจารณาเนื้อหา ในบทความที่จะมีต่อสาขานั้นๆ คุณภาพของระเบียบวิธีวิจัยและการวิเคราะห์ และความเข้มข้นของเนื้อหา
- 2.3 ผู้ประเมินต้องประเมินบทความด้วยความเที่ยงตรง และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์และมีเหตุผลทางวิชาการ ไม่ใช่ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีเหตุผลทางวิชาการมารองรับมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา
- 2.4 ผู้ประเมินต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียน อันที่จะไม่สามารถทำให้ประเมินหรือให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอิสระได้

## 3. บทบาทหน้าที่ของผู้เขียน (Author)

- 3.1 ต้นฉบับที่ส่งมาให้วารสารฯ พิจารณาจะต้องไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน
- 3.2 ผู้เขียนต้องไม่นำต้นฉบับที่อยู่ในระหว่างการประเมินของวารสารฯ ส่งไปยังวารสารอื่น
- 3.3 ผู้เขียนต้องนำเสนอข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงจากการวิจัย และไม่คัดลอกงานของผู้อื่นหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจผิดว่าเป็นผลงานเขียนของตนเอง
- 3.4 ผู้เขียนต้องระบุรายชื่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย (ถ้ามี) และแหล่งทุนสนับสนุน
- 3.5 ผู้เขียนต้องจัดเตรียมต้นฉบับบทความตามรูปแบบและข้อกำหนดของกองบรรณาธิการวารสารฯ
- 3.6 ผู้เขียนต้องยอมรับคำวิจารณ์ และต้องแก้ไขบทความ ชี้แจงตอบกลับ ในกรณีที่ผู้ประเมินอิสระมีมติให้ปรับปรุงแก้ไขต้นฉบับ
- 3.7 ผู้เขียนต้องอ้างอิงผลงานวิจัยของผู้อื่นหากมีการนำงานวิจัยเหล่านั้นมาใช้ในการวิจัยของตนเอง และต้องจัดทำรายการอ้างอิงตามรูปแบบของวารสาร

# JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP

PTINT ISSN 2392-5647



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทร. 0-287-9600 ต่อ 2111, มือถือ 08-6415-2558

Email: science.st@mail.rmutk.ac.th