



# วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Academic Journal of Science and Technology  
Dhonburi Rajabhat University

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2  
(กรกฎาคม - ธันวาคม 2567)



ISSN 2985-0681 (online)

## วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Academic Journal of Science and Technology Dhonburi Rajabhat University

### คณะกรรมการจัดทำวารสาร

#### ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยวลักษณ์

เวชวิทยาลัง

#### ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติมา

เกตุแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์

ภูสมมา

อาจารย์ ดร.เสาวนีย์

ปรัชญาเกรียงไกร

#### บรรณาธิการบริหาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ

กอบัวแก้ว

#### กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ

โควินท์ทวีวัฒน์

รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรรค์

แย้มพินิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.อาวีวรรณ

ปัญญาโกเมศ

รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช

อินตะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีตา

บรมพิชัยชาติกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์

มั่งคั่ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรภัส

ถกลภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์พงษ์

มันหล้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤทภาค

อภิรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลระหง

เทพวิวัฒน์จิต

อาจารย์ ดร.รัตนนุช

จันทร์เพ็ญ

อาจารย์ ดร.จุฑามาส

ศิริอังกรวาณิช

#### คณะกรรมการดำเนินงาน

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันวิภา    | สุปะกิ้ง    |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรรัช | เทศมี       |
| อาจารย์ ดร.วิษชุดา           | ประสาทแก้ว  |
| อาจารย์เมธาวี                | อุตตสุรดี   |
| อาจารย์ธนากร                 | เมียงอารมณ์ |

#### ฝ่ายออกแบบและจัดพิมพ์รูปเล่ม

|             |           |
|-------------|-----------|
| นายกัมพัจน์ | พลอยวิสัย |
|-------------|-----------|

#### ฝ่ายเผยแพร่ทางอิเล็กทรอนิกส์และประชาสัมพันธ์

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวัฒน์ | จุราหะวงศ์ |
| นางสาววรรณวิสาข์          | สุกปลั่ง   |

#### ฝ่ายประสานงาน

|             |            |
|-------------|------------|
| นางสาวปราณี | แซ่เจ็ง    |
| นางสาววันดี | ศรีสำอางค์ |

#### ฝ่ายการเงินและงานพัสดุ

|               |         |
|---------------|---------|
| นางสาวอิสริย์ | ชั้นทอง |
| นางสาวสรีนา   | ศรีแสง  |

## บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ฉบับนี้ เป็นปีที่ 2 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม-เดือนธันวาคม การตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและวิชาการ มีจุดประสงค์ที่จะเผยแพร่องค์ความรู้ กระบวนการทางความคิด และการพัฒนาต่อยอดวิจัยต่าง ๆ อันได้จากการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทางบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความวิจัยที่ได้เผยแพร่ในวารสารฉบับนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านวิชาการ สังคม และชุมชนต่อไป

กองบรรณาธิการ

## สารบัญ

| บทความวิจัย                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. การพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์<br>ฉัตรพร ตาจีนะ อิตาพร สุวรรณเวียง และอังศนา พงษ์นุ่มกุล                                                                                                                                                                                                                                                                 | A1   |
| 2. การกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียโดยใช้สนามไฟฟ้าความถี่สูง<br>และแรงดันไฟฟ้าแรงสูง<br>ธีรวุฒิ แสงบุญ อัครกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์ ณัฐทิ ถึงสุข และมนัส ชะลุด                                                                                                                                                                                           | A17  |
| 3. การศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ<br>วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี<br>ปราณี แซ่เจ็ง และอิสริย์ ชันทอง                                                                                                                                                                                                                      | A33  |
| 4. การผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง โดยวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ<br>บ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ<br>ธีระพงษ์ ฝักอ่อน อัครกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์ ณัฐทิ ถึงสุข ธีรวุฒิ แสงบุญ<br>และธารทิพย์ ธวัชชะชุม                                                                                                                             | A49  |
| 5. การออกแบบผลิตภัณฑ์โตะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา<br>เขตตะวันออก ทรัพย์มา กรกฤษ กอบัวแก้ว และจุฬาลักษณ์ จารุจฑารัตน์                                                                                                                                                                                                                                   | A61  |
| บทความวิชาการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
| 6. Integration of Artificial Intelligence and Omics Technologies for<br>Precision Oncology<br>Sujimon Mungkalarungsi, Arada Subsiripaibool, Winthai Duang-Ngern,<br>Pitchayes Phonporton, Ittiphat Siriwitpreecha, Chatnatda Ovatnupat,<br>Kanruthay Ruktaengam and Thanaporn Chawanasunthorn                                                                       | B1   |
| 7. Advancements in Precision Cancer Medicine: Integrating Artificial<br>Intelligence with Metabolomics for Enhanced Diagnostic and<br>Prognostic Accuracy<br>Sujimon Mungkalarungsi, Nattaka Limranangkula, Pichayapa Yuphong,<br>Mantana Kongtanakusul, Sooknapat Chongsawadvorakul,<br>Somprat Suratannon, Punchaya Tapaneeeyasathid and Phatthicha<br>Leowattana | B15  |

## การพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์

ฉัตรพร ตาจิณะ<sup>1</sup> ธิดาพร สุวรรณเวียง<sup>2</sup> และอังสนา พงษ์นุ่มกุล<sup>3\*</sup>

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับร้านขายเฟอร์นิเจอร์ และ 2) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานต่อการใช้งานแอปพลิเคชันนี้ แอปพลิเคชันพัฒนาขึ้นโดยใช้แพลตฟอร์ม Outsystems เพื่อเพิ่มความสะดวกในการให้บริการ ปรับปรุงการส่งสินค้าของลูกค้า และลดข้อผิดพลาดในการทำงานรูปแบบเดิมของร้านเกียร์ติกันต์เฟอร์นิเจอร์ ผลการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันจากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.01$  S.D. = 0.81)

คำสำคัญ: การพัฒนา แอปพลิเคชัน ร้านขายเฟอร์นิเจอร์

<sup>1,2,3</sup> คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: ms\_angsana@crru.ac.th

วันที่รับบทความ 27 มีนาคม 2567

วันที่แก้ไขบทความ 20 มิถุนายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 1 สิงหาคม 2567

# Development of an Application for a Furniture Store

Chattaporn Tajina<sup>1</sup> Thidaporn Suwanwiang<sup>2</sup> and Angsana Phongnumkul<sup>3\*</sup>

## ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) design and develop an application for a furniture store, and 2) study user feedback on the use of the application. The application was developed using the Outsystems platform to enhance service efficiency, streamline customer product ordering, and reduce errors associated with traditional operation methods of the Kiatkarn Furniture store. The feedback on the use of the application from 30 users was at a high level ( $\bar{x} = 4.01$ , S.D.=0.81).

Keywords: development, application, furniture store

---

<sup>1,2,3</sup> Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

\* Corresponding author e-mail: ms\_angsana@cr.ru.ac.th

Received: Mar 27, 2024

Revised: Jun 20, 2024

Accepted: Aug 1, 2024

## บทนำ

ร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์เป็นร้านขายเฟอร์นิเจอร์ดำเนินกิจการมานานกว่า 10 ปี โดยตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลบ้านคู อำเภอมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งในปัจจุบันดำเนินธุรกิจขายเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ตกแต่งบ้านครบครัน สินค้านำเข้าจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง แต่เป็นการจำหน่ายผ่านทางหน้าร้านเท่านั้น ปัจจุบันลูกค้าต้องการข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าก่อนที่จะตัดสินใจซื้อ เช่น ราคา และรายละเอียดของสินค้าแต่ละชนิด การเข้าถึงข้อมูลก่อนการซื้อจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับลูกค้า เนื่องจากบางครั้งการเดินทางมายังร้าน หรือมาแล้วไม่พบสินค้าที่ต้องการอาจทำให้ลูกค้าเสียโอกาสในการซื้อสินค้าและเสียเวลาอีกด้วย ดังนั้น การมีช่องทางในการเข้าถึงข้อมูลก่อนการซื้อจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับธุรกิจในปัจจุบัน

ดังนั้นแนวความคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับร้านขายเฟอร์นิเจอร์ จะเป็นตัวช่วยในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ให้บริการข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งหมดเกี่ยวกับสินค้า เช่น ราคา และโปรโมชั่น ลูกค้าสามารถทำการสั่งซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์ รวมถึงสามารถสอบถามและขอคำแนะนำเกี่ยวกับสินค้าได้ เพื่อให้ลูกค้าได้รับประสบการณ์การบริการที่ดีและเตรียมความพร้อมในการตัดสินใจซื้อสินค้า อีกทั้งการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ร้านขายเฟอร์นิเจอร์พร้อมสำหรับการแข่งขันในตลาดที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว ให้บริการที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และตอบสนองต่อทิศทางการซื้อสินค้าที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปในยุคดิจิทัล

Outsystems เป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย โดยใช้โครงสร้างการพัฒนาแบบ low-code หรือ no-code ที่ไม่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการเขียนโค้ดทุกส่วนของแอปพลิเคชัน สามารถสร้างแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ทั้งบนแพลตฟอร์มเว็บ Android และ iOS โดยมีเครื่องมือและฟังก์ชันที่ช่วยสร้างแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้น ด้วยการใช้งาน drag-and-drop interface และ visual development environment เพื่อลดเวลาในการพัฒนา สามารถใช้งานร่วมกับภาษาและเทคโนโลยีหลายชนิด เช่น JavaScript, Java, C# (.NET), SQL, HTML/CSS และ RESTful APIs อีกทั้งยังสามารถในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล บริการคลาวด์ และระบบอื่น ๆ ได้ จึงได้รับความนิยมในธุรกิจและอุตสาหกรรมการพัฒนาซอฟต์แวร์มากยิ่งขึ้น (OutSystems, n.d.)

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นวิธีการพัฒนาระบบ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาระบบสารสนเทศด้วยกัน 6 ขั้นตอน (วินารัตน์ แสงกิจ, 2557) คือ

1. ขั้นตอนการศึกษาปัญหาและศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการกำหนดว่าปัญหาคืออะไร และตัดสินใจว่าการพัฒนาระบบสารสนเทศหรือการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมมีความเป็นไปได้

หรือไม่เสียค่าใช้จ่าย ใช้เวลาน้อยที่สุด และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ มีความเป็นไปได้ทางเทคนิค การปฏิบัติ เศรษฐศาสตร์ และเวลา

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ระบบตั้งแต่การศึกษาระบบการทำงานของธุรกิจนั้นว่าทำงานอย่างไร ด้วยการใช้เทคนิคในการเก็บข้อมูล แล้วนำมาเขียนรายงานการทำงานของระบบ โดยควรเขียนออกมาเป็นแผนภาพเพื่อให้ทำความเข้าใจได้ดีและง่ายขึ้น หลักจากนั้นกำหนดความต้องการ และการทำงานของระบบใหม่

3. ขั้นตอนการออกแบบระบบ เป็นการออกแบบการทำงานของระบบใหม่ โดยจะออกแบบรายการแสดงข้อมูล รูปแบบของรายงาน การนำเข้าข้อมูลที่ง่ายต่อการใช้งาน และป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

4. ขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบ เป็นขั้นตอนการเริ่มพัฒนาตามข้อมูลที่ได้จากเอกสารข้อมูล การออกแบบ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาด ก่อนการเขียนเอกสารประกอบระบบงาน หรือคู่มือการใช้งาน

5. ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนระบบ เป็นขั้นตอนที่จะมีการฝึกอบรมผู้ใช้งานจริงของระบบก่อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทำงานได้โดยไม่มีปัญหา และอาจใช้งานระบบใหม่ควบคู่กับการทำงานระบบเก่าไปสักระยะหนึ่ง

6. ขั้นตอนการประเมินผลและบำรุงรักษาระบบ เป็นขั้นตอนหลังจากการใช้งานระบบไปสักระยะหนึ่ง แล้วควรมีการประเมินผลการใช้งาน โดยการสัมภาษณ์หรือสอบถามผู้ใช้งานเพื่อทราบถึงประสิทธิภาพและความพึงพอใจเพื่อนำไปปรับปรุงต่อไป

พรทิพย์ อภิตติพรพิมล ปริญญาพร ทองสุข และเจนจิรา ไสนวน (2563) ได้ทำการพัฒนาระบบบริหารร้านขายเฟอร์นิเจอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถบริหารจัดการร้านขายเฟอร์นิเจอร์อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดและแก้ปัญหาการทำงานภายในร้านได้ และยังเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ระบบโดยสามารถออกรายงานสินค้าคงเหลือ รายงานการสั่งซื้อ รายงานการขาย และรายงานสินค้าชำรุดให้แก่ผู้ใช้ได้ พัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 และใช้ Microsoft SQL Server 2012 ในการจัดการฐานข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการค้า ข้อมูลการขาย ข้อมูลการสั่งซื้อ ซึ่งสามารถลดปัญหาการสูญหายของข้อมูลได้เป็นอย่างดี

กฤตธวัช จงกลฐากร (2561) ได้จัดทำระบบการจัดการร้านเฟอร์นิเจอร์ (กรณีศึกษา ร้าน บีบีเฟอร์นิเจอร์) ซึ่งเป็นร้านจำหน่ายเฟอร์นิเจอร์ขนาดกลาง มีหน้าร้านอยู่ย่านชุมชนพระราม 2 ซึ่งมีลูกค้าเป็นจำนวนมาก โดยปกติทางร้านไม่ได้มีการนำเทคโนโลยีใดเข้ามาช่วยในการดำเนินงาน เช่น การเก็บข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า การขาย การคำนวณราคาสินค้า ซึ่งยังเป็นการเขียนด้วยมือในทางการคำนวณยอดขายของแต่ละเดือนต้องนำใบเสร็จมาคำนวณใหม่ ทางร้านจึงต้องการระบบที่จะช่วยให้การดำเนินงานสะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยมีการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้และพัฒนาโดยใช้

ภาษา Java ด้วยโปรแกรม NetBeans และจัดการฐานข้อมูลด้วย MySQL โดยระบบสามารถจัดเก็บ ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลการขาย และบันทึกหลักฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงาน ดังนี้ การจัดการข้อมูลเฟอร์นิเจอร์ ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรายการขาย โดยระบบสามารถช่วยบันทึก ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า คำนวณราคาสินค้า และคำนวณยอดขายได้อย่างถูกต้อง มีความสะดวกและ รวดเร็ว

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ และเพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ของผู้ใช้งาน โดยประโยชน์ ที่คาดว่าจะได้รับ คือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้าของลูกค้า และการ ให้บริการของร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ ได้รายงานเพื่อใช้ในการจัดส่งสินค้า และการสั่งทำสินค้า ที่ถูกต้อง และลดความผิดพลาดในการจดบันทึกรูปแบบเก่า

### วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ในครั้งนี้ มีขอบเขตจำแนกตามกลุ่มผู้ใช้งาน ระบบออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

#### 1. ส่วนเจ้าของร้านค้า

- สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลพนักงาน และเจ้าของร้านได้
- สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลประเภทสินค้าได้
- สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลสินค้าได้
- สามารถดูข้อมูลรายการสั่งทำสินค้า และแจ้งข้อมูลประเมินราคาสินค้าสั่งทำให้กับ

ลูกค้าได้

- สามารถตรวจสอบและยืนยันการรับชำระเงินได้
- สามารถตรวจสอบการยืนยันรายการสั่งทำสินค้าได้
- สามารถดูข้อมูลการสั่งซื้อ สั่งทำสินค้า และข้อมูลลูกค้าได้
- สามารถดูรายงานข้อมูลสินค้าคงเหลือตามช่วงเวลาได้
- สามารถดูรายงานยอดขายตามช่วงเวลาได้
- สามารถดูรายงานกำหนดการจัดส่งสินค้า และสถานที่ในการจัดส่งสินค้าตาม

ช่วงเวลาได้

- สามารถดูรายงานสินค้าขายดีตามช่วงเวลาได้

## 2. ส่วนลูกค้า

- สามารถสมัครสมาชิกได้
- สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้
- สามารถค้นหาข้อมูลสินค้า และประเภทสินค้าได้
- สามารถสั่งซื้อ และยกเลิกการสั่งซื้อสินค้าได้
- สามารถสั่งทำ และยกเลิกการสั่งทำสินค้าได้
- สามารถดูข้อมูลการประเมินราคาสินค้าสั่งทำ และยืนยันรายการสั่งทำสินค้าได้
- สามารถแจ้งชำระเงินได้
- สามารถดูประวัติและสถานะการสั่งซื้อ หรือสั่งทำสินค้าได้

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

### 1. การศึกษาปัญหาและศึกษาความเป็นไปได้

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากระบบงานเดิมของร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ พบว่ามีปัญหาดังนี้

1.1 การบันทึกข้อมูลสินค้า รายรับ และรายจ่ายของธุรกิจ อยู่ในรูปแบบการบันทึกแบบจดในสมุด ซึ่งมีข้อเสียที่การค้นหาค่าข้อมูลจะใช้เวลานาน เนื่องจากต้องค้นหาด้วยมือ

1.2 การสั่งซื้อหรือสั่งทำสินค้าเป็นแบบเข้ามาติดต่อด้วยตนเอง (walk-in) ลูกค้าต้องมาที่หน้าร้านเพื่อทำการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้า ทำให้มีการจดบันทึกในสมุด ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนหรือข้อมูลสูญหายได้ เนื่องจากความไม่แม่นยำในการจดบันทึก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว สามารถใช้เทคโนโลยีและโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการธุรกิจ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลรายการสินค้า รายรับ และรายจ่ายในระบบที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลและลดความล่าช้าในการค้นหาข้อมูล

### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลระบบงานใหม่

การวิเคราะห์ระบบงานใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาในระบบงานเดิมของร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ สามารถทำได้โดยการพัฒนาแบบใหม่ที่มีลักษณะ ดังนี้

2.1 สร้างระบบบันทึกข้อมูลสินค้า การสั่งซื้อสินค้า การสั่งทำสินค้า โดยใช้ฐานข้อมูล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูลและลดเวลาในการดำเนินการ

2.2 สร้างระบบการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้าออนไลน์ ที่ช่วยให้ลูกค้าสามารถทำการสั่งซื้อและระบุความต้องการของสินค้าได้อย่างละเอียดผ่านช่องทางออนไลน์ ทำให้ลูกค้าสามารถสั่งซื้อสินค้าได้อย่างสะดวกและลดความผิดพลาดในการจดบันทึกข้อมูล

2.3 สร้างระบบรายงานที่ช่วยในการตรวจสอบสถานะของการสั่งซื้อ สั่งทำสินค้า และประวัติการทำธุรกรรมของลูกค้า รายงานเกี่ยวกับสินค้า รายงานยอดขายตามช่วงเวลา เพื่อให้เจ้าของร้านสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากการวิเคราะห์ระบบงานใหม่ สามารถทำการออกแบบความสัมพันธ์ของระบบย่อยต่าง ๆ รวมทั้งการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล และการแสดงผลลัพธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบได้แก่

3.1 ออกแบบความสัมพันธ์ของระบบกับสภาพแวดล้อมภายนอก (context diagram)

3.2 ออกแบบกระแสการไหลเวียนของข้อมูล (data flow diagram: DFD) ของระบบงาน

3.3 ออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบ (entity-relationship diagram: E-R diagram)

3.4 ออกแบบหน้าแอปพลิเคชันเพื่อรับและนำเสนอข้อมูล

3.5 พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

### 4. การทดสอบและนำระบบมาใช้

ทำการตรวจสอบว่าแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้น ลูกค้าสามารถใช้งานได้จริง ตรวจสอบข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของระบบ ว่าจุดไหนที่ยังมีปัญหและควรแก้ไขให้ตรงจุด เพื่อให้ระบบแอปพลิเคชันออกมาสมบูรณ์ที่สุด และนำไปใช้งานจริง

### 5. ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน แอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์

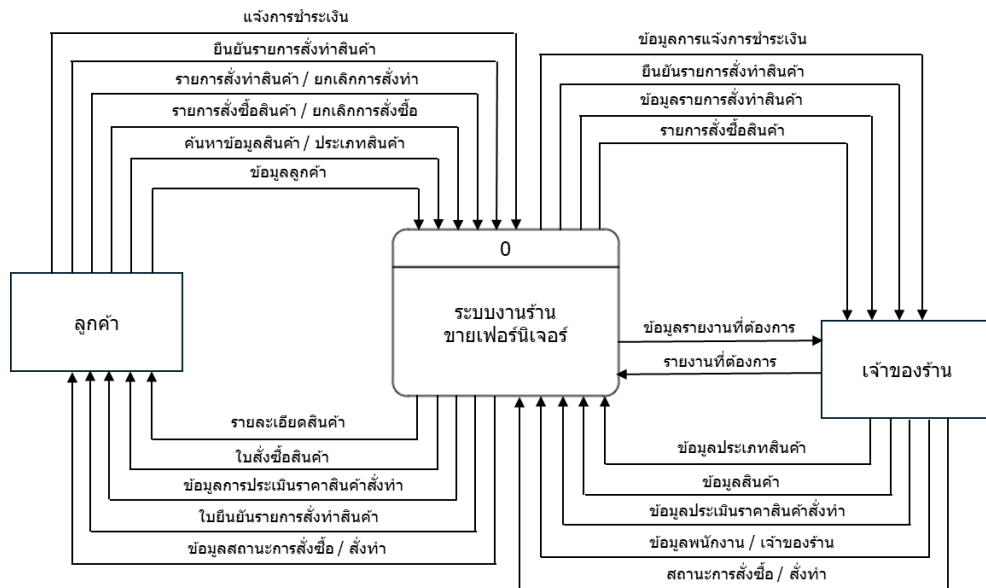
มีการติดตามผลการนำแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ไปใช้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นตรงความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ โดยการทำแบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์กับผู้ใช้จำนวน 30 คน ด้วยการสุ่มตามความสะดวก (convenience sampling) เป็นแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้เกณฑ์การแปลความหมายตามค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

|            |             |
|------------|-------------|
| มากที่สุด  | 4.51 - 5.00 |
| มาก        | 3.51 - 4.50 |
| ปานกลาง    | 2.51 - 3.50 |
| น้อย       | 1.51 - 2.50 |
| น้อยที่สุด | 1.00 - 1.50 |

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

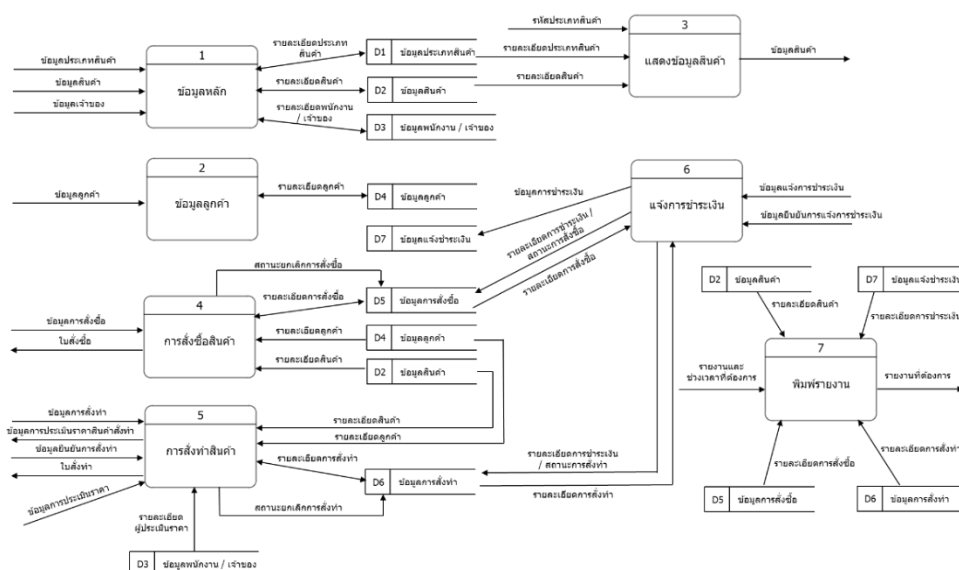
## 1. การวิเคราะห์และออกแบบระบบใหม่ประกอบด้วย

การออกแบบความสัมพันธ์ของระบบกับสภาพแวดล้อมภายนอก แสดงได้ตามรูปที่ 1



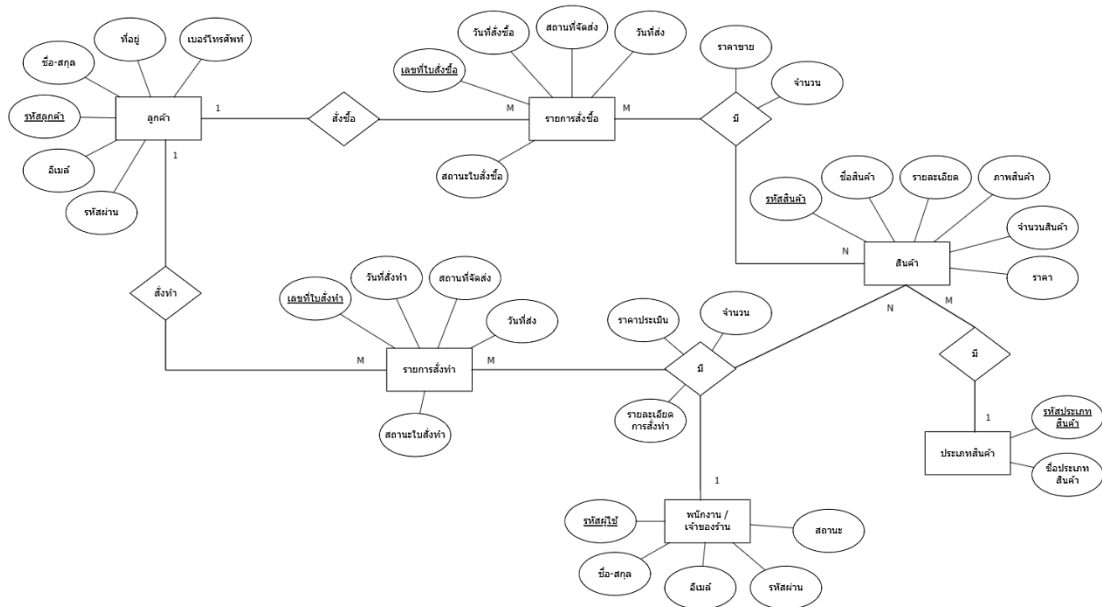
**รูปที่ 1** ความสัมพันธ์ของระบบกับสภาพแวดล้อมภายนอกของร้านขายเฟอร์นิเจอร์

ผลการออกแบบการไหลเวียนของข้อมูลในระบบ แสดงได้ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระแสการไหลเวียนของข้อมูลในระบบของร้านขายเฟอร์นิเจอร์

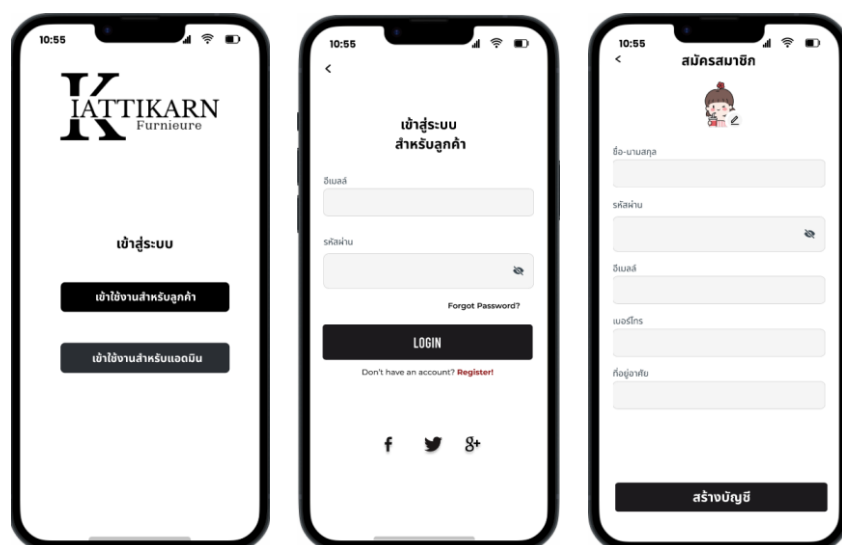
ผลการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบ แสดงได้ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบ

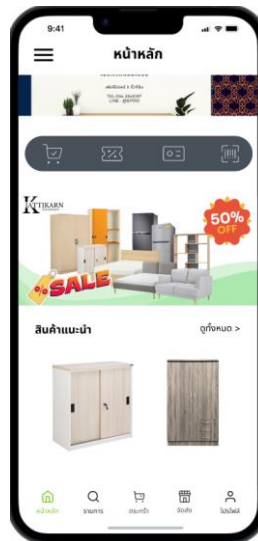
## 2. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ในฝั่งของลูกค้า

หน้าแรกของแอปพลิเคชันร้านเกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ ลูกค้าสามารถใช้งานระบบได้ผ่านเมนูเข้าสู่ระบบสำหรับลูกค้า เพื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบ หรือทำการสมัครสมาชิกใหม่ แสดงได้ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าแรกของแอปพลิเคชัน ลูกค้าสามารถเลือกการล็อกอินเข้าสู่ระบบหรือทำการสมัครสมาชิกใหม่

เมื่อลูกค้าทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะเข้ามายังหน้าหลักของแอปพลิเคชันร้าน เกียรติกานต์เฟอร์นิเจอร์ แสดงได้ตามรูปที่ 5



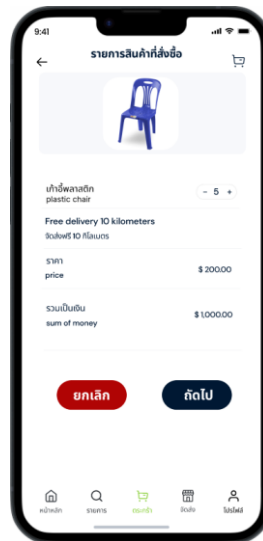
รูปที่ 5 หน้าหลักของของแอปพลิเคชันสำหรับลูกค้า

โดยลูกค้าสามารถทำการเลือกการสั่งซื้อสินค้า สั่งทำสินค้า หรือค้นหาสินค้าตามหมวดหมู่ได้ตามต้องการ แสดงได้ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 หน้าสำหรับเลือกการสั่งซื้อสินค้า

เมื่อลูกค้าเลือกสินค้าที่ต้องการแล้ว จะแสดงรายละเอียดของสินค้า เพื่อให้ลูกค้าสามารถ  
ทำการเลือก เพิ่ม ลด หรือยกเลิกสินค้า แสดงได้ตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้ารายละเอียดของสินค้า

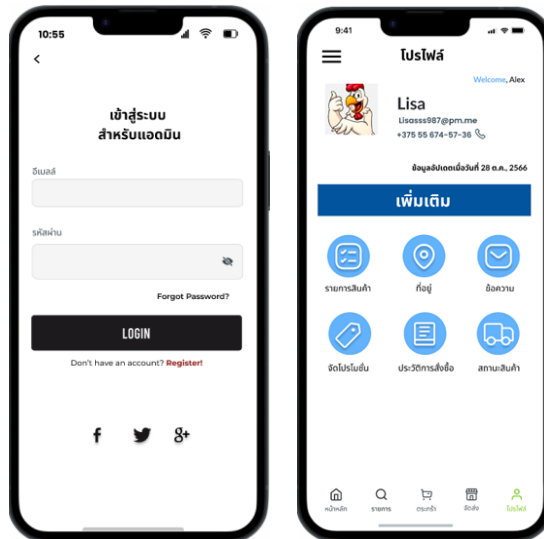
และเมื่อทำการสั่งซื้อสินค้าแล้ว ลูกค้าสามารถเข้าไปดูประวัติการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้า  
ของลูกค้า แสดงได้ตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 หน้าประวัติการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้าของลูกค้า

### 3. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ในฝั่งของผู้จัดการร้านค้า

เมื่อผู้จัดการร้านค้าทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะเข้ามายังหน้าหลัก แสดงได้ตามรูปที่ 9



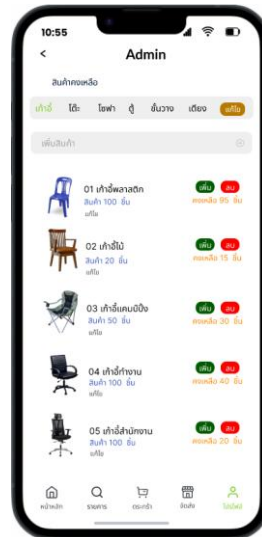
รูปที่ 9 หน้าหลักการล็อกอินในฝั่งของผู้จัดการร้านค้า (แอดมิน)

ผู้จัดการร้านค้าจะสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขประเภทสินค้า แสดงได้ตามรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าการเพิ่ม ลบ และแก้ไขประเภทสินค้า

และยังสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลสินค้า และดูสินค้าคงเหลือได้ แสดงได้ตามรูปที่ 11



รูปที่ 11 หน้าการเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลสินค้า และดูสินค้าคงเหลือ

โดยผู้จัดการร้านค้าจะทำหน้าที่ยืนยันการจัดส่ง และระบุวันเวลาจัดส่งสินค้า แสดงได้ตามรูปที่ 12



รูปที่ 12 หน้ายืนยันการจัดส่ง และจัดเตรียมสินค้า

และตัวอย่างการแสดงผลงานสำหรับผู้จัดการร้านค้า โดยตัวอย่างเป็นการแสดงผลงาน ยอดขายตามช่วงเวลา แสดงได้ตามรูปที่ 13



รูปที่ 13 หน้ารายงานยอดขายตามช่วงเวลา

#### 4. ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ของผู้ใช้งาน

ผลการศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้งานของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ โดยการทำแบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์กับผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่า ผลการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.01$  S.D. = 0.81) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ของผู้ใช้งาน

| รายงานประเมิน                     | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
|-----------------------------------|-----------|------|----------|
| 1) ครอบคลุมตามความต้องการใช้งาน   | 4.03      | 0.85 | มาก      |
| 2) มีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล | 4.10      | 0.80 | มาก      |
| 3) การเข้าถึงระบบทำได้ง่าย        | 4.00      | 0.87 | มาก      |
| 4) ข้อมูลมีความถูกต้องและทันสมัย  | 4.07      | 0.83 | มาก      |
| 5) ระบบมีความสวยงามและน่าใช้งาน   | 3.90      | 0.84 | มาก      |

| รายงานประเมิน                                                                             | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------|
| 6) ข้อความที่ใช้ในการแสดงผลสามารถสื่อความหมายชัดเจน                                       | 3.93      | 0.83 | มาก      |
| 7) การแสดงผลลัพธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ในรูปแบบตัวอักษรและกราฟิก ง่ายต่อการทำความเข้าใจและใช้งาน | 4.00      | 0.79 | มาก      |
| 8) เพิ่มความสะดวกในการใช้บริการเป็นอย่างมาก                                               | 4.03      | 0.76 | มาก      |
| 9) ลดเวลาในการใช้บริการ                                                                   | 4.03      | 0.81 | มาก      |
| รวม                                                                                       | 4.01      | 0.81 | มาก      |

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.10$  S.D. = 0.80) ส่วนหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ระบบมีความสวยงามและนำใช้งาน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.90$  S.D. = 0.84)

ซึ่งระบบได้ผลการประเมินความคิดเห็นต่อการใช้งานแอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านมีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล และเพิ่มความสะดวกในการใช้บริการลดเวลาในการใช้บริการ สอดคล้องกับ พรทิพย์ อภิตติพรพิมล ปริญญาพร ทองสุข และเจนจิรา ไสนวล (2563) ที่ได้ทำการพัฒนาระบบบริหารร้านขายเฟอร์นิเจอร์ เพื่อลดและแก้ปัญหาการทำงานภายในร้าน ซึ่งระบบสามารถลดปัญหาการสูญหายของข้อมูลได้เป็นอย่างดี และกฤตธวัช จงกลฐากร (2561) ที่ได้จัดทำระบบการจัดการร้านเฟอร์นิเจอร์ (กรณีศึกษา ร้าน บีบีเฟอร์นิเจอร์) แล้วพบว่าระบบสามารถช่วยบันทึกข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า คำนวณราคาสินค้า และคำนวณยอดขายได้อย่างถูกต้อง มีความสะดวกและรวดเร็ว

### สรุปผล

แอปพลิเคชันร้านขายเฟอร์นิเจอร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย การเข้าสมัครและเข้าสู่ระบบได้ทั้งส่วนของลูกค้า และส่วนของแอดมินหรือเจ้าของกิจการ ในส่วนของลูกค้านั้นสามารถดูรายการสินค้า ประเภทสินค้า และข้อมูลสินค้าได้ ลูกค้าสามารถกดสั่งซื้อ หรือสั่งทำสินค้าได้ เมื่อกดยืนยันการสั่งซื้อและสั่งทำแล้ว ระบบจะขึ้นข้อมูลการสั่งซื้อสั่งทำที่ลูกค้าได้ทำรายการไว้แสดงขึ้นมาในหน้านี้ลูกค้าสามารถ เพิ่ม ลด และยกเลิกสินค้าได้ เมื่อกดยืนยันแล้ว ข้อมูลก็จะส่งไปหาทางส่วนของแอดมิน และแอดมิน ต้องทำการยืนยันและระบุวันที่เวลา ที่จะจัดส่งให้ลูกค้า สิทธิการใช้งาน

ของลูกค้า มีดังนี้ สามารถค้นหาข้อมูลสินค้าและประเภทสินค้าได้ สามารถกดสั่งซื้อและสั่งทำสินค้า สามารถเพิ่ม ลด ยกเลิกการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้า สามารถแจ้งชำระเงิน สามารถดูสถานะการสั่งซื้อ และสั่งทำสินค้า สามารถดูประวัติการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้า เป็นต้น สิทธิ์การใช้งานของแอดมิน มีดังนี้ สามารถดูข้อมูลสินค้าได้ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลประเภทสินค้า สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลสินค้า สามารถตรวจสอบสินค้าคงเหลือ สามารถดูข้อมูลการสั่งซื้อและสั่งทำสินค้าของลูกค้าได้ สามารถตรวจสอบและยืนยันการชำระเงิน สามารถดูรายงานยอดขายตามช่วงเวลาได้ สามารถดูรายงาน กำหนดการจัดส่งสินค้า และสถานที่ในการจัดส่งสินค้าตามช่วงเวลาได้ เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- กฤตวัช จงกลฐากร. (2561). **ระบบการจัดการร้านเฟอร์นิเจอร์ (กรณีศึกษา ร้าน บีบีเฟอร์นิเจอร์).** ปริญญาโทปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยสยาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). **การวิจัยเบื้องต้น.** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรทิพย์ อภิติพรพิมล, ปริญญาพร ทองสุข และเจนจิรา ไสนวล. (2563). **ระบบบริหารงานร้านขาย เฟอร์นิเจอร์.** ภาคนิพนธ์รายวิชาโครงการด้านคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยสยาม.
- วินรัตน์ แสงวงกิจ. (2557). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.** เชียงราย: สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- OutSystems. (n.d.). **Discover the OutSystems low-code platform.** Retrieved October 26, 2023, from <https://www.outsystems.com/low-code-platform/>

## การกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสีย โดยใช้สนามไฟฟ้าความถี่สูงและแรงดันไฟฟ้าแรงสูง

ธีรวุฒิ แสงบุญ<sup>1</sup> อัครกิตติ ไชยธนกุลวัฒน์<sup>2\*</sup> ณัฐทิ ถึงสุข<sup>3</sup> และมนัส ชะลูด<sup>4</sup>

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียโดยใช้สนามไฟฟ้าความถี่สูงและแรงดันไฟฟ้าแรงสูง หลักการและวิธีการกำจัดจุลินทรีย์กลุ่มนี้คือการใช้หลักการสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูงและความถี่สูงให้กับวงจรสวิตซิงสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบค หลังจากผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบคจะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 1-30 กิโลโวลต์ และความถี่ระหว่าง 1-30 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อจ่ายให้กับชุดกลไกอิเล็กโทรดแชมเบอร์ที่สร้างขึ้น โดยชุดกลไกอิเล็กโทรดแชมเบอร์จะเกิดปรากฏการณ์ในสถานะโคโรนาเพื่อนำไปใช้สำหรับการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสีย การวิจัยมีการทดสอบในหลายประเด็นประกอบด้วยการทดสอบวงจรควบคุมการทำงานของกลไกและการสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชันความถี่สูงพบว่ากลไกที่ออกแบบสามารถควบคุมแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุตเมื่อความถี่เปลี่ยนแปลงได้ตามวัตถุประสงค์ เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูง และการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูงพบว่าความถี่ที่เหมาะสมคือ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ และค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมคือ 30 กิโลโวลต์ซึ่งเพียงพอต่อการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสีย

คำสำคัญ : โคโรนา หม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบค สนามไฟฟ้า จุลินทรีย์ เซลล์ยูคาริโอต

<sup>1,2,3</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

<sup>4</sup> บริษัท The Cool Group

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: Akharakit.c@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 9 เมษายน 2567

วันที่แก้ไขบทความ 11 กันยายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 27 พฤศจิกายน 2567

# Elimination of Eukaryotic Microorganisms in wastewater Using High-frequency and High-voltage Electric Field

Teerawut Savangboon<sup>1</sup> Arckarakit Chaithanakulwat<sup>2\*</sup> Nuttee Thungsuk<sup>3</sup>  
and Manut Chalood<sup>4</sup>

## ABSTRACT

This paper presents the elimination of eukaryotic microorganisms in wastewater using high-frequency and high-voltage electric field. The principle and method for eliminating this group of microorganisms are to apply the principle of generating a high-voltage and high-frequency electric field to a switching circuit to supply DC voltage through a flyback transformer. After passing through the flyback transformer, it causes the voltage to rise between 1-30 kV and the frequency to rise between 1-30 kHz to supply a set of designed electrode chamber mechanism. This mechanism is phenomenal in coronal conditions to be used for the elimination of eukaryotic microorganisms in wastewater. The research has been conducted on several issues, including the testing of control circuits, the operation of mechanisms, and the generation of high-frequency PWM signals. It was found that the designed mechanism could control the input and output voltages when the frequency changed according to the purpose. After testing the relationship between constant high voltage values and varied high frequency values, and the relationship between constant high frequency values and varied high voltage values, it was found that the optimal frequency was 10 kHz and the optimal voltage was 30 kV, which were sufficient to eliminate eukaryotic microorganisms in wastewater.

Keywords : corona, flyback transformer, electric field, microorganisms, eukaryotic cell

<sup>1,2,3</sup> Electrical Engineering Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

<sup>4</sup> The Cool Co.,Ltd.

\* Corresponding author e-mail: Akharakit.c@dru.ac.th

Received: Apr 9, 2024

Revised: Sep 11, 2024

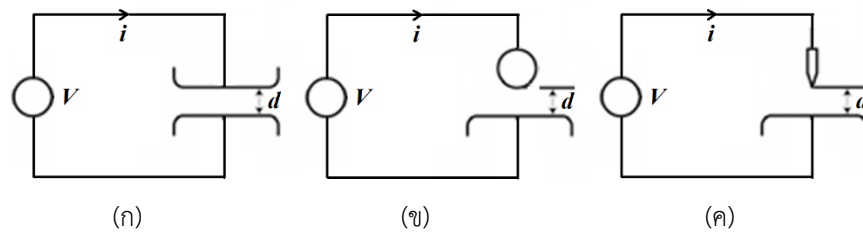
Accepted: Nov 27, 2024

## บทนำ

การเกิดสนามไฟฟ้ารอบประจุไฟฟ้าทำให้เกิดแรงกระทำต่อประจุที่นำเข้ามา ปรากฏการณ์ของประจุนี้เรียกว่าสนามไฟฟ้าจะมีมากหรือน้อยสามารถแสดงหรือวัดได้ในรูปของแรงที่เกิดขึ้นในทำนองเดียวกันจากกฎของคูลอมบ์ (Coulomb's law) ที่กล่าวไว้ว่ามีประจุ  $Q_1$  และ  $Q_2$  มีขนาดเล็กและเป็นจุดวางห่างกันเป็นระยะ  $r$  จะเกิดแรงกระทำต่อกันในแนวทิศทางที่เชื่อมโยงระหว่างสองประจุนั้น (Abadi et al., 2022; Wei et al., 2023) จึงสรุปได้ว่าแรงที่เกิดจาก  $Q_1$  ที่มีตำแหน่งทางเวกเตอร์เทียบกับ  $Q_2$  จะเท่ากับแรงในระยะ  $r$  ที่เกิดขึ้น

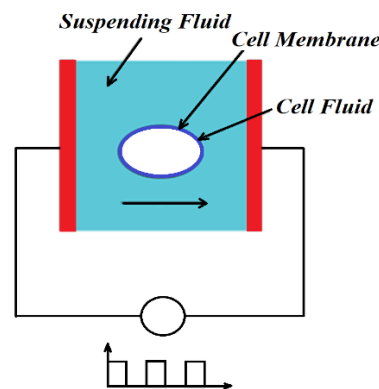
หากพิจารณาทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวกและวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กจะแสดงถึงขนาดความเข้มของสนามไฟฟ้า ดังนั้นถ้าเส้นแรงแม่เหล็กมีความหนาแน่นมากนั้นก็คือมีค่าความเข้มสนามไฟฟ้ามากตามไปด้วย ในทำนองเดียวกันความหนาแน่นของฟลักซ์ไฟฟ้าหรือเรียกอีกอย่างว่าดิสเพลสเมนต์ไฟฟ้า (electric displacement) ซึ่งเป็นเวกเตอร์ชนิดหนึ่งแสดงจำนวนฟลักซ์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ตั้งฉากกับแนวที่พิจารณา ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้จำนวนเส้นฟลักซ์และจำนวนคูลอมบ์ของประจุมีค่าเท่ากันตามกฎของกฎของเกาส์ (Gauss's law)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะของสนามไฟฟ้าอาจแบ่งออกได้สองชนิดคือ สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอและสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ชนิดไม่สม่ำเสมอยังสามารถแบ่งเป็นสองแบบคือแบบไม่สม่ำเสมอเล็กน้อยและแบบไม่สม่ำเสมอสูง สนามไฟฟ้าจะมีลักษณะรูปแบบใดจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของอิเล็กโทรดดังรูปที่ 1 (ก) (ข) และ (ค) พิจารณารูปที่ 1 (ก) แสดงอิเล็กโทรดที่มีลักษณะสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ในขณะที่รูปที่ 1 (ข) แสดงอิเล็กโทรดที่มีลักษณะสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอเพียงเล็กน้อย และรูปที่ 1 (ค) แสดงอิเล็กโทรดที่มีลักษณะสนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอมาก อย่างไรก็ตามหากป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับอิเล็กโทรดลักษณะต่าง ๆ ที่วางอยู่ในอากาศดังรูป 1 จะพบว่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดเบรกดาวน์จะไม่เท่ากันถึงแม้จะมีระยะของ  $d$  เท่ากันก็ตาม สำหรับในกรณีการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้อิเล็กโทรดแล้วทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอจะเกิดเบรกดาวน์หรือที่เรียกว่าการสปาร์กทันที่ที่ความเครียดสนามไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโทรดเท่ากันทุกจุด ในขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทันทีทันใดค่ากระแสเบรกดาวน์นี้จะถูกจำกัดด้วยค่าอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือจากวงจรภายนอกเท่านั้น



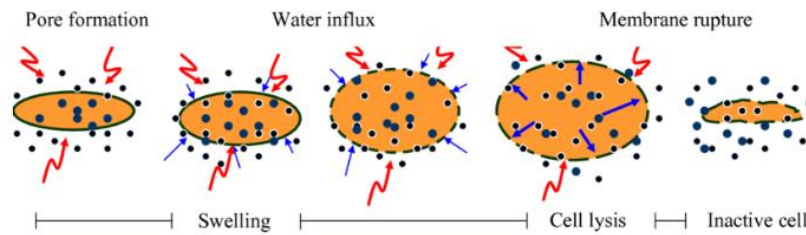
รูปที่ 1 ลักษณะของอิเล็กโทรดที่มีสนามไฟฟ้าแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาหลักการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำด้วยสนามไฟฟ้าที่ประกอบด้วยขั้วอิเล็กโทรด 2 ขั้ววางขนานกันโดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขั้วหนึ่งซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าอีกขั้วหนึ่งโดยให้อีกขั้วหนึ่งนั้นเป็นศักย์ไฟฟ้าเป็นกราวด์ (ground) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 หลักการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำด้วยสนามไฟฟ้า

จากรูปที่ 2 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำด้วยสนามไฟฟ้าคือการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโทรโพรเซชัน (electroporation) ซึ่งเป็นกระบวนการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (ดวงพร คันธโชติ, 2545) ดังรูปที่ 3 กระบวนการนี้เป็นวิธีการเพิ่มปริมาณการนำไฟฟ้าและค่าสภาพนำไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์โดยใช้สนามไฟฟ้าที่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับอิเล็กโทรดในปริมาณความเข้มสนามไฟฟ้าสูง (Kaur et al., 2023; Zhou, Hung & Xie, 2023) ซึ่งสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงนี้จะส่งผลทำให้แรงดันที่ตกคร่อมเยื่อหุ้มเซลล์มีค่าสูงเกินกว่าค่าความคงทนของไดอิเล็กทริกของเยื่อหุ้มเซลล์และทำให้เกิดรูพรุนเล็ก ๆ จำนวนมากขึ้นที่เยื่อหุ้มเซลล์ รูพรุนดังกล่าวนี้ จะนำไปสู่กระบวนการตายของเซลล์ (Deshpande & Fahrenfeld, 2022; Furukawa et al., 2023)



รูปที่ 3 กระบวนการอิเล็กโทรโพรเซชันที่เกิดกับเซลล์ของจุลินทรีย์

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าความเข้มของสนามไฟฟ้าส่งผลกระทบกับเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเซลล์รวมถึงการหมุนของเซลล์เมื่ออยู่ภายใต้ความเข้มของสนามไฟฟ้า ในขณะเดียวกันเมื่อเซลล์มีขนาดลดลงจะมีความต้องการความเข้มสนามไฟฟ้าสูงขึ้น (Ji et al., 2023) หากเซลล์มีรูปร่างที่แตกต่างกันจำเป็นต้องใช้ความเข้มสนามไฟฟ้าที่สูงมากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มความเข้มสนามไฟฟ้าจึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับค่าความทนทานของไดอิเล็กทริก (dielectric strength) นอกจากนี้ความเข้มสนามไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน การใช้สนามไฟฟ้าที่สูงมากจะเกิดการทำลายเซลล์มาก แต่ก็มีข้อเสียมากตามไปด้วยนั้นคือจะเกิดประกายไฟฟ้าจากกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดฟองอากาศจำนวนมาก ในขณะเดียวกันก็จะทำให้เกิดสนิมที่ขั้วอิเล็กโทรดและอาจเกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีที่ไม่พึงประสงค์ได้

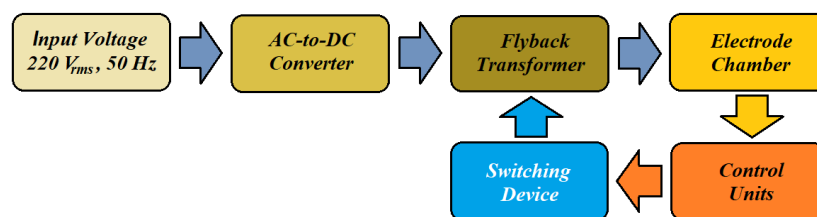
อย่างไรก็ตาม วิธีการสำหรับการทำให้เกิดอิเล็กโทรโพรเซชันในเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งได้ระบุไว้ในงานวิจัยทั่วไปว่าแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ในช่วง 0.1-1 โวลต์ และปรากฏการณ์นี้ยังทำให้เกิดพลังงานพัลส์ ซึ่งเนื่องจากระดับของสนามไฟฟ้าแรงดันสูงที่เพิ่มขึ้น (Wills et al., 2023) ในทำนองเดียวกันระดับของสนามไฟฟ้าที่สูงมากจะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าสูงตามไปด้วย เมื่อเทียบกับระยะทางที่ตั้งฉากกับเส้นศักย์ไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าและพลังงานที่เกิดจากรูปคลื่นพัลส์จะเน้นพลังงานที่เป็นรูปคลื่นพัลส์ไฟฟ้าแรงสูงในช่วงสั้น ๆ ซึ่งมักจะใช้ระยะเวลาหลายสิบนานโนวินาทีถึงมิลลิวินาที จากการทดลองพบว่าอิเล็กโทรโพรเซชันสามารถเกิดขึ้นได้เฉพาะในช่วงรูปคลื่นพัลส์แรงดันไฟฟ้าสูง (Mirshahi et al., 2024) และยังแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของระดับสนามไฟฟ้าทำให้ประสิทธิภาพของอิเล็กโทรโพรเซชันเพิ่มขึ้นตามข้อจำกัดคือระยะเวลาของรูปคลื่นพัลส์ ซึ่งบ่งชี้ว่ารูปคลื่นพัลส์ไฟฟ้าแรงสูงในระยะสั้น ๆ จะทำให้การกำจัดจุลินทรีย์เกิดเร็วขึ้น ระดับสนามไฟฟ้าแรงดันสูงและการเกิดอิเล็กโทรโพรเซชันในรูปคลื่นพัลส์สั้น ๆ ยังทำให้พลังงานพัลส์เป็นตัวเลือกในอุดมคติสำหรับการกำจัดจุลินทรีย์ (Pirc et al., 2021) การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดอิเล็กโทรโพรเซชันจะทำให้ปริมาณพลังงานที่จำเป็นสำหรับการกำจัดจุลินทรีย์เกิดขึ้นในระดับที่กำหนด

จากการศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบสนามไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูง (high voltage high frequency: HVHF) สำหรับการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้โหมดพลังงาน

พลัง ซึ่ง ระบบสนามไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูงได้รับการพิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพอย่างมาก ในการกำจัดแบคทีเรีย ไวรัส และโปรโตซัวที่มีอยู่ในน้ำโดยใช้โหมดความต่อเนื่อง แต่มีข้อจำกัด เนื่องจากต้องใช้พลังงานสูง (Shahi et al., 2021; Yahaghi & Bazargan, 2022) การใช้พลังงาน เป็นผลมาจากไฟฟ้าแรงสูงที่จำเป็นในการผลิตสนามไฟฟ้าในน้ำ และนำไปสู่การตรวจสอบในโหมด พลังงานพัลส์ซึ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการในงานวิจัยนี้ จะเริ่มจากการออกแบบสร้างวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ ซัพพลายแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูง (Kularatna, 2018) เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าโดยใช้สภาวะ โคโรนาในการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสีย ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงในช่วง 1-30 กิโลโวลต์ และความถี่สวิตซ์สูงที่ใช้งานในช่วง 1-30 กิโลเฮิร์ตซ์ใช้กับแรงดันไฟฟ้าอินพุตกระแสตรง ในช่วง 1-50 V ซึ่งสามารถแสดงไดอะแกรมของฟังก์ชันการทำงานได้ดังรูปที่ 4

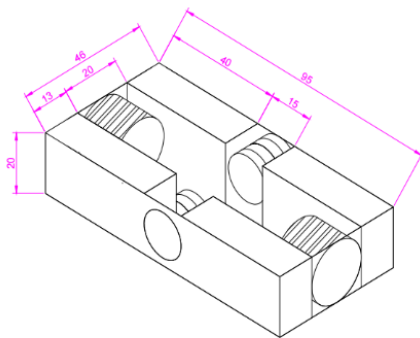


รูปที่ 4 ไดอะแกรมการทำงานของสนามไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูง

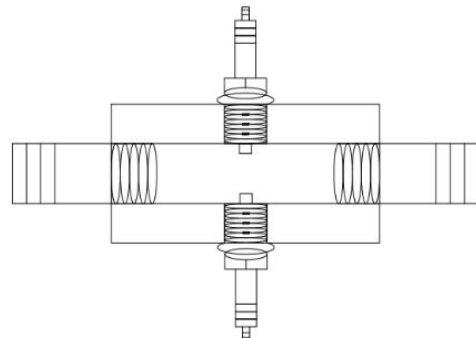
พิจารณาจากรูปที่ 4 อินพุตที่ใช้จะมีแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (rms) เท่ากับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ จ่ายเข้าสู่ชุด AC-to-DC converter เพื่อแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นพลังงานไฟฟ้า กระแสตรง (ชัยชนา ตั้งวงศ์ศานต์ และคณะ, 2556) โดยแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าอินพุตนี้สามารถปรับ ระดับแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 1-50 โวลต์ ในทำนองเดียวกันหลังจากการแปลงพลังงานไฟฟ้า กระแสสลับเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง แล้วจะผ่านการกรองระลอกคลื่นเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า ที่มีระลอกคลื่นน้อยที่สุดก่อนจ่ายเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบค (flyback transformer) เพื่อเพิ่ม ระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงและที่ความถี่สูง จากนั้นจะจ่ายให้กับชุดอุปกรณ์ที่เรียกว่า อิเล็กโทรดแชมเบอร์ (electrode chamber) สำหรับนำไปใช้กับท่อบำบัดน้ำเสียที่ต้องการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่ม เซลล์ยูคาริโอตยกเว้นจุลินทรีย์จำพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ในทำนองเดียวกันสำหรับชุดควบคุม (control units) จะมีการตรวจจับปริมาณแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูงเพื่อควบคุมให้มีปริมาณ

ที่เหมาะสมกับการกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตเพื่อควบคุมอุปกรณ์สวิตชิง (switching device) ให้ทำงานสัมพันธ์กันกับการผลิตแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูงในช่วง 1-30 กิโลโวลต์และความถี่ในช่วง 1-30 กิโลเฮิร์ตซ์หรือตามที่กำหนดไว้

สำหรับกลไกต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถพิจารณาได้ดังรูปที่ 5 (ก) (ข) และ (ค) กลไกนี้กำหนดระยะห่างของอิเล็กโทรดแคมเบอร์เพื่อทำให้เกิดปรากฏการณ์การเกิดสนามไฟฟ้าและกระแสเบรกดาวนคิงที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร โดยไม่มีการปรับระยะห่างของอิเล็กโทรดแคมเบอร์ในการทดลองนี้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5 กลไกอิเล็กโทรดแคมเบอร์ต้นแบบที่สร้างขึ้น

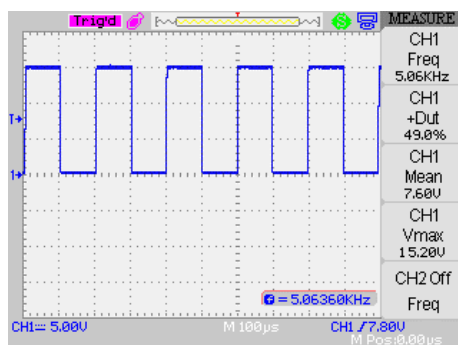
#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียโดยใช้สนามไฟฟ้าความถี่สูงและแรงดันไฟฟ้าแรงสูงนี้ จะมีการทดลองในประเด็นหลัก 4 ประเด็น ประกอบด้วย การทดสอบวงจรควบคุมการ

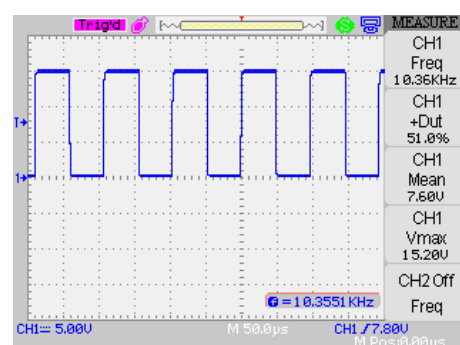
ทำงานของกลไกและการสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชัน (pulse width modulation: PWM) ความถี่สูง การทดสอบความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุตเมื่อความถี่เปลี่ยนแปลง การทดสอบความสัมพันธ์แรงดันไฟฟ้าสูงคงที่แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงความถี่สูง และการทดสอบความสัมพันธ์ความถี่สูงคงที่แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. การทดสอบวงจรควบคุมการทำงานของกลไกและการสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชัน

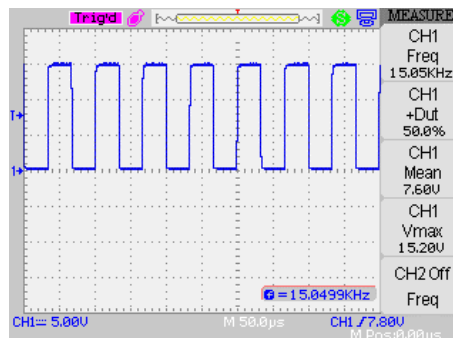
การทดสอบวงจรควบคุมโดยทำการใช้ IC-TL494 สำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชัน เพื่อนำไปจ่ายให้กับหม้อแปลงพลาเยแบคโดยมีช่วงความถี่ระหว่าง 1-30 กิโลเฮิร์ตซ์



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6 รูปคลื่นสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชันที่ความถี่ต่าง ๆ

ผลจากการทดสอบการทำงานของหม้อแปลงพลาเยแบคในช่วงความถี่ 5 10 และ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ พบว่าสามารถวัดรูปคลื่นสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชันที่ความถี่ต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 6 (ก) (ข) และ (ค)

พิจารณาจากรูปที่ 6 (ก) (ข) และ (ค) ยังพบว่าจากการทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมสามารถควบคุมอัตราส่วนของ duty ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน จากการทดสอบนี้จะเห็นได้ว่าที่ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ อัตราส่วนของ duty เท่ากับ 0.49 ที่ความถี่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ อัตราส่วนของ

duty เท่ากับ 0.51 และที่ความถี่ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ อัตราส่วนของ duty เท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมและยังทำให้อุปกรณ์ไม่เสียหายเนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์สร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชันทำงานเพียง 50% ของพิกัดที่กำหนดไว้สำหรับการจ่ายโหลดอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์

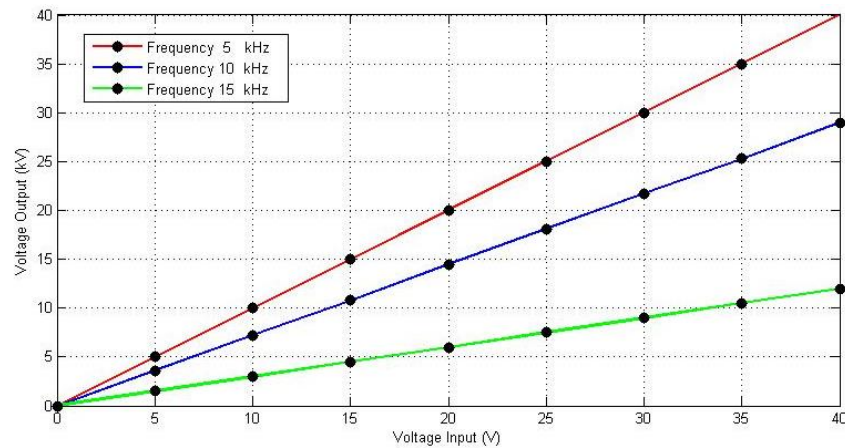
## 2. การทดสอบความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุตเมื่อความถี่เปลี่ยนแปลง

จากการทดสอบความสัมพันธ์แรงดันไฟฟ้าสูงคงที่แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงความถี่สูงเพื่อใช้สำหรับการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้สนามไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูงนี้ ได้ศึกษาค้นคว้าจากรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับค้นคว้าและนำหลักการดังกล่าวเพื่อนำไปสู่การออกแบบและสร้างกลไกต้นแบบโดยทดสอบสมรรถนะการทำงานของกลไกในภาพรวมได้ผลของการทดสอบความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุตต่อแรงดันเอาต์พุต สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบปรับแรงดันอินพุตในช่วงระหว่าง 5-40 โวลต์ จะได้แรงดันเอาต์พุตที่ความถี่ 5 10 และ 15 กิโลเฮิร์ตซ์เป็นสัดส่วนเชิงเส้น และเมื่อวิเคราะห์การทำงานในช่วงความถี่ต่าง ๆ ยังพบว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้แรงดันลดลงส่งผลทำให้การควบคุมความถี่มีผลกระทบต่อการกำจัดจุลินทรีย์ ในทำนองเดียวกันจากตารางที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันเอาต์พุตต่อแรงดันอินพุต  $V_{out} = f(V_{in})$  ได้ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุตต่อแรงดันเอาต์พุต

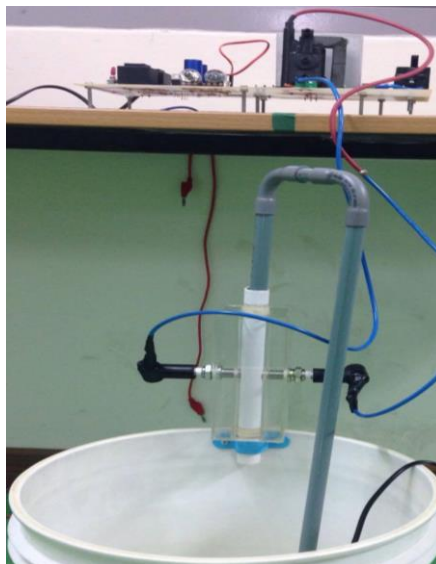
| แรงดันอินพุต<br>(โวลต์) | แรงดันเอาต์พุต (กิโลโวลต์) |                    |                    |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
|                         | 5<br>กิโลเฮิร์ตซ์          | 10<br>กิโลเฮิร์ตซ์ | 15<br>กิโลเฮิร์ตซ์ |
| 5                       | 5                          | 3.6                | 1.5                |
| 10                      | 10                         | 7.2                | 3.0                |
| 15                      | 15                         | 10.8               | 4.5                |
| 20                      | 20                         | 14.5               | 6.0                |
| 25                      | 25                         | 18.1               | 7.5                |
| 30                      | 30                         | 21.7               | 9.0                |
| 35                      | 35                         | 25.3               | 10.5               |
| 40                      | 40                         | 29.0               | 12.0               |



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าอินพุตกับแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของหม้อแปลงฟลายแบคที่ความถี่ต่าง ๆ

### 3. การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูง

การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูงนี้ กำหนดวิธีการทดสอบโดยต้องวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูงเข้ากับชุดอิเล็กโทรดแชมเบอร์ และกำหนดให้มีอัตราการไหลของน้ำที่มีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดประมาณ 3.3 ลิตรต่อนาที ผ่านท่อน้ำที่ต่อร่วมกับชุดอิเล็กโทรดแชมเบอร์ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 อิเล็กโทรดแชมเบอร์ต้นแบบ

สำหรับการทดสอบนี้จะใช้น้ำที่มีจุลินทรีย์ที่หลากหลายจำนวน 10 ลิตร ให้น้ำไหลผ่านท่อและชุดอิเล็กทรอนิกส์โทรดแชมเบอร์ โดยจะทดสอบที่ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่เท่ากับ 20 กิโลโวลต์ และปรับค่าความถี่สูงที่ 5 และ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมกับการกำจัดจุลินทรีย์โดยทำให้เกิดสภาวะโคโรนาจากการเกิดสนามไฟฟ้าแรงดันสูง ตารางที่ 2 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ก่อนการกำจัดและปริมาณจุลินทรีย์หลังการกำจัด จากการกำหนดเวลาที่ใช้ในการกำจัดจุลินทรีย์ที่แรงดันไฟฟ้า/ความถี่ที่กำหนด

ตารางที่ 2 การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูง

| ปริมาณจุลินทรีย์<br>ก่อนการกำจัด<br>(CFU/ml) | เวลาที่ใช้<br>ในการกำจัด<br>จุลินทรีย์<br>(นาท) | ปริมาณจุลินทรีย์หลังการกำจัด<br>(CFU/ml) |                                  |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
|                                              |                                                 | แรงดันไฟฟ้า/ความถี่                      |                                  |
|                                              |                                                 | 20 กิโลโวลต์<br>/5 กิโลเฮิร์ตซ์          | 20 กิโลโวลต์<br>/15 กิโลเฮิร์ตซ์ |
| $6.7 \times 10^3$                            | 20                                              | $3.4 \times 10^3$                        | $3.8 \times 10^3$                |
| $6.7 \times 10^3$                            | 40                                              | $1.9 \times 10^3$                        | $2.6 \times 10^3$                |
| $6.7 \times 10^3$                            | 60                                              | $1.2 \times 10^3$                        | $1.4 \times 10^3$                |

ในสภาวะโคโรนาจากการเกิดสนามไฟฟ้าแรงดันสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูงจะส่งผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและไหลผ่านท่อสัมผัสกับสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ที่มีความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ และ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ มีอัตราส่วนปริมาณจุลินทรีย์ก่อนการกำจัดและปริมาณจุลินทรีย์หลังการกำจัดลดลงในเวลาต่าง ๆ ดังนี้ ที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ เวลาที่ใช้ในการกำจัดจุลินทรีย์ 20 นาที ทำให้จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $3.4 \times 10^3$  CFU/ml จากจำนวนทั้งหมด  $6.7 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 50.75 ของจำนวนเริ่มต้น เมื่อใช้เวลามากขึ้นเป็น 40 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.9 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 28.36 ของจำนวนเริ่มต้น และที่เวลา 60 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.2 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 17.91 ของจำนวนเริ่มต้น อย่างไรก็ตามหากเพิ่มความถี่ให้มากขึ้นเป็น 15 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่แรงดันไฟฟ้าสูง 20 กิโลโวลต์เท่าเดิม พบว่า เวลาที่ใช้ในการกำจัดจุลินทรีย์ 20 นาที ทำให้จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $3.8 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 56.72 ของจำนวนเริ่มต้น ที่เวลา 40 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $2.6 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 38.81 ของจำนวนเริ่มต้น และที่เวลา 60 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.4 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 20.90 ของจำนวนเริ่มต้น

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการกำหนดสนามไฟฟ้าแรงดันสูงให้คงที่เท่ากับ 20 กิโลโวลต์ และแปรผันค่าความถี่สูงที่ 5 และ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ จะพบว่าที่ความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ ทำให้อัตราการลดลงของจุลินทรีย์สูงกว่าที่ความถี่สูง 15 กิโลเฮิร์ตซ์ ดังนั้นจากการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูงจึงสามารถสรุปได้ว่าที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและไหลผ่านท่อให้ลดลงได้มากกว่าสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 15 กิโลเฮิร์ตซ์

#### 4. การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูง

การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูงนี้ กำหนดวิธีการทดสอบโดยต้องวางจรวดขิงเพาเวอร์ซัพพลายแรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูงเข้ากับชุดอิเล็กทรอนิกส์และกำหนดให้อัตราการไหลของน้ำที่มีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดประมาณ 3.3 ลิตรต่อนาที ผ่านท่อน้ำที่ต่อร่วมกับชุดอิเล็กทรอนิกส์ ดังรูปที่ 8 และใช้น้ำที่มีจุลินทรีย์ที่หลากหลายจำนวน 10 ลิตร ให้น้ำไหลผ่านท่อและชุดอิเล็กทรอนิกส์เหมือนกันกับการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูง จากการทดสอบพบว่า ผลลัพธ์แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูง

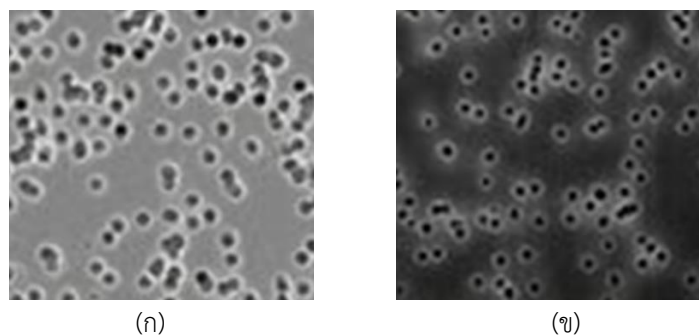
| ปริมาณจุลินทรีย์<br>ก่อนการกำจัด<br>(CFU/ml) | เวลาที่ใช้<br>ในการกำจัด<br>จุลินทรีย์<br>(นาท) | ปริมาณจุลินทรีย์หลังการกำจัด<br>(CFU/ml) |                                  |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
|                                              |                                                 | แรงดันไฟฟ้า/ความถี่                      |                                  |
|                                              |                                                 | 20 กิโลโวลต์<br>/10 กิโลเฮิร์ตซ์         | 30 กิโลโวลต์<br>/10 กิโลเฮิร์ตซ์ |
| $6.7 \times 10^3$                            | 20                                              | $3.2 \times 10^3$                        | $3.4 \times 10^3$                |
| $6.7 \times 10^3$                            | 40                                              | $2.1 \times 10^3$                        | $1.9 \times 10^3$                |
| $6.7 \times 10^3$                            | 60                                              | $1.8 \times 10^3$                        | $1.2 \times 10^3$                |

ในสภาวะโคโรนาจากการเกิดสนามไฟฟ้าที่แปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความถี่สูงคงที่จะส่งผลทำให้เชื้อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและไหลผ่านท่อสัมผัสกับสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 และ 30 กิโลโวลต์ ที่มีความถี่สูงคงที่เท่ากับ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ มีอัตราส่วนปริมาณจุลินทรีย์ก่อนการกำจัดและปริมาณจุลินทรีย์หลังการกำจัดลดลงในเวลาต่าง ๆ ดังนี้ ที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ ความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ เวลาที่ใช้ในการกำจัดจุลินทรีย์ 20 นาท ทำให้จุลินทรีย์ถูกกำจัด

จากจำนวนเริ่มต้น  $6.7 \times 10^3$  CFU/ml เหลือ  $3.2 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 57.76 ที่เวลา 40 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $2.1 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 31.34 ของจำนวนเริ่มต้น และที่เวลา 60 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.8 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 26.87 ของจำนวนเริ่มต้น อย่างไรก็ตามหากเพิ่มแรงดันให้มากขึ้นเป็น 30 กิโลโวลต์ และกำหนดให้ความถี่คงที่เท่ากับ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ พบว่าที่เวลา 20 นาที ทำให้จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $3.4 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 50.74 ของจำนวนเริ่มต้น ที่เวลา 40 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.9 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 28.36 ของจำนวนเริ่มต้น และที่เวลา 60 นาที จุลินทรีย์ถูกกำจัดเหลือ  $1.2 \times 10^3$  CFU/ml คิดเป็นร้อยละ 17.91 ของจำนวนเริ่มต้น

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการกำหนดความถี่สูงให้คงที่เท่ากับ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูงที่ 20 และ 30 กิโลโวลต์ จะพบว่าที่แรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ทำให้อัตราการลดลงของจุลินทรีย์น้อยกว่าที่แรงดันสูง 30 กิโลโวลต์ ดังนั้นจากการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูงจึงสามารถสรุปได้ว่าที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 30 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและไหลผ่านท่อให้ลดลงได้มากกว่าสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์

จากการทดสอบสภาวะโคโรนาจากการเกิดสนามไฟฟ้าแรงดันสูงและความถี่สูงยังพบว่าเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและไหลผ่านท่อสัมผัสกับสนามไฟฟ้าแรงดันสูงและความถี่สูงเกิดการแตกตัว และมีรูพรุนเล็ก ๆ จำนวนมากแตกต่างกันไป ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 จุลินทรีย์เกิดแตกตัวและมีรูพรุนเล็ก ๆ

จากรูปที่ 9 จุลินทรีย์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แสดงให้เห็นว่าเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดการแตกตัวและมีรูพรุนเล็ก ๆ จำนวนมาก โดยรูปที่ 9 (ก) คือการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เมื่อปรับความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และรูปที่ 9 (ข) เมื่อทำการปรับความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 30 กิโลโวลต์ ซึ่งปรากฏการณ์เกิดรูพรุนดังกล่าวนี้

จะทำให้วัฏจักรของจุลินทรีย์ถูกย่อยสลายและเซลล์ตายทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียถูกกำจัดไปได้มากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ

จากการทดสอบครั้งนี้ได้ทำการนำกลไกต้นแบบที่สร้างขึ้นสำหรับการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำและทวนสอบโดยการนำน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวข้างต้นพบว่าจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตจำนวนมากที่เซลล์เกิดแตกตัวและมีรูพรุนเล็ก ๆ ซึ่งวัดโดยเครื่องมือจากการวิเคราะห์ทดสอบจุลินทรีย์ในอาหารและเครื่องดื่ม (ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา) ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่ากลไกต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเชื่อถือได้

### สรุปผล

การกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียโดยใช้สนามไฟฟ้าความถี่สูงและแรงดันไฟฟ้าแรงสูง ที่มีจุดเริ่มต้นจากการออกแบบและสร้างกลไกต้นแบบที่ประกอบด้วยวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแรงดันไฟฟ้าสูงและความถี่สูงด้วยการจ่ายรูปคลื่นพัลส์ให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบค จะพบว่าเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าอินพุตให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าฟลายแบคสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตที่ได้ จากการทดสอบการใช้สนามไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูง เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสีย พบว่าจากการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงคงที่และแปรผันค่าความถี่สูง สรุปได้ว่าที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 5 กิโลเฮิร์ตซ์ สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำให้ลดลงได้มากกว่าสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 15 กิโลเฮิร์ตซ์ และจากการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความถี่สูงคงที่และแปรผันค่าแรงดันไฟฟ้าสูง สรุปได้ว่าที่สนามไฟฟ้าแรงดันสูง 30 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำให้ลดลงได้มากกว่าสนามไฟฟ้าแรงดันสูง 20 กิโลโวลต์ และความถี่สูง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ และเมื่อนำกลไกต้นแบบที่สร้างขึ้นไปทวนสอบโดยการนำน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวข้างต้นพบว่าจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตจำนวนมากที่เซลล์เกิดแตกตัวและมีรูพรุนเล็ก ๆ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่ากลไกต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มเซลล์ยูคาริโอตในน้ำเสียได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเชื่อถือได้

### กิตติกรรมประกาศ

นักวิจัยและคณะทำงานขอแสดงความขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สมุทรปราการ และศูนย์วิเคราะห์ทดสอบจุลินทรีย์ในอาหารและเครื่องดื่ม (ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา) ที่ให้การสนับสนุนห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

- ดวงพร คันธโชติ. (2545). **นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชัยชนา ตั้งวงศ์ศานต์, อาภรณ์ อีรมงคลรัมย์, ชาญชัย ปลื้มปิติวิริยะเวช, ลัญฉกร วุฒิสถิติกุลกิจ, มานะ ศรียุทธศักดิ์, ชุมพล อันตรเสน, สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร และเทียนชัย ประดิศถายน. (2556). **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า ภาควงจรรยาบรรณ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abadi, M. R. Q. R., Marzebali, M. H., Abolghasemi, V., & Anisi, M. H. (2022). High-voltage pulse generators for electroporation applications: A systematic review. **IEEE Access**, 10, 64933-64951. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3184015>
- Deshpande, A. S., & Fahrenfeld, N. L. (2022). Abundance, diversity, and host assignment of total, intracellular, and extracellular antibiotic resistance genes in riverbed sediments. **Water Research**, 217, 118363. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118363>
- Furukawa, T., Ueno, T., Matsumura, M., Amarasiri, M., & Sei, K. (2022). Inactivation of antibiotic resistant bacteria and their resistance genes in sewage by applying pulsed electric fields. **Journal of Hazardous Materials**, 424, 127382. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127382>
- Ji, Y., Wang, J., Liu, Y., Liu, S., Jiang, X., & Huang, H. (2024). **Isolation and Identification of Postharvest Rot Pathogens in Tangelo and their Potential Inhibition with Acidic Electrolyzed Water**. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3946109/v1>
- Kaur, M., Kumar, S., Samota, M. K., & Lalremmawii. (2023). Ohmic heating technology systems, factors governing efficiency and its application to inactivation of pathogenic microbial, enzyme inactivation, and extraction of juice, oil, and bioactive compounds in the food sector. **Food and Bioprocess Technology**, 17, 299-307. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03126-w>
- Kularatna, N. (2018). **DC Power Supplies: Power Management and Surge Protection for Power Electronic Systems**. CRC Press.

- Mirshahi, S., Vahedi, B., Yazdani, S. O., Golab, M., & Sazgarnia, A. (2024). **Calculating Transmembrane Voltage on the Electric Pulse-affected Cell Membrane: Using Molecular Dynamics and Finite Element Simulations**. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3861412/v1>
- Pirc, E., Miklavčič, D., Uršič, K., Serša, G., & Reberšek, M. (2021). High-frequency and high-voltage asymmetric bipolar pulse generator for electroporation based technologies and therapies. **Electronics**, 10(10), 1203. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.3390/electronics10101203>
- Shahi, S., Khorvash, R., Goli, M., Ranjbaran, S. M., Najarian, A., & Nafchi, A. M. (2021). Review of proposed different irradiation methods to inactivate food processing viruses and microorganisms. **Food Science & Nutrition**, 9(10), 5883-5896. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1002/fsn3.2539>
- Wei, S., Chen, T., Hou, H., & Xu, Y. (2023). Recent advances in electrochemical sterilization. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, 937, 117419. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2023.117419>
- Wills, R. C., Doyle, C. P., Zewe, J. P., Pacheco, J., Hansen, S. D., & Hammond, G. R. (2023). A novel homeostatic mechanism tunes PI (4, 5) P2-dependent signaling at the plasma membrane. **Journal of Cell Science**, 136(16). Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1242/jcs.261494>
- Yahaghi, J., & Bazargan, A. (2022). The synergetic effects of radio-frequency electromagnetic field and pH adjustment on landfill leachate microbial inactivation. **Process Safety and Environmental Protection**, 167, 516-526. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.09.003>
- Zhou, J., Hung, Y. C., & Xie, X. (2023). Application of electric field treatment (EFT) for microbial control in water and liquid food. **Journal of Hazardous Materials**, 445, 130561. Retrieved April 5, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130561>

## การศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ปราณี แซ่เจ็ง<sup>1\*</sup> และอิสริย์ ชันทอง<sup>2</sup>

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาระดับการรับรู้ความปลอดภัย และพฤติกรรมความปลอดภัยของนักศึกษาในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อการรับรู้ความปลอดภัย และพฤติกรรมความปลอดภัย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักศึกษามีระดับการรับรู้ในทุกภัยด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด 2) การรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทั้ง 4 ด้าน พบว่า ระดับการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการจัดการองค์กร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.32 \pm 0.66$  และพฤติกรรมความปลอดภัยทั้ง 3 ด้าน พบว่า พฤติกรรมความปลอดภัยที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.51 \pm 0.70$  จากข้อมูลดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการนำไปจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อให้นักศึกษามีพฤติกรรมความปลอดภัยมากขึ้น

คำสำคัญ: การรับรู้ความปลอดภัย พฤติกรรมความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

<sup>1,2</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: pranee.s@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 28 พฤศจิกายน 2567

วันที่แก้ไขบทความ 20 ธันวาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 23 ธันวาคม 2567

# The Study of Perception towards Safety and Safety Behavior in Laboratory, Dhonburi Rajabhat University

Pranee Saejeng<sup>1\*</sup> and Itsaree Kantong<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to study the perception level of safety and the safety behavior of undergraduate students in laboratory practice and 2) to study personal factors related to the perception of safety and safety behavior. The samples of this research were students, consisting of third-year and fourth-year students who practiced in laboratory, faculty of science and technology. The data were collected by questionnaires, and the statistical software was applied for data analysis. The results showed that 1) students have a high level of the perceptions of safety in laboratory practice, and 2) The four field of perception of safety showed that the highest average was organizational management ( $4.32 \pm 0.66$ ). In terms of safety behavior across three field, with the highest average was the use of tools and equipment ( $3.51 \pm 0.70$ ). This information is beneficial for developing a safety manual for science laboratories to enhance students' safety behavior.

Keyword: perception toward safety, safety behavior, laboratory

---

<sup>1,2</sup> Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

\* Corresponding author e-mail: pranee.s@dru.ac.th

Received: Nov 28, 2024

Revised: Dec 20, 2024

Accepted: Dec 23, 2024

## บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งในอดีตจะเน้นการประกอบอาชีพในภาคเกษตรกรรมซึ่งจะใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ แต่ในปัจจุบันได้มีภาคอุตสาหกรรมเข้ามาแทนที่เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยมีการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเพื่อตอบสนองความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต โดยการนำเอาอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ เข้ามาใช้เป็นการพัฒนาวิธีการทำงาน และเมื่อมีการพัฒนาเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนถึงจุดหนึ่งก็จะเอาเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาใช้ ซึ่งถ้าหากขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้ก็จะก่อให้เกิดความเสียหาย การเจ็บป่วยได้ ดังนั้นการพัฒนาจะพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างเดียวไม่ได้ ต้องมีการพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ควบคู่ไปด้วย รวมทั้งการรับรู้ความปลอดภัยและมีพฤติกรรมความปลอดภัยในการดำรงชีวิตและในอาชีพการงานด้วย ดังนั้นการพัฒนาบุคคลจึงควรเริ่มจากนักเรียนนักศึกษาซึ่งอนาคตจะเป็นแรงงานที่สำคัญของประเทศ

ในสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลายสาขาวิชามักมีการเรียนการสอนที่ต้องใช้ห้องปฏิบัติการเป็นส่วนมากเพื่อศึกษา ค้นคว้า และวิจัย ซึ่งโอกาสที่จะรับอันตรายอาจมาจากการสัมผัส การสูดดม หรืออาจจะเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากความไม่ตั้งใจ และบางครั้งยังอาจปล่อยของเสียที่เป็นพิษสู่สิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งจากงานวิจัยเรื่องศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (นาพิศ หลิมสถาพรกุล, จินดา รุ่งโรจน์ศรี, ทศนีย์ สามารถ และธงชัย สุธีรศักดิ์, 2566) พบว่า เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.3 เป็นเพศชาย ร้อยละ 24.7 เป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 60.7 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและการจัดการชายฝั่ง ร้อยละ 39.3 มีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัย อยู่พอสมควร ร้อยละ 53.9 และมีระดับการรับรู้ถึงความปลอดภัยที่พึงมี อยู่ในระดับมากที่สุด ทุกประเด็น ได้แก่ การจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน การป้องกันอุบัติเหตุ การจัดการสารเคมีและเครื่องแก้ว และการจัดการของเสีย ส่วนการศึกษาพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีการปฏิบัติทุกครั้งในประเด็นการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัย การดูแลและรักษาความสะอาดบริเวณที่ ทำปฏิบัติการและแจ้งให้ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทราบเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลและสวมใส่อุปกรณ์ขณะทำปฏิบัติการ เลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และอุปกรณ์ฉุกเฉินได้ถูกต้อง

ดังนั้นบุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่จะต้องทำงาน หรือใช้เวลาในการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้แก่ คณาจารย์ นักวิจัย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 ซึ่งต้องรับรู้ความปลอดภัยและมีพฤติกรรมความปลอดภัย ทั้งการเรียนรู้และการปฏิบัติที่ถูกต้อง

จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ผู้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการจะต้องมีความรู้เรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการรับรู้ความปลอดภัย และพฤติกรรมความปลอดภัยของนักศึกษาในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัย อันจะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ที่ถูกต้องให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดอันตรายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จำนวน 150 คน โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามหลักของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 และ 4 เท่ากับ 119 คน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

#### 2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้น โดยการศึกษารายละเอียดจากทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคำแนะนำจากอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ

2.2 กำหนดขอบเขต และโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถาม ตลอดจนตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการศึกษา

2.3 สร้างข้อคำถามในแบบสอบถาม และกำหนดการให้คะแนนสำหรับคำตอบแต่ละข้อ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยอาจารย์สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย นักวิชาการความปลอดภัย และอาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม และตรวจสอบความตรง (validity) ของเนื้อหา พิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับความชัดเจนของคำถาม และความถูกต้องชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้เทคนิค IOC (index of congruence)

2.5 นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไข และตรวจสอบความเที่ยงตรงหรือความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษา จำนวน 30 คน เพื่อวัดความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

2.6 นำแบบสอบถามมาทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ (reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของบราซ (Cronbach alpha coefficient)

2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสำรวจด้วยแบบสอบถามกับนักศึกษาชั้นปี 3 และปีที่ 4 ที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคลใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) เพื่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยการแจกแจงความถี่ (frequency) และค่าร้อยละ (percentage) ประกอบไปด้วย เพศ ชั้นปีที่ศึกษา คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) พื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัย และการประสบอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) ในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) และค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับเกณฑ์มาตรฐานพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณ อาศัยหลักของลิเคิร์ต สเกล (Likert scale) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2548) กำหนดขนาดของชั้นจากค่าคะแนนเฉลี่ยช่วงชั้น (Weight Mean Score) ดังนี้

แบบวัดระดับการรับรู้ความปลอดภัย โดยให้เลือกตอบ 5 ระดับ และได้มีการกำหนดคำถาม เชิงบวกและเชิงลบไว้ ดังนั้นจึงมีการแจกแจงความถี่ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อันตรภาคชั้น} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับ}} \\ &= \frac{5 - 1}{5} \\ &= 0.80\end{aligned}\tag{1}$$

กำหนดการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับการรับรู้เชิงบวกและเชิงลบของกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังนี้

| <u>ค่าเฉลี่ย</u> | <u>การแปลความหมาย</u> |
|------------------|-----------------------|
| 1.00 – 1.79      | อยู่ในระดับน้อยที่สุด |
| 1.80 – 2.60      | อยู่ในระดับน้อย       |
| 2.61 – 3.40      | อยู่ในระดับปานกลาง    |
| 3.41 – 4.20      | อยู่ในระดับมาก        |
| 4.21 – 5.00      | อยู่ในระดับมากที่สุด  |

กำหนดการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับการรับรู้เชิงลบของกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังนี้

| <u>ค่าเฉลี่ย</u> | <u>การแปลความหมาย</u> |
|------------------|-----------------------|
| 1.00 – 1.79      | อยู่ในระดับมากที่สุด  |
| 1.80 – 2.60      | อยู่ในระดับมาก        |
| 2.61 – 3.40      | อยู่ในระดับปานกลาง    |
| 3.41 – 4.20      | อยู่ในระดับน้อย       |
| 4.21 – 5.00      | อยู่ในระดับน้อยที่สุด |

แบบวัดพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยให้เลือกตอบ 4 ระดับ และได้มีการกำหนดคำถามเชิงบวกและเชิงลบไว้ ดังนั้นจึงมีการแจกแจงความถี่ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อันตรภาคชั้น} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับ}} \\
 &= \frac{4 - 1}{4} \\
 &= 0.75
 \end{aligned} \tag{2}$$

โดยกำหนดการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับพฤติกรรมเชิงบวกและเชิงลบของกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังนี้

| <u>ค่าเฉลี่ย</u> | <u>การแปลความหมาย</u> |
|------------------|-----------------------|
| 3.26 – 4.00      | ปฏิบัติทุกครั้ง       |
| 2.51 – 3.25      | ปฏิบัติบางครั้ง       |
| 1.75 – 2.50      | ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง    |
| 1.00 – 1.74      | ไม่เคยปฏิบัติ         |

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

#### ตารางที่ 1 แสดงจำนวน และค่าร้อยละเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล

| ปัจจัยส่วนบุคคล                  | จำนวน (คน) | ร้อยละ        |
|----------------------------------|------------|---------------|
| 1. เพศ                           |            |               |
| ชาย                              | 16         | 13.40         |
| หญิง                             | 103        | 86.60         |
| <b>รวม</b>                       | <b>119</b> | <b>100.00</b> |
| 2. ชั้นปี                        |            |               |
| ปีที่ 3                          | 51         | 42.90         |
| ปีที่ 4                          | 68         | 57.10         |
| <b>รวม</b>                       | <b>119</b> | <b>100.00</b> |
| 3. คะแนนสะสมเฉลี่ย (GPA)         |            |               |
| 1.50 – 2.00                      | 1          | 0.80          |
| 2.01 - 2.50                      | 37         | 31.10         |
| 2.51 – 3.00                      | 52         | 43.70         |
| 3.01 – 3.50                      | 28         | 23.50         |
| 3.51 – 4.00                      | 1          | 0.80          |
| <b>รวม</b>                       | <b>119</b> | <b>100.00</b> |
| 4. พื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัย |            |               |
| ไม่เคยมีความรู้                  | 1          | 0.80          |
| มีความรู้บ้างเล็กน้อย            | 37         | 31.10         |
| มีความรู้พอสมควร                 | 74         | 62.20         |
| มีความรู้อยู่มาก                 | 7          | 5.90          |
| <b>รวม</b>                       | <b>119</b> | <b>100.00</b> |
| 5. การประสบอุบัติเหตุ            |            |               |
| เคย                              | 6          | 5.00          |
| ไม่เคย                           | 113        | 95.00         |
| <b>รวม</b>                       | <b>119</b> | <b>100.00</b> |

จากตารางที่ 1 พบว่า นักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 86.60 ซึ่งกำลังศึกษาในชั้นปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 57.10 คะแนนเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.51 – 3.00 คิดเป็นร้อยละ 43.70 มีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการพอสมควร คิดเป็นร้อยละ 62.20 และไม่เคยประสบอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 95.00

## ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการจัดการองค์กร
2. ด้านการจัดการสภาพแวดล้อมในการทำงาน
3. ด้านการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ
4. ด้านการจัดการด้านสารเคมี

## ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการจัดการองค์กร

| n = 119                                                                                  |           |      |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                                            | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
| 1. ควรมีการกำหนดนโยบายความปลอดภัยให้เป็นลายลักษณ์อักษร                                   | 4.34      | 0.67 | มากที่สุด      |
| 2. ควรมีการกระตุ้นให้นักศึกษาได้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงานในห้องปฏิบัติการ          | 4.49      | 0.55 | มากที่สุด      |
| 3. ควรมีเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการไว้คอยดูแลความเรียบร้อยภายในห้องปฏิบัติการ         | 4.32      | 0.71 | มากที่สุด      |
| 4. สามารถสอบถามหรือเสนอแนะความคิดเห็นด้านความปลอดภัยในการทำงานได้                        | 4.16      | 0.66 | มาก            |
| 5. ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการควรปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างถูกต้อง | 4.60      | 0.60 | มากที่สุด      |
| 6. ควรมีการจัดให้มีการฝึกซ้อมแผนอพยพเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้อย่างสม่ำเสมอ                  | 4.03      | 0.76 | มาก            |
| รวม                                                                                      | 4.32      | 0.66 | มากที่สุด      |

จากตารางที่ 2 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้าน ด้านการจัดการองค์กรอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 โดยข้อที่มีการรับรู้ระดับมากที่สุดมี 4 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการควรปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ย 4.60 การรับรู้ระดับมากมี 2 หัวข้อ คือ สามารถสอบถามหรือเสนอแนะความคิดเห็นด้านความปลอดภัยในการทำงานได้ มีค่าเฉลี่ย 4.16

**ตารางที่ 3** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ  
ด้านการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน

| n = 119                                                                               |           |      |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                                         | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
| 7. บริเวณทางเดินและพื้นที่ปฏิบัติงานควรมีแสงสว่างให้เพียงพอ                           | 4.41      | 0.69 | มากที่สุด      |
| 8. บริเวณห้องปฏิบัติการควรมีระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดเพลิงไหม้                     | 4.53      | 0.70 | มากที่สุด      |
| 9. บริเวณทางออกฉุกเฉินควรมีแผนผังทางหนีไฟแสดงให้เห็นชัดเจน                            | 4.53      | 0.66 | มากที่สุด      |
| 10. ทางเข้าไปสู่เครื่องดับเพลิงไม่มีวัตถุอื่นกีดขวาง                                  | 4.40      | 0.66 | มากที่สุด      |
| 11. ควรทำความสะอาด จัดเก็บอุปกรณ์ในสถานที่ปฏิบัติงานทุกวันเพื่อความสะดวก<br>เรียบร้อย | 4.54      | 0.61 | มากที่สุด      |
| 12. ควรมีการจัดแบ่งพื้นที่ทำงานให้เหมาะสมกับประเภทของงาน                              | 4.42      | 0.62 | มากที่สุด      |
| 13. ในห้องปฏิบัติการควรมีป้ายสัญลักษณ์ ป้ายเตือน และข้อควรระวังอย่างชัดเจน            | 4.50      | 0.70 | มากที่สุด      |
| 14. ห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีควรมีการระบายอากาศที่เหมาะสม<br>กับขนาดของห้อง    | 4.61      | 0.59 | มากที่สุด      |
| 15. ควรมีระบบรวบรวมน้ำเสียในห้องปฏิบัติการรวมกับท่อน้ำทิ้งทั่วไป                      | 1.79      | 0.92 | มากที่สุด      |
| รวม                                                                                   | 4.19      | 0.68 | มาก            |

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ด้านการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 โดยทุกข้อมีการรับรู้ระดับมากที่สุด ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีควรมีการระบายอากาศที่เหมาะสมกับขนาดของห้อง มีค่าเฉลี่ย 4.61

**ตารางที่ 4** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ  
ด้านการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ

| n = 119                                                                                                           |           |      |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                                                                     | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
| 16. ควรมีจำนวนอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เพียงพอ และอยู่ในสภาพ<br>พร้อมใช้งานเสมอ เช่น ถุงมือ หน้ากาก       | 4.61      | 0.59 | มากที่สุด      |
| 17. ควรมีการตรวจสอบสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ และซ่อมบำรุงให้พร้อมใช้งานเสมอ                                          | 4.49      | 0.61 | มากที่สุด      |
| 18. ควรมีการติดป้ายเตือนให้ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในบริเวณ<br>ที่มีการปฏิบัติการเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย | 4.58      | 0.56 | มากที่สุด      |

| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                                                    | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| 19. ควรมีการติดป้ายระเบียบข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการ เช่น ห้ามนำอาหารเข้ามารับประทาน เป็นต้น | 4.45      | 0.69 | มากที่สุด      |
| 20. ควรมีการจัดอบรมวิธีการใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินต่างๆ เช่น ที่ล้างตา ที่ล้างตัว เป็นต้น               | 4.29      | 0.72 | มากที่สุด      |
| 21. ควรมีป้ายแสดงวิธีการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดติดอยู่ที่เครื่อง                                  | 4.45      | 0.62 | มากที่สุด      |
| 22. ควรทิ้งเครื่องแก้วที่แตกลงในถังขยะทั่วไปทันทีเมื่อเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ                      | 2.37      | 1.40 | มาก            |
| 23. เมื่อสารเคมีหก ควรทำความสะอาดหลังจากเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ                                    | 2.81      | 1.56 | ปานกลาง        |
| 24. หากผิวหนังถูกสารเคมีควรใช้กระดาษทิชชูเช็ดออกทันที                                            | 3.03      | 1.38 | ปานกลาง        |
| 25. สามารถติดตามไอระเหยของสารเคมีได้โดยตรง                                                       | 4.02      | 1.40 | น้อย           |
| 26. ควรเทน้ำลงในกรดเข้มข้นทุกครั้งเมื่อต้องการเจือจางความเข้มข้นของกรด                           | 3.18      | 1.52 | ปานกลาง        |
| 27. ควรสวมรองเท้าแตะเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการ                                                    | 3.97      | 1.49 | น้อย           |
| รวม                                                                                              | 3.85      | 1.05 | มาก            |

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 โดยข้อที่มีการรับรู้ระดับมากที่สุดมี 6 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ควรมีจำนวนอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เพียงพอ และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ เช่น ถุงมือ หน้ากาก มีค่าเฉลี่ย 4.61 การรับรู้ระดับมากมี 1 หัวข้อ คือ ควรทิ้งเครื่องแก้วที่แตกลงในถังขยะทั่วไปทันทีเมื่อเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ย 2.81 การรับรู้ระดับปานกลางมี 3 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ควรเทน้ำลงในกรดเข้มข้นทุกครั้งเมื่อต้องการเจือจางความเข้มข้นของกรด มีค่าเฉลี่ย 3.18 และการรับรู้ระดับน้อยมี 2 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ สามารถติดตามไอระเหยของสารเคมีได้โดยตรง มีค่าเฉลี่ย 4.02

**ตารางที่ 5** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการจัดการสารเคมี

| n = 119                                                                                                |           |      |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                                                          | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
| 28. สารเคมีทุกชนิดมีฉลากกำกับอย่างชัดเจน เช่น ชื่อสารเคมี ข้อควรระวัง เป็นต้น                          | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด      |
| 29. ควรมีตู้กำบังหรือตู้ดูดควัน สำหรับทำสารเคมีที่มีพิษ                                                | 4.55      | 0.79 | มากที่สุด      |
| 30. ควรมีการกำหนดวิธีการจัดเก็บสารเคมีแต่ละประเภทอย่างเหมาะสม                                          | 4.55      | 0.59 | มากที่สุด      |
| 31. ควรมีการติดตั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ฉุกเฉินในบริเวณที่มีการใช้สารเคมี เช่น ที่ล้างตัว ที่ล้างตา เป็นต้น | 4.26      | 0.88 | มากที่สุด      |
| 32. ควรทราบการปฏิบัติที่ถูกต้องเมื่อเกิดสารเคมีหกที่พื้นหรือโต๊ะปฏิบัติการ                             | 4.52      | 0.68 | มากที่สุด      |

| การรับรู้การจัดการความปลอดภัย                                              | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับการรับรู้ |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------|
| 33. ควรมีรายละเอียดคุณสมบัติ และอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิด                 | 4.50      | 0.62 | มากที่สุด      |
| 34. ควรใช้ขวดแก้วสีขาในการเก็บสารเคมีที่เป็นด่าง                           | 3.82      | 1.29 | มาก            |
| 35. ควรเก็บสารเคมีทุกชนิดรวมกัน แล้วเรียงลำดับตามตัวอักษร                  | 2.84      | 1.40 | ปานกลาง        |
| 36. ควรทิ้งสารเคมีที่มีปริมาณน้อยลงในอ่างล้างมือแล้วเปิดน้ำตามเพื่อเจือจาง | 3.32      | 1.34 | ปานกลาง        |
| 37. ควรกำจัดสารเคมีที่เหลือใช้ไว้ในขวดแก้ว และแยกประเภทของสารเคมี          | 3.93      | 1.16 | มาก            |
| รวม                                                                        | 4.10      | 0.93 | มาก            |

จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการจัดการสารเคมีอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 โดยข้อที่มีการรับรู้ระดับมากที่สุดมี 6 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ สารเคมีทุกชนิดมีฉลากกำกับอย่างชัดเจน เช่น ชื่อสารเคมี ข้อควรระวัง เป็นต้น มีค่าเฉลี่ย 4.67 การรับรู้ระดับมากมี 2 หัวข้อ คือ ควรกำจัดสารเคมีที่เหลือใช้ไว้ในขวดแก้ว และแยกประเภทของสารเคมี มีค่าเฉลี่ย 3.93 และการรับรู้ระดับปานกลางมี 2 หัวข้อ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ควรทิ้งสารเคมีที่มีปริมาณน้อยลงในอ่างล้างมือแล้วเปิดน้ำตามเพื่อเจือจาง มีค่าเฉลี่ย 3.32

ผลการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษาที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีการรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการองค์กร ด้านการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน ด้านการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ และด้านการจัดการด้านสารเคมี นักศึกษามีการรับรู้อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักศึกษามีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการพอสมควร และมีคะแนนสะสมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51 - 3.00 รวมทั้งนักศึกษายังได้รับความรู้จากการเรียนในรายวิชาที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักศึกษามีทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภาพิต หลิมสถาพรกุล และคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาเรื่องการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งพบว่า นักศึกษามีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่พอสมควร และมีระดับการรับรู้ถึงความปลอดภัยที่ ฟังมีอยู่ในระดับมากที่สุดทุกประเด็น ได้แก่ การจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน การป้องกันอุบัติเหตุ การจัดการสารเคมีและเครื่องแก้ว และการจัดการของเสีย

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ
2. การใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์
3. พฤติกรรมของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ

**ตารางที่ 6** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพฤติกรรมความปลอดภัย ด้านการปฏิบัติ  
ตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ

n = 119

| พฤติกรรมความปลอดภัย                                                                           | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับพฤติกรรม      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------|
| 1. ท่านปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัย                                     | 3.98      | 3.66 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 2. ท่านสวมรองเท้าแตะขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ                                                   | 3.45      | 1.08 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 3. เมื่อท่านหรือเพื่อนได้รับบาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน ท่านแจ้งให้ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทราบทันที | 3.57      | 0.72 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 4. ท่านรักษาความสะอาดบริเวณที่ท่านปฏิบัติงานอยู่                                              | 3.83      | 0.44 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 5. เมื่อมีสารเคมีหก ท่านทำความสะอาดหลังจากเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ                               | 1.93      | 1.21 | ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง |
| 6. ท่านปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานอยู่เสมอ ถึงแม้จะทำงานเสร็จช้าลง                         | 3.71      | 0.54 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| รวม                                                                                           | 3.41      | 1.28 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |

จากตารางที่ 6 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับพฤติกรรมความปลอดภัย ด้านการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 จะมีเพียงบางข้อที่นักศึกษามีพฤติกรรมที่ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้องปฏิบัติการ คือ ข้อ 2 ท่านสวมรองเท้าแตะขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 มีระดับพฤติกรรมคือปฏิบัติทุกครั้ง และข้อ 5 เมื่อมีสารเคมีหก ท่านทำความสะอาดหลังจากเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 มีระดับพฤติกรรมคือปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง

**ตาราง 7** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพฤติกรรมความปลอดภัย ด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

n = 119

| พฤติกรรมความปลอดภัย                                                                                                      | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับพฤติกรรม   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------|
| 7. ท่านสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในการปฏิบัติงานทุกครั้ง เช่น เสื้อกาวน์ ถุงมือ แวนตานิรภัย ผ้ากันฝุ่น เป็นต้น | 3.76      | 0.52 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 8. ท่านตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง                                                       | 3.42      | 0.66 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 9. ท่านตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกครั้งหลังการปฏิบัติงานเสร็จ                                        | 3.64      | 0.58 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 10. เมื่อท่านเห็นเครื่องมือ อุปกรณ์ชำรุด ท่านจะแจ้งให้ผู้รับผิดชอบทราบทันที                                              | 3.69      | 0.53 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 11. ท่านทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้                                  | 3.83      | 0.46 | ปฏิบัติทุกครั้ง |

| พฤติกรรมความปลอดภัย                                                                                       | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับพฤติกรรม      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------|
| 12. ท่านเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสมกับงาน เช่น การเตรียมสารละลายโดยใช้ขวดปรับปริมาตร             | 3.64      | 0.65 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 13. เมื่อมีการเตรียมสารเคมี ท่านจะใช้ตู้กำบังหรือตู้ดูดควัน                                               | 3.18      | 0.92 | ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง |
| 14. ท่านใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินได้ถูกต้อง เมื่อเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ เช่น ที่ล้างตัว ที่ล้างตา เป็นต้น | 3.11      | 0.89 | ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง |
| 15. ท่านใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง                                                           | 3.34      | 1.08 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| รวม                                                                                                       | 3.51      | 0.70 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |

จากตารางที่ 7 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับพฤติกรรมความปลอดภัย ด้านการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 จะมีเพียงบางข้อที่นักศึกษา มีพฤติกรรมในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่เหมาะสม คือ ข้อ 13 เมื่อมีการเตรียมสารเคมี ท่านจะใช้ตู้กำบังหรือตู้ดูดควัน (hood) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 มีพฤติกรรมคือปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง ข้อ 14 ท่านใช้อุปกรณ์ฉุกเฉินได้ถูกต้อง เมื่อเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ เช่น ที่ล้างตัว ที่ล้างตา เป็นต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 มีระดับพฤติกรรมปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง และข้อ 15 ท่านใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 คือปฏิบัติทุกครั้ง

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ

| n = 119                                                                                                     |           |      |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------|
| พฤติกรรมความปลอดภัย                                                                                         | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับพฤติกรรม      |
| 16.ท่านหยอกล้อกับเพื่อนขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ                                                              | 2.64      | 1.16 | ปฏิบัติบางครั้ง    |
| 17. ท่านพักผ่อนอย่างเพียงพอเพื่อที่จะรู้สึกไม่่วงขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ                                    | 2.96      | 0.94 | ปฏิบัติบางครั้ง    |
| 18. ท่านเทสารละลายอันตราย เช่น อะซิโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ                                        | 3.45      | 0.86 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 19. ท่านล้างมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร และดื่มน้ำ                                                        | 3.59      | 0.64 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 20. เมื่อปฏิบัติงานเสร็จท่านล้างทุกส่วนของร่างกายที่สัมผัสกับสารเคมี                                        | 3.45      | 0.86 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 21. ท่านไม่ดื่มสุรา สูบบุหรี่ ก่อนปฏิบัติงานและขณะปฏิบัติงาน                                                | 3.39      | 1.15 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 22. ท่านจะตกเตือนทันทีเมื่อเห็นเพื่อนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนในการใช้ห้องปฏิบัติการ อันจะเป็นเหตุให้เกิดอันตราย | 3.40      | 0.63 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 23. ท่านสามารถนำอาหาร น้ำดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการได้                                             | 3.58      | 0.78 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 24. ท่านอ่านระเบียบ และข้อบังคับในการใช้ห้องปฏิบัติการทุกครั้ง                                              | 3.41      | 0.67 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 25. ท่านทราบวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และนำส่งห้องพยาบาล ที่อยู่ใกล้เคียงห้องปฏิบัติการ  | 3.16      | 0.73 | ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง |
| 26. ก่อนใช้สารเคมีท่านได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี                                       | 3.34      | 0.68 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |
| 27. ท่านเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด                                                | 3.53      | 0.88 | ปฏิบัติทุกครั้ง    |

| พฤติกรรมความปลอดภัย                                                                                    | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับพฤติกรรม   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------|
| 28. ท่านเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องการเจือจางสารละลาย                                                 | 2.81      | 1.21 | ปฏิบัติบางครั้ง |
| 29. ท่านติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์                                         | 3.64      | 0.62 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 30. ท่านรีบทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก                                 | 3.78      | 0.45 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 31. เมื่อมีการหกหรือไหลของสารเคมี หรือมีควัน กลิ่นไหม้ผิดปกติ ท่านรีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที   | 3.79      | 0.55 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 32. ท่านแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกาวน์ รวบผมเรียบร้อย และสวมรองเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ | 3.85      | 0.44 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| รวม                                                                                                    | 3.40      | 0.78 | ปฏิบัติทุกครั้ง |

จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับพฤติกรรมความปลอดภัย ด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 จะมีเพียงบางข้อที่นักศึกษามีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการไม่เหมาะสม คือ ข้อ 18 ท่านเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 มีระดับพฤติกรรมปฏิบัติทุกครั้ง ข้อ 27 ท่านเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 มีระดับพฤติกรรมปฏิบัติทุกครั้ง และข้อ 23 ท่านสามารถนำอาหาร น้ำดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 มีระดับพฤติกรรมปฏิบัติทุกครั้ง

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ ด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ และด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการในทุกรายด้าน นักศึกษามีความถี่ในการปฏิบัติตนเมื่อเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม คือ การปฏิบัติทุก ๆ ครั้ง แต่จะมีเพียงบางข้อในแต่ละด้านที่พบว่านักศึกษายังมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมและมีความถี่ในการปฏิบัติตนเป็นประจำ เช่น พฤติกรรมการสวมรองเท้าแตะขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง การนำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการ การเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนลงสู่ขวดเมื่อใช้ไม่หมด และการเทสารละลายอินทรีย์ลงในอ่างน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วัชรินทร์ ปะนันโต, พรเพ็ญ กำนารายณ์ และพลวัฒน์ ตังเพ็ชร (2564) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ของนักศึกษากลุ่มสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอยู่ในระดับดี แต่นักศึกษายังขาดความรู้เกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการใช้สารเคมี

อย่างปลอดภัย รวมถึงยังพบการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ หลอดทดลองแตก สารเคมีหก และไฟไหม้เชื้อเพลิงปฏิบัติการ ดังนั้นเพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น จึงควรปฏิบัติตามข้อกำหนดพื้นฐาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่ตนเองและผู้อื่น

### สรุปผล

#### 1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล

นักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่วนมากเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 86.60 ซึ่งกำลังศึกษาในชั้นปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 57.10 คะแนนเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.51 – 3.00 คิดเป็นร้อยละ 43.70 มีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการพอสมควร คิดเป็นร้อยละ 62.20 และไม่เคยประสบอุบัติเหตุภายในห้องปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 95.00

#### 2. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 การรับรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ด้านการจัดการองค์กร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.32 \pm 0.66$  ด้านการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.19 \pm 0.68$  ด้านการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.85 \pm 1.05$  และด้านการจัดการสารเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.10 \pm 0.93$

2.2 พฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ด้านการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.41 \pm 1.28$  ด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.51 \pm 0.70$  และด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.40 \pm 0.78$

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดสอบวัดระดับความรู้ของนักศึกษาก่อนใช้ห้องปฏิบัติ เพื่อที่จะได้ประเมินความรู้ที่นักศึกษามีก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ

2. ควรมีการกำหนดข้อตกลงการปฏิบัติตนในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ก่อนเริ่มเรียนในรายวิชาที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการ

3. ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทั้งการใช้เครื่องมือ การกำจัดสารเคมี การป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานอยู่ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สำเร็จได้จากความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทั้งอาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณอธิการบดี ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาตลอดมา

### เอกสารอ้างอิง

- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2548). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพมหานคร: วี อินเทอร์เน็ต.
- นภาพิศ หลิมสภาพรกุล, จินดา รุ่งโรจน์ศรี, ทศนีย์ สามารถ และธงชัย สุธีรศักดิ์. (2566). ศึกษาการรับรู้ความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วารสารวิชาการ ปชมท., 12(1), 76-86.
- วัชรินทร์ ปะนันโต, พรเพ็ญ กำนารายณ์ และพลวัฒน์ ตังเพ็ชร. (2564). ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมด้านปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ของนักศึกษากลุ่มสุขภาพศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. วารสาร Mahidol R2R e-Journal, 8(2), 173-186.

# การผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง โดยวิสาหกิจชุมชน ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

ธีระพงษ์ พิภอ่อน<sup>1</sup> อัครกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์<sup>2</sup> ณัฐทิ ถึงสุข<sup>3</sup>  
ธีรวุฒิ แสงวงบุญ<sup>4\*</sup> และธารทิพย์ ธวัชวะชุม<sup>5</sup>

## บทคัดย่อ

หญ้าสลาบลวง เป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไป บริเวณริมบ่อดินเลี้ยงสัตว์น้ำ หญ้าสลาบลวงเป็นพืชที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลสสูง สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยและเอทานอล งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากหญ้าสลาบลวงในรูปของเอทานอลและปุ๋ย โดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี การสกัดเอทานอลจากหญ้าสลาบลวงด้วยกระบวนการกำจัดลิกนิน การย่อย การหมักแบบกะที่สภาวะนิ่ง สามารถผลิตเอทานอลซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงแข็งเอทานอล มีคุณสมบัติ ด้านระยะเวลาติดไฟ เท่ากับ 69 วินาที ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 950-2547 กำหนดคือ 45 วินาที ต่อตัวอย่าง 1 กรัม สามารถลดการใช้เอทานอลทางการค้าเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง โดยมีต้นทุนต่ำกว่าท้องตลาดถึง ร้อยละ 34.61 ผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอล คือกากเซลลูโลสสามารถนำมาต่อยอดทำปุ๋ย การวิจัยครั้งนี้ชุมชนได้มีส่วนร่วมในการผลิต การออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้มีความแข็งแรง ป้องกันการระเหยของตัวผลิตภัณฑ์ โดยภาพรวมชุมชนมีระดับการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.97$ , S.D. = 0.14)

คำสำคัญ: หญ้าสลาบลวง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี เชื้อเพลิงแข็ง

<sup>1</sup> กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี

<sup>2,3,4</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

<sup>5</sup> นักวิจัยอิสระ

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: teerawut.s@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 11 ตุลาคม 2567

วันที่แก้ไขบทความ 24 ธันวาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 25 ธันวาคม 2567

# Production of Ethanol and Fertilizer from Salab Luang Grass by the Aquaculture Community Enterprise, Ban Khlong Bang Kasi, Bang Pla Subdistrict, Bang Phli District, Samut Prakan Province

Teerapong Fakoon<sup>1</sup> Akharakit Chaithanakulwat<sup>2</sup> Nuttee Thungsuk<sup>3</sup>

Teerawut Savangboon<sup>4\*</sup> and Thanthip Tawatwachoom<sup>5</sup>

## ABSTRACT

Salab Luang grass is a plant that commonly found along fishpond margins. Salab Luang grass exhibits cellulose-rich composition that makes it a promising raw material for ethanol and fertilizer production. In this research focuses on using Salab Luang grass for ethanol and fertilizer production through the active participation by the community enterprise group of aquaculture farmers, Ban Khlong Bang Kasi. The extraction of ethanol from Salab Luang grass involves a process of lignin removal, hydrolysis, and batch fermentation under static conditions. This process successfully yields ethanol, a primary raw material for producing solid fuel. The resulting ethanol-based solid fuel product exhibits a combustion duration of 69 seconds per gram, surpassing the Thai Industrial Standards Institute (TISI) 950-2547 standard, which specifies a minimum of 45 seconds per gram. This initiative significantly reduces using commercial ethanol as a raw material for solid fuel production. Its cost is lower than 34.61% by compared to market prices. Additionally, the cellulose residue as a byproduct of ethanol production can be further utilized for fertilizer development. Moreover, this research involved community participation in designing and enhancing packaging to ensure product stability and prevent evaporation. Overall, the community demonstrates a high level of participation in the production of solid fuels and fertilizers ( $\bar{x} = 3.97$ , S.D. = 0.14).

Keywords: Salab Luang grass, Ban Khlong Bang Kasi Aquaculture Community Enterprise,  
solid alcohol fuel

---

<sup>1</sup> Ban Khlong Bang Kasi Aquaculture Community Enterprise

<sup>2,3,4</sup> Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

<sup>5</sup> Independent researcher

\* Corresponding author e-mail: teerawut.s@dru.ac.th

Received: Oct 11, 2024

Revised: Dec 24, 2024

Accepted: Dec 25, 2024

## บทนำ

หญ้าสลาบลหวงเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่รกร้าง และบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ และริมบ่อดินสำหรับเลี้ยงปลานิลและสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ในพื้นที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี หมู่ที่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จากงานวิจัยของ จอมจันทร์ นทีวัฒนา (2566) พบว่าหญ้าสลาบลหวงเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการดูดซับสารเคมี กรองของเสียในดินได้ดี แต่ทั้งนี้ลำต้นและเหง้าแข็งแรงยากต่อการทำลาย และทำให้ดินเสื่อมสภาพ เพราะขาดแร่ธาตุ เนื่องจากถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตมากเกินไป อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยของสุจิตรา รวดหมวน (2556) พบว่าหญ้าสลาบลหวงสามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ ช่วยลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดเป็นมลพิษในชุมชนและสิ่งแวดล้อม การใช้หญ้าสลาบลหวงในกระบวนการผลิตเอทานอลและปุ๋ยสามารถลดการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การใช้หญ้าสลาบลหวงยังช่วยลดการใช้สารเคมีในที่นี้คือเอทานอลทางการค้าได้ และกากหญ้าสลาบลหวงจากกระบวนการผลิตนำไปทำปุ๋ยหมักชีวภาพแบบแห้งได้

การสกัดเอทานอลจากหญ้าสลาบลหวงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและอาจใช้เวลานาน จากงานวิจัยของสุจิตรา รวดหมวน (2556) พบว่าการเตรียมและปรับสภาพพืช ด้วยกรดและด่าง จากนั้นนำมาย่อยสลายด้วยเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์ไซแลน เพื่อเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตเอทานอลโดยใช้ยีสต์ในการหมักที่สภาวะแบบกะ พบว่าหญ้าสลาบลหวงหรือธูปฤๅษีมีศักยภาพ และในการนำมาใช้เพื่อผลิตเอทานอล

การใช้หญ้าสลาบลหวงในการผลิตปุ๋ยเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ต่อการจัดการของชุมชน หญ้าสลาบลหวงถูกนำมาผ่านนวัตกรรมภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยนำน้ำกากส่าที่ประกอบด้วยยีสต์ และน้ำเสียมาผลิตเป็นปุ๋ยซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำหรับพืช การใช้ปุ๋ยที่ผลิตจากหญ้าสลาบลหวงช่วยให้คุณภาพของดินดีขึ้น และช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ชุมชนมีทรัพยากรดินที่มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตเอทานอลและปุ๋ยจากหญ้าสลาบลหวง โดยการมีส่วนร่วมของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ตั้งแต่กระบวนการผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลจากการศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชุมชน และเป็นการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิทยาการวิจัยแบบผสม (mixed Method) ประกอบด้วย การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตเอทานอลจากหญ้าสลาบลวง การศึกษา การมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย และใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาศักยภาพการขายของชุมชน และเสนอแนวทางการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาศักยภาพ ด้านการผลิตเอทานอลและปุ๋ยของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

### 1. ประชากรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลอง บางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างคำนึงถึงความน่าจะเป็น (probability sampling)

1.2 ผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งสิ้น 20 คน ได้แก่ กลุ่มผู้นำ ชุมชน จำนวน 1 คน ปราชญ์ชุมชน จำนวน 1 คน และชาวบ้าน จำนวน 18 คน ดำเนินการสัมภาษณ์ แบบตัวต่อตัว (face to face) โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured Interview) กับกลุ่มผู้นำชุมชน กลุ่มชาวบ้านผู้ผลิต รวมทั้งสิ้น 20 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิทยาการวิจัยแบบผสม (mixed method) ซึ่งใช้แบบสอบถาม เป็น เครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) และใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือ ในการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือทั้งสองประเภท ดังนี้

2.1 การวิจัยเชิงปริมาณใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้น โดยการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้ครอบคลุมเนื้อหาและ วัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดและคำถาม ปลายปิด ลักษณะของ แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่ม ตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิต และขาย ได้แก่ การร่วมกันวางแผนในผลิต ออกแบบผลิตภัณฑ์ การวางแผนขายออนไลน์ โดยชุมชน ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี จังหวัดสมุทรปราการ ผู้วิจัยได้ใช้มาตรฐานวัดแบบของลิเคิร์ต (Likert's scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี มีลักษณะคำถามปลายเปิด เพื่อให้แบบสอบถามผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอย่างเต็มที่

2.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) สำหรับกลุ่มผู้นำชุมชน ปรชาญชาวบ้าน กลุ่มชาวบ้านผู้ผลิตสินค้า จำนวน 20 คน โดยมีการกำหนดคำถามในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และได้ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงมากที่สุด ซึ่งจะแบ่งคำถามออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ส่วนที่ 2 สัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับศักยภาพการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลางของ ชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี ซึ่งแบ่งออกเป็นศักยภาพ 6 ด้าน ได้แก่ 1) สิ่งดึงดูดใจเพื่อแก้ปัญหาหวัชพืช 2) การผลิตเอทานอล 3) การผลิตปุ๋ย 4) การออกแบบผลิตภัณฑ์ 5) การส่งเสริมการขาย 6) ด้านการจัดการ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การวิจัยเชิงปริมาณ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลปฐมภูมิ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี

3.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลทุติยภูมิ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์การศึกษาค้นคว้า ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้นำชุมชน ปรชาญชาวบ้าน และกลุ่มชาวบ้านผู้ผลิตสินค้าบ้านคลองบางกะสี

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) และใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) โดยมีวิธีการ วิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงปริมาณผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์และประมวลผลจากการ เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

4.1.1 ในส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ จะวิเคราะห์เป็นความถี่ (frequency) และ ค่าร้อยละ (percentage)

4.1.2 ในส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม เรื่องการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลางโดยเป็นแบบสอบถามที่เป็นแบบประเมินค่า (rating scale)

4.1.3 ในส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการมีส่วนร่วมในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การขาย การทำบัญชี มีลักษณะคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างเต็มที่

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา โดยการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การสัมภาษณ์ การถ่ายภาพ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบกับข้อมูลที่ได้จากแหล่งอื่น ๆ สรุปผลการวิเคราะห์เนื้อหาการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง

4.2.2 ผู้วิจัยจัดระเบียบข้อมูล แล้วนำข้อมูลทั้งหมด จากเอกสารและการสัมภาษณ์ รวบรวมเป็นประเด็นหลัก

4.2.3 ผู้วิจัยสร้างบทสรุปในแต่ละประเด็น แล้วเขียนเชื่อมโยงกันเป็นบทสรุปสุดท้ายที่มีความสัมพันธ์ครอบคลุม เน้นการวิเคราะห์แบบตีความ นำเสนอเชิงพรรณนา อธิบาย จัดทำเป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศักยภาพการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี

#### 1.1 สิ่งดึงดูดใจเพื่อแก้ปัญหาหวัชพืช

จากการศึกษาว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี หมู่ที่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 20 คน เป็นเพศชาย จำนวน 8 คน เพศหญิง จำนวน 12 คน โดยส่วนใหญ่เฉลี่ยอายุ 40 - 50 ปี มีอาชีพหลัก คือ การเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ปลาสด ปลานิล และกุ้ง จากการสำรวจบริเวณโดยรอบ พบว่า ต้นสลาบลวงมีการเจริญเติบโตตามขอบบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจำนวนมากและยากต่อการกำจัด ทางผู้นำชุมชนมีความต้องการที่จะกำจัดและนำเศษวัชพืชนี้มาใช้ประโยชน์ โดยชุมชนนำความรู้ที่ได้รับจากการบรรยายเรื่องการผลิตเอทานอลและการทำปุ๋ยมาปรับใช้

#### 1.2 การผลิตเอทานอลจากหญ้าสลาบลวงและแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็ง

โดยการผลิตเอทานอลจากหญ้าสลาบลวงและแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็ง มีอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการผลิต ดังนี้

**อุปกรณ์** ได้แก่ เครื่องบดสับ กระดังไม้ไผ่สำหรับตากแห้ง ปีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ผ่าขาวบาง ถังน้ำใบใหญ่แบบมีก๊อก ถาดอลูมิเนียมทรงกลม

**สารเคมี** ได้แก่ โซดาไฟ (NaOH) กรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ ) เอทิลแอลกอฮอล์ กรดสเตียริก โบรโมไทมอลบลู ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* Var. *Montache*

ขั้นตอนแรก คือ การเตรียมวัตถุดิบเพื่อกำจัดลิกนิน จากงานวิจัยของ Takano and Hoshino (2018) ผสมโซดาไฟ ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำจนได้ค่ากรดต่าง เท่ากับ 7 และตากให้แห้ง เพื่อลดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการย่อยโดยเติมกรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ปรับค่ากรดต่าง ด้วยโซดาไฟ ให้ค่ากรดต่าง เท่ากับ 7 จากนั้นกรองแยกส่วนที่เป็นกาก ออก และนำของเหลวไปกรองด้วยผ้าขาวบาง จนกว่าของเหลวนั้นจะมีสีเหลืองใส

ขั้นตอนการหมัก ทำการหมักแบบกะที่สภาวะนิ่งจากงานวิจัยของศิริพร ลุนพรม และ สิริแซ พงษ์สวัสดิ์ (2553) โดยนำสารละลายที่ได้จากการย่อยเข้าสู่สลาบลวง เติมยีสต์ *S.Cerevisiae* Var. *Montache* หมักในถังหมักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จะได้น้ำตาลรีดิวซ์ ทำการปรับปริมาณน้ำตาล โดยใส่น้ำตาลทราย 5 กิโลกรัมต่อน้ำตาลรีดิวซ์ 10 กิโลกรัม เนื่องจากปริมาณน้ำตาลจะส่งผลให้ ผลผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนการทำเชื้อเพลิงแข็ง นำเอทานอลที่ได้จากการหมักผสมโซดาไฟอุ่นให้ร้อน จากนั้นผสมกรดสเตียริก พร้อมทั้งคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนเดือด 1 นาที และเทใส่แม่พิมพ์อะลูมิเนียม ทิ้งให้แข็งตัว จะได้เชื้อเพลิงแข็ง เมื่อทดสอบคุณสมบัติด้านระยะเวลา ติดไฟ พบว่า มีค่าเท่ากับเท่ากับ 69 วินาที ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 950-2547 กำหนด คือ 45 วินาทีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การสกัดเอทานอลจากสลาบลวงใช้ส่วนลำต้นแห้งและใบแห้ง 5 กิโลกรัม สามารถหมัก เอทานอลได้ 10 ลิตร สุดท้ายสามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งได้ 200 ก้อน เมื่อคำนวณต้นทุนแล้ว เฉลี่ยก้อนละ 3.40 บาท ต่อ 13 กรัม มีราคาต่ำกว่าสินค้าในท้องตลาดทั่วไป ผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถลดการใช้เอทานอลทางการค้า และลดการใช้ทรัพยากรได้

### 1.3 การผลิตปุ๋ย

การผลิตปุ๋ยจะนำผลพลอยได้ (byproduct) จากการผลิตเชื้อเพลิงแข็งมาต่อยอด ในขั้นตอนนี้ ซึ่งได้รับความรู้เพิ่มเติมจากปราชญ์ชุมชน นำเศษกากสลาบลวงที่เหลือ จากการผลิตเอทานอล 4 ส่วน ผสมกับมูลสัตว์ 1 ส่วน และใส่ดินร่วน ในชั้นบนสุดของกระบะผสม คลุกส่วนผสมให้เข้ากัน และรดด้วยน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง เป็นการทำปุ๋ยหมักสด สามารถนำไปใช้ ปุ๋ยต้นไม้

#### 1.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี หมู่ที่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ร่วมกันระดมความคิดออกแบบตราสัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์ (logo) ดังรูปที่ 1 ให้มีลักษณะที่บ่งบอกว่า ผลิตภัณฑ์ชุมชนมีลักษณะอย่างไร กล่าวคือ มีรูปไฟบ่งบอก การติดไฟได้ของเชื้อเพลิงแข็ง และรูปหญ้าสลาบล่วงบ่งบอกวัตถุดิบเริ่มต้นของการผลิต มีสี ขนาด รูปทรงบรรจุภัณฑ์ ที่สวยงามและสะดวกต่อการจัดเก็บ ขนส่ง



รูปที่ 1 ตราสัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์

#### 1.5 การส่งเสริมการขาย

จัดทำช่องทางการขายเชื้อเพลิงแข็งผ่านโซเชียลมีเดีย ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยง สัตว์น้ำ และของชาวบ้านแต่ละคน ทั้งยังมีกลยุทธ์ทางการตลาด โดยเขียนเรื่องราวความเป็นมาของ ชุมชนและผลิตภัณฑ์ ลงในกล่องผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของชุมชน

#### 1.6 ด้านการจัดการ

การจัดการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ มีการจัดการ มีการแบ่งเป็นสัดส่วน ช่วยกันดูแลรับผิดชอบได้ดี เกิดจากความสามัคคีของคนในชุมชนที่อยากจะช่วยกันพัฒนาชุมชน สร้างรายได้ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ การจัดการจะแบ่งตามความถนัดของแต่ละคน นอกจากนี้ยังมีในเรื่องของการจัดการงบประมาณของชุมชน มีการทำบัญชีรายรับรายจ่าย และการหา ตลาดการขายในชุมชน เช่น ร้านหมูกระทะ และร้านรับจัดโต๊ะจีน ทั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยได้แจก

ชุดทดลอง ให้แก่ชาวบ้านคนละ 1 ชุด เพื่อนำไปทดลองผลิตที่ครัวเรือนของตนเอง เพื่อฝึกฝนให้เกิดความชำนาญในการผลิตยิ่งขึ้น

## 2. ระดับการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี

การศึกษามีส่วนร่วมของชุมชนในการผลิตและขาย สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี หมู่ที่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จากการเก็บรวบรวมแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างคนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 20 คน เป็นเพศชาย จำนวน 8 คน เพศหญิง จำนวน 12 คน และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เฉลี่ยอายุ 40 - 50 ปี จำนวน 10 คน รองลงมา คือ เฉลี่ยอายุ 51 - 60 ปี จำนวน 8 คน และน้อยที่สุด คือ ช่วงอายุมากกว่า 40 ปี จำนวน 2 คน โดยคนในชุมชนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสีใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเสนอความคิด การวางแผน และการตัดสินใจ 2) ด้านการร่วมกันปฏิบัติตามแผนในการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง 3) ด้านการรับและแบ่งปันผลประโยชน์ และ 4) ด้านการติดตามและประเมินผล แสดงผลการศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี

| ด้าน | การมีส่วนร่วมในการผลิตเอทานอลและปุ๋ย<br>ด้วยหญ้าสลาบลวง   | $\bar{x}$ | S.D. | แปลผล   | ลำดับ |
|------|-----------------------------------------------------------|-----------|------|---------|-------|
| 1    | ด้านการเสนอความคิด การวางแผนและการตัดสินใจ                | 4.11      | 0.23 | มาก     | 2     |
| 2    | ด้านการร่วมกันปฏิบัติตามแผนในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย | 4.23      | 0.31 | มาก     | 1     |
| 3    | ด้านการรับและแบ่งปันผลประโยชน์                            | 3.56      | 0.24 | ปานกลาง | 4     |
| 4    | ด้านการติดตามและประเมินผล                                 | 3.98      | 0.60 | ปานกลาง | 3     |
| รวม  |                                                           | 3.97      | 0.14 | มาก     |       |

จากตาราง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีระดับการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.97$ , S.D. = 0.14) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ลำดับแรก ได้แก่ ด้านการร่วมกันปฏิบัติตามแผน

ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.31) ด้านการเสนอความคิด การวางแผนและการตัดสินใจ ( $\bar{X} = 4.11$ , S.D. = 0.23) รองลงมาด้านการติดตามและประเมินผล ( $\bar{X} = 3.98$ , S.D. = 0.60) และด้านการรับและแบ่งปันผลประโยชน์ ( $\bar{X} = 3.56$ , S.D. = 0.24) ตามลำดับ

เมื่อได้ให้ความรู้ชาวบ้านในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ผ่านการบรรยาย และแบ่งกลุ่มทดลองด้านการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ย ผลการศึกษาวิเคราะห์การผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง พบว่า วิสาหกิจชุมชนมีส่วนร่วม ดังนี้ ลำดับแรก คือ การร่วมกันปฏิบัติตามแผนในการผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวง โดยชุมชนมีส่วนร่วมในการนำทรัพยากรที่มีมาทำให้เกิดประโยชน์ การสกัดเอทานอลจากหญ้าสลาบลวงใช้ส่วนลำต้นแห้งและใบแห้ง สามารถหมักเอทานอล เพื่อผลิตเชื้อเพลิงแข็งได้ ผลการศึกษาค้นคว้าสามารถลดการใช้เอทานอลทางการค้าลดการใช้ทรัพยากรได้ นอกจากนี้ วิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี มีอาชีพเสริมคือปลูกผักและผลไม้ สามารถนำปุ๋ยที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิต (byproduct) มาทำประโยชน์ให้แก่ชุมชนได้อีกด้วย การมีส่วนร่วมลำดับสอง ด้านการเสนอแนวคิด การวางแผนและการตัดสินใจ โดยการมีส่วนร่วมในการลงมติให้มีการนำวัชพืชมารับประโยชน์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ในระดับมาก ทั้งนี้ เพราะวิสาหกิจชุมชนได้มีการปรึกษาหารือในส่วนของผู้นำชุมชนและคณะกรรมการชุมชน ทุกคนสามารถร่วมเสนอความคิดเห็นวางแผนและตัดสินใจได้สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ วลัยเสถียร และคณะ (2543) การใช้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจเรื่องของชุมชนตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดโครงการ ได้แก่ การค้นหาปัญหา วางแผน ตัดสินใจ ระดมทรัพยากร ในท้องถิ่นมารองรับความต้องการของชุมชน การมีส่วนร่วมลำดับสามด้านการติดตามและประเมินผล ได้มีการประเมินคุณภาพสินค้าตามมาตรฐานแอลกอฮอล์แข็งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง มอก. 950-2547 ของ สมอ. เป็นมาตรฐานบังคับ คือต้องสามารถจุดไฟได้ไม่น้อยกว่า 45 วินาที ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนที่ได้มีน้ำหนัก 13 กรัมสามารถติดไฟได้ 15 นาที หรือสามารถจุดไฟได้ 69 วินาที ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 950-2547 กำหนด ทั้งนี้สินค้าที่ผลิตภายในวิสาหกิจ ชาวบ้านในชุมชนได้มีการทดลองใช้ก่อนที่จะนำมาจำหน่ายแก่ร้านค้าในชุมชน อาทิ ร้านหมูกระทะ ร้านรับจัดโต๊ะจีน และการขายผ่านช่องทางออนไลน์โดยการควบคุมบัญชีด้วยผู้นำชุมชน เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตแล้ว พบว่า สามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งที่มีต้นทุนต่ำกว่าท้องตลาด ได้ถึง 34.61% การมีส่วนร่วมลำดับสี่ ด้านการรับและแบ่งปันผลประโยชน์ ในการจัดการบัญชี คำนวณต้นทุนในการผลิตต้องรวมค่าแรงการผลิตต่อวัน และค่าขนส่งแต่ละผู้ประกอบการที่คิดเปอร์เซ็นต์สัดส่วนไม่เท่ากันเข้าไปด้วย ตามวัตถุประสงค์การมีส่วนร่วมและพัฒนา กลุ่มวิสาหกิจมีการลงมติเปลี่ยนการบรรจุหีบห่อเพื่อให้ต้นทุนลดลง จากการใช้ด้วยอะลูมิเนียมเป็นการห่อเชื้อเพลิงแข็งด้วยพลาสติกห่ออาหารแล้วเป่าด้วยลมร้อน ด้วยบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้

สามารถช่วยป้องกันการระเหยของเอทานอลของตัวผลิตภัณฑ์ได้ดี เนื่องจากชาวบ้านกลุ่มวิสาหกิจมีอายุเฉลี่ย 40-50 ปี ไม่นัดจากขายในออนไลน์จึงต้องการชุดทดลอง Alcohol gel fuel kit พร้อมวิธีการทำไปสอนลูกหลานที่บ้านของตน เพื่อให้ลูกหลานไปทำขายในช่องทางออนไลน์ของตนเอง และกลุ่มวิสาหกิจต้องการนำเชื้อเพลิงแข็งไปขายในร้านหมูกระทะ และร้านจัดโต๊ะจีนมากกว่า ด้านการผลิตปุ๋ย ทางกลุ่มวิสาหกิจมีปราชญ์ชาวบ้านที่มีความชำนาญในการทำปุ๋ยหมักและมีสวนเกษตรของตนเอง ทางทีมวิจัยได้นำความรู้มาปรับใช้และได้นำสูตรการทำปุ๋ยหมักมาสอนกลุ่มวิสาหกิจต่อไป

### สรุปผล

การผลิตเอทานอลและปุ๋ยด้วยหญ้าสลาบลวงนี้ได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดของชาวบ้านกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ไปอย่างมาก จากก่อนหน้านี้ชาวบ้านเสียรายได้ ต้องจ้างคนกำจัดหญ้าสลาบลวงในพื้นที่กร้าง และข้างบ่อเลี้ยงปลา ปัจจุบันชาวบ้านนำหญ้าสลาบลวงนี้มาผลิตเชื้อเพลิงแข็งและทำปุ๋ย จำหน่ายเสริมรายได้ให้ครัวเรือนได้ โดยชุมชนได้มีส่วนร่วมในการผลิตเอทานอลและแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็ง ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานแอลกอฮอล์แข็ง สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง (มอก. 950-2547) รวมทั้งร่วมออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้มีความแข็งแรง ป้องกันการระเหยของตัวผลิตภัณฑ์ โดยภาพรวมชุมชนมีระดับการมีส่วนร่วมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งและปุ๋ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.97$ , S.D. = 0.14)

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรส่งเสริมองค์ความรู้เพิ่มเติมด้านการบรรจุ ข้อควรระมัดระวังในการบรรจุหีบห่อ และการขนส่งเชื้อเพลิงแข็ง เนื่องจากเป็นวัตถุไวไฟ
2. ควรพัฒนาศักยภาพของคนในชุมชนเกี่ยวกับการบริหารจัดการบัญชีการขายให้มีความครอบคลุมค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต
3. ควรพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น
4. ควรมีการศึกษาพัฒนาเครื่องอบแห้งหญ้าสลาบลวงแทนการตากแดดที่ใช้เวลานาน และสภาพแวดล้อมที่ไม่อำนวย
5. ควรมีการศึกษาวิจัยพืช เศษวัสดุในท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอล เช่น ผักตบชวา ฟางข้าว ฟางข้าวโพด

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ กอบัวแก้ว ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำบ้านคลองบางกะสี ทุกท่าน ตลอดจนประชาชนที่อาศัยภายในชุมชนบ้านคลองบางกะสี ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- จอมจันทร์ นีวัฒนา. (2566). อิทธิพลของคุณสมบัติทางเคมีของดินและชนิดของสารหนุต่อการดูด สะสมสารหนุของธูปฤๅษีในสภาพดินน้ำขัง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 5(2). 49-61.
- ปาริชาติ วลัยเสถียร, สุทธิชัย อบอุ่น, สหทัยา วิเศษ, จันทนา เบญจทรัพย์ และชลกาญจน์ ฮาชันนารี (2543). **กระบวนการและเทคนิคการทำงานของนักพัฒนา**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุน สนับสนุนการวิจัย.
- ศิริพร ลุนพรม และสิริแซ พงษ์สวัสดิ์. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลจากรากต้น ธูปฤๅษี. ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3. (หน้า 1-6). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สุจิตรา รวดหมวน. (2556). การผลิตเอทานอลจากวัชพืชน้ำโดยเชื้อ *Candida shehatae* TISTR 5843 ด้วยกระบวนการหมักแบบกะและกึ่งกะ. **Veridian E-Journal**. 6(3), 935-948.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แอลกอฮอล์ แข็งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง.” ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2567 จาก <https://service.tisi.go.th/fulltext/TIS-950-2547m.pdf>
- Takano, M., Hoshino, K. (2018). Bioethanol Production from Rice Straw by Simultaneous Saccharification and Fermentation with Statistical Optimized Cellulase Cocktail and Fermenting Fungus. **Bioresource Bioprocess**. 5,16. From: <https://doi.org/10.1186/s40643-018-0203-y>

## การออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก สำหรับหอพักนักศึกษา

เขตตะวัน ทรัพย์มา<sup>1</sup> กรกฤช กอบัวแก้ว<sup>2</sup> และจุฬาลักษณ์ จารุจฑารัตน์<sup>3\*</sup>

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาสู่แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา 2) เพื่อศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานโดยคณะผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายด้วยเครื่องมือ Moodboard เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบและทำการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก จำนวน 5 แบบ ใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาที่อาศัยอยู่ในหอพักขนาดจำกัด อายุ 18-22 ปี จำนวน 30 คน พบว่ารูปแบบที่ 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.50 ระดับความคิดเห็นมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีหัวข้อที่มีความพึงพอใจมากที่สุดสามอันดับแรกคือ อันดับ 1 มีความสะดวกสบายในการใช้งานที่มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{x} = 4.63$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด อันดับ 2 รูปทรงสวยงามน่าใช้ มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{x} = 4.57$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด อันดับ 3 และ 4 ประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่างและมีรูปแบบตามสมัยนิยม มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{x} = 4.53$ ) อยู่ในระดับมากที่สุดหลังจากนั้นคณะผู้วิจัยได้นำรูปแบบที่ 5 มาเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานที่เหมาะสม และมีรูปแบบผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

คำสำคัญ: โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก หอพักนักศึกษา การออกแบบผลิตภัณฑ์

<sup>1,2,3</sup> สาขาวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

\* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: julalak.ja@bsru.ac.th

วันที่รับบทความ 12 พฤศจิกายน 2567

วันที่แก้ไขบทความ 20 ธันวาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 25 ธันวาคม 2567

# Product design of a small multi-purpose table for student dormitories

Kettawan Supma<sup>1</sup> Korakrit Korbuakaew<sup>2</sup> and Julalak Jarujutarat<sup>3\*</sup>

## ABSTRACT

The objectives of this research project were to 1) study the problems in order to design small multi-purpose table products for student dormitories, 2) study the materials and production process of the small multi-purpose table products for student dormitories, and 3) assess satisfaction of using the small multi-purpose table products. This research study was a mixed methods research. The research team studied the behavior of the target group using the Moodboard tool to find design ideas and designed 5 types of small multi-purpose table products using a specific sample group of 30 students, aged between 18-22 years, living in a limited-sized dormitories. It was found that the product design 5 had the highest mean value of 4.50. The top aspects with the highest level of satisfaction were as follows: the convenience in use ( $\bar{x} = 4.63$ ), beautiful shape ( $\bar{x} = 4.57$ ), and usability suitable for the shape and modern style ( $\bar{x} = 4.53$ ). The researchers chose the product design 5 and added appropriate functionality that reached the needs of the target group.

Keyword: small multi-purpose table, dormitories, product design

---

<sup>1,2,3</sup> Department of Product Design and Development, Faculty of Engineering and Industrial Technology,  
Bansomdejchaopraya Rajabhat University

\* Corresponding author e-mail: julalak.ja@bsru.ac.th

Received: Nov 12, 2024

Revised: Dec 20, 2024

Accepted: Dec 25, 2024

## บทนำ

ปัจจุบันจำนวนประชากรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พื้นที่มีเท่าเดิมและที่อยู่อาศัยถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีพ ธุรกิจห้อง อาคารชุดขนาดเล็ก หรือการเช่าที่ใช้พื้นที่ปลูกสร้างน้อย แต่สามารถรองรับผู้อยู่อาศัยได้ในจำนวนมากจึงเข้ามามีบทบาทและมีความหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ที่เข้ามาทำงานหรือศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจากข้อมูลข้างต้นจึงมีผลต่อการตัดสินใจเช่าห้องพักสำหรับการอยู่อาศัย ทำให้หอพักหรืออาคารชุดมีจำนวนที่มากขึ้นและมีขนาดห้องพักมีพื้นที่เล็กลงเพื่อเพิ่มจำนวนห้องเมื่อห้องมีขนาดที่น้อย พื้นที่ใช้สอยน้อยทำให้ความสะดวกสบายการใช้พื้นที่ก็น้อยลงเช่นกัน ดังนั้นเฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์ต่างๆ สำหรับอาคารชุด จึงควรมีลักษณะที่เหมาะสมต่อการใช้งานและประหยัดพื้นที่ในห้องอาคารชุดขนาดเล็ก (ฝนทิพย์ วงศ์สุภาชาติกุล, 2558)

เครื่องเรือนประเภทต่างๆ ของที่อยู่อาศัยจะต้องมี เช่น โต๊ะ ตู้ เตียง เป็นต้น โดยเฉพาะที่อยู่อาศัยพื้นที่จำกัดจะต้องมีสิ่งเหล่านี้ประกอบด้วย โต๊ะ โดยอาจใช้สำหรับวางสิ่งของอาหาร หนังสือ โดยโต๊ะทำงานซึ่งจะมีลิ้นชักอย่างน้อย 1 อันหรือมากกว่านั้น โต๊ะพับและโต๊ะอเนกประสงค์ เป็นโต๊ะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายงานและกิจกรรม เช่น การทำงาน รับประทานอาหาร กิจกรรมบอร์ดเกม เป็นต้น รวมถึงความสะดวกในการใช้และจัดเก็บเนื่องจากตัวของโต๊ะสามารถพับเก็บได้ง่ายสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกไม่ยุ่งยากเนื่องจากเป็นโต๊ะแบบสำเร็จรูป จึงทำให้เป็นที่นิยมสำหรับผู้ใช้ที่มีพื้นที่น้อย ซึ่งโต๊ะพับนั้นมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายแบบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละลักษณะงานที่ใช้ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โต๊ะยาวและโต๊ะกลม สำหรับวัสดุที่ใช้เป็นแผ่นโต๊ะนั้นก็มีความแตกต่างออกไปจากเนื้อไม้ เหล็กแผ่นขึ้นรูป หรือพลาสติกและอื่นๆ แต่จะมีองค์ประกอบหลักที่เหมือนกันในการพับได้และประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ มีน้ำหนักเบา และเคลื่อนย้ายได้ง่ายดูแลรักษาได้ง่าย (กุนที ภูวิจารณ์, 2555)

จากที่มาและความสำคัญและข้อมูลดังกล่าว พบปัญหาว่าในปัจจุบันของที่พักอาศัยของนักศึกษา คือเครื่องเรือนยังไม่เหมาะสมกับที่พักอาศัย และคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กมีความสำคัญในการใช้ชีวิตของนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (กิตติศักดิ์ สืบสาย, 2558) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบโต๊ะอาหารอเนกประสงค์สำหรับผู้พักอาศัยในพื้นที่จำกัดและ (ปาริชาติ นิรชน 2558) ศึกษาเรื่องการออกแบบโต๊ะเครื่องแป้งสำหรับห้องพักอาศัยขนาดเล็กซึ่งผลิตภัณฑ์จากผลจากงานวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกลุ่มเป้าหมาย และงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบโต๊ะอเนกประสงค์ที่มีการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการต่อยอดจากวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงเป็นที่มาของการศึกษาผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาสู่แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์

ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา 2) เพื่อศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กโดยแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จะเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานโต๊ะอเนกประสงค์และตอบสนองความต้องการให้เหมาะสมกับหอพักนักศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาลักษณะการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา

#### กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

- ประชากร คือ นักศึกษาผู้อาศัยในหอพักในเขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร
- กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาอายุ 18-22 ปี จำนวน 30 คน ผู้พักอาศัยในหอพักใกล้มหาวิทยาลัย เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร คำนวณตามตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan ที่ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95%

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสัมภาษณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่ในการสัมภาษณ์เจาะลึก การสนทนากลุ่ม การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วมในชุมชน
- Moodboard แสดงลักษณะโดยทั่วไปของพฤติกรรมกลุ่มตัวอย่างอายุ 18-22 ปี
- ภาพร่างการออกแบบ แสดงรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา โดยได้ใช้เครื่องมือสร้างภาพ 3D เพื่อแสดงให้กลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจถึงลักษณะและการทำงานของผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา
- แบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษาประกอบด้วยแบบสอบถามแบบปลายเปิดและปลายปิด แบ่งได้ 3 ส่วน ได้แก่
  - ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา อาชีพและรายได้ต่อเดือน
  - ส่วนที่ 2 แบบสอบถามทางด้านการออกแบบการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา
  - ส่วนที่ 3 ทศนคติและข้อคิดเห็นลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมินแปลผล ดังต่อไปนี้ (ธีรยุทธ พึ่งเพียร, 2543)
    - ระดับคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก
    - ระดับคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

- ระดับคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- ระดับคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- ระดับคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

การทดสอบเครื่องมือโดยนำเครื่องมือการวิจัยที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (index item of congruent: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องภายในทุกข้อมากกว่า 0.5

### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา

- วิเคราะห์และออกแบบผลิตภัณฑ์นำผลสำรวจมาวิเคราะห์และออกแบบผลิตภัณฑ์และขอคำปรึกษาด้านการออกแบบจากผู้คุณวุฒิและนำรูปแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กมาทำการร่างภาพเพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการเขียนแบบ

- สร้างหุ่นจำลอง 3D นำรูปแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ที่เขียนแบบการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาทำการผลิตสร้างหุ่นจำลองต้นแบบ คือ กำหนดขนาดมิติของผลิตภัณฑ์ เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิต การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ การประกอบชิ้นส่วน และเก็บรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบความเรียบร้อย

- การทดสอบและแก้ไขผลิตภัณฑ์
- การทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก
- สรุปผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยแจกแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูลในแบบสอบถาม โดยแยกเป็นผู้ผลิตและบุคคลทั่วไป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) สำหรับอธิบายข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่าเฉลี่ย (average) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

- วิเคราะห์ข้อมูลด้านเอกสารและงานวิจัย โดยเป็นการวิเคราะห์ที่ใช้หลักทฤษฎีเหตุผลมานำเสนอในรูปแบบการบรรยายเพื่อหาความจริง ความคิดเห็นในด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา

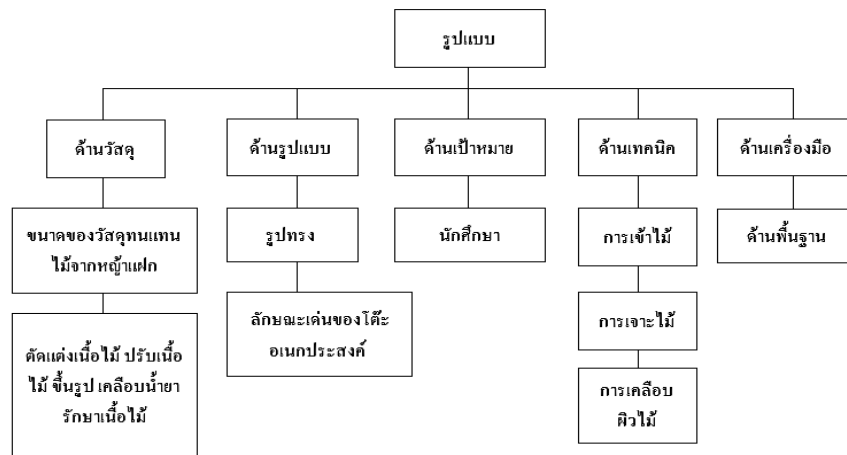
- วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ และกลุ่มผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่ายและผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาสภาพปัญหาสู่แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา การพัฒนาสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ที่พกพาได้ที่มีพื้นที่จำกัด โดยเริ่มทำการศึกษาจากความรู้ด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ และผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ ลักษณะที่อยู่อาศัยพื้นที่จำกัดในกิจกรรมต่าง ๆ ในที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด และมีความจำเป็นในการจัดเก็บสิ่งของให้ประหยัดเนื้อที่มากที่สุดเนื่องจากพื้นที่ใช้สอยมีจำกัด จึงมีความสำคัญในการที่จะกำหนดของผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์สำหรับที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด โดยได้ศึกษาพฤติกรรมของประชากรจากกลุ่มตัวอย่างและได้เพิ่มรูปแบบการใช้งานต่าง ๆ เช่น ที่ชาร์ตไร้สายไฟส่องสว่าง และ USB สำหรับจ่ายไฟ และรูปแบบที่ต้องการจะเป็นรูปแบบที่เปลี่ยนตามความต้องการเป็นหลัก โดยมุ่งเน้นการตอบสนองด้านประโยชน์ใช้สอยมากกว่าความสวยงาม และการใช้พื้นที่ที่น้อยมากกว่าการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บหรือการจัดเก็บได้สะดวก

สำหรับแนวทางในการออกแบบพิจารณาการเลือกใช้วัสดุประเภทไม้ไผ่ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการทำโต๊ะอเนกประสงค์มากที่สุด เนื่องจากไม้ไผ่เป็นเนื้อไม้แข็ง ลำต้นแข็งแรง มีความเหนียว มีน้ำหนักเบา ยืดหยุ่น และตัดโค้งงอได้ ไม้ไผ่จึงเป็นที่นิยมและถูกประยุกต์ต่อยอดให้เกิดเป็นการออกแบบรูปแบบใหม่ได้หลากหลาย ไม้ไผ่จึงเหมาะสมสำหรับเลือกเป็นวัสดุหลักสำคัญสำหรับการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการเลือกกระบวนการผลิตด้วยการไสไม้ เพื่อเตรียมผิวไม้ และการขึ้นรูปเข้าไม้ และการเคลือบเงาผิวเป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการทำเฟอร์นิเจอร์วัสดุทดแทนไม้มากที่สุด เพราะได้ผลงานที่สวยงามและมีคุณภาพตามความต้องการ

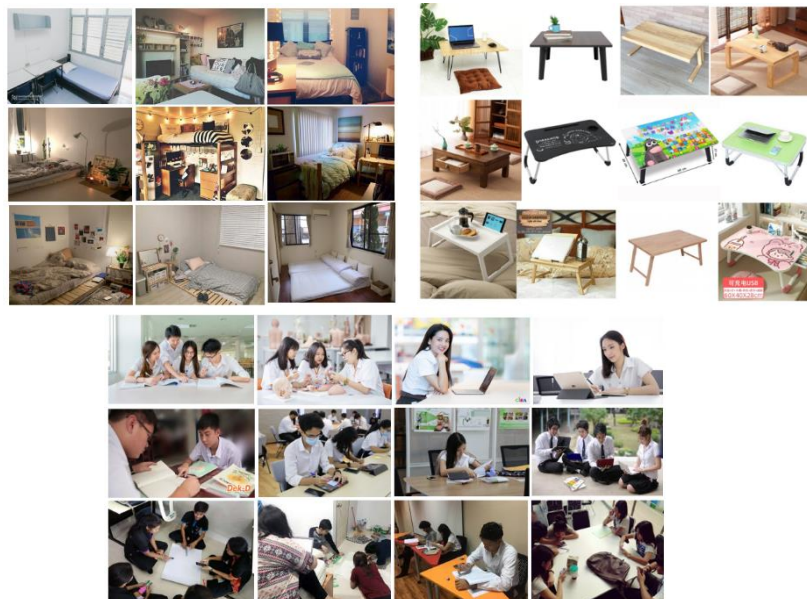
สำหรับแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์รูปแบบเดิม และการวิเคราะห์ข้อมูลเฟอร์นิเจอร์คณะผู้วิจัยมีความเห็นที่จะพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ให้มีความหลากหลายในการใช้งานมากขึ้น ด้วยเครื่องมือ Moodboard และการ sketch idea โดยการเพิ่มรูปแบบในการใช้งานของที่วางแก้วและจุดวางอุปกรณ์รวมถึงจุดแขวนผนังในการใช้งานได้อย่างหลากหลาย สะดวกสบายต่อการใช้งาน และการจัดเก็บของกลุ่มเป้าหมายในปัจจุบันตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยประยุกต์เฟอร์นิเจอร์รูปแบบใหม่ให้สอดคล้องรูปแบบแต่ละด้าน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพแสดงกระบวนการคิดในการประยุกต์รูปแบบเฟอร์นิเจอร์

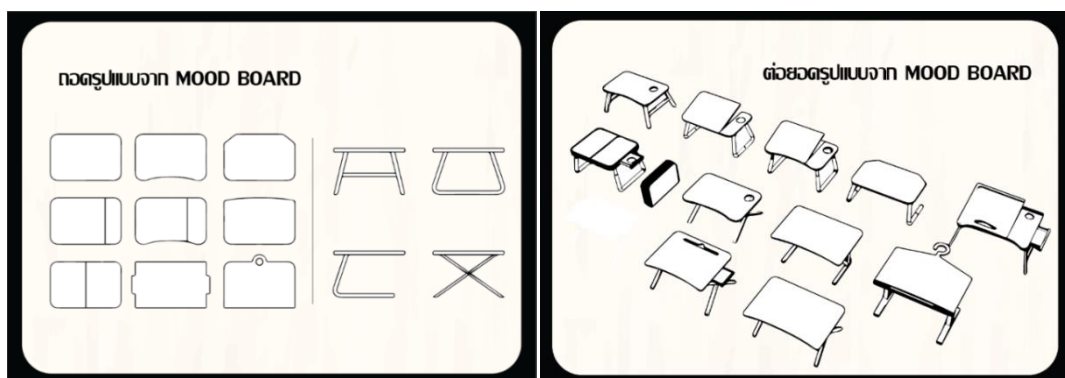
### การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและการออกแบบผลิตภัณฑ์

กลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยได้กำหนด คือ นักศึกษาที่อาศัยในหอพักขนาดเล็ก โดยศึกษาลักษณะต่างๆของผู้บริโภค เช่น กิจกรรมยามว่าง เทคโนโลยีต่าง ๆ ความต้องการที่อยู่อาศัย สิ่งของในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ซึ่งผู้บริโภคช่วงศึกษานักศึกษาอายุในช่วง 18-22 ปี ถือเป็นกลุ่มใหญ่ในสังคมนักศึกษาที่มีพฤติกรรมของตนเองอย่างเด่นชัด กลุ่มบุคคลนี้จะเริ่มสนใจซื้อของที่สะดวกต่อการใช้งาน และมีความโดดเด่น เช่น รองเท้า กระเป๋า นาฬิกา เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยแสดงลักษณะต่างๆของพฤติกรรมผู้และเอกลักษณ์ของผู้บริโภคในรูปแบบ Moodboard ดังนี้



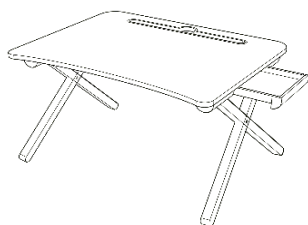
รูปที่ 2 ภาพแสดงโต๊ะนั่งทำงานที่นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้อาศัยอยู่ในหอพักที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด และพฤติกรรมนักศึกษา

จากรูปโต๊ะทำงานของนักศึกษา ทำให้เกิดแนวความคิด ในการออกแบบจากสิ่งที่พบใน Moodboard คือ 1) รูปแบบที่พบ ได้แก่ เรียบง่ายและหรูหรา 2) สีที่พบ ได้แก่ สีเขียว สีขาว สีฟ้า สีดำ สีแดง สีขาว สีครีม สีเทา 3) ลวดลาย ได้แก่ ลายการ์ตูน ลายไม้ธรรมชาติลายไม้ และพื้นปูน 4) รูปทรงที่พบ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า 5) องค์ประกอบโต๊ะ ได้แก่ ขาโต๊ะพับเก็บได้ ขนาดยาว 30 เซนติเมตร พื้นโต๊ะมีขนาด ยาว 60 เซนติเมตร กว้าง 60 เซนติเมตร วัสดุที่พบ คือ ไม้อัดและพลาสติกขึ้นรูป การใช้งานมีลักษณะเรียบง่าย ธรรมดา 6) เฟอร์นิเจอร์ที่อยู่ในห้องพักนักศึกษา เติ่งนอน โต๊ะทำงาน โต๊ะเครื่องแป้ง ตู้เสื้อผ้า 7) ขนาดความกว้างของห้องพัก ประมาณ 20-30 ตารางเมตร

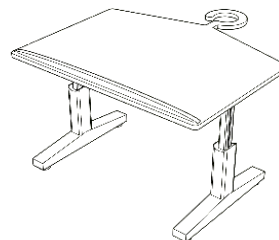


รูปที่ 3 ภาพแสดงถอดรูปร่างรูปทรงจาก Moodboard

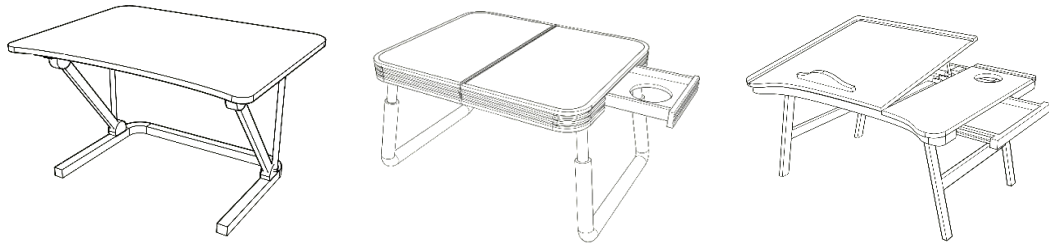
จากนั้นผู้วิจัยเลือกภาพสเก็ตแบบ 2 มิติมา 1 ภาพ เพื่อการออกแบบในรูปแบบที่ดูทันสมัยได้แรงบันดาลใจมาจากวิถีชีวิตของคนในวัยทำงานผสมผสานแนวคิดรูปแบบทรงเรขาคณิตและวิถีชีวิต รวมถึงของใช้ต่าง ๆ จากนั้นได้นำแนวความคิดที่ได้มา sketch design ในรูปแบบ 3 มิติ ดังรูปที่ 4-8



โต๊ะอเนกประสงค์รูปแบบที่ 1



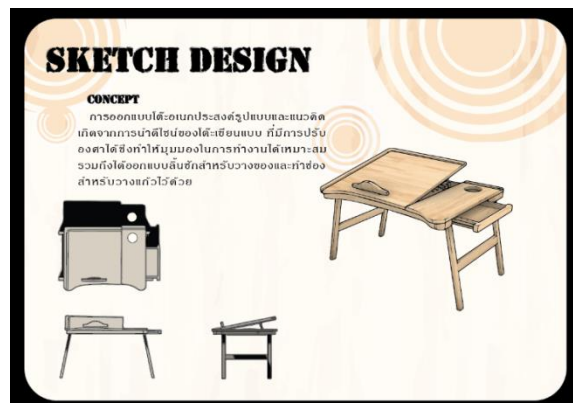
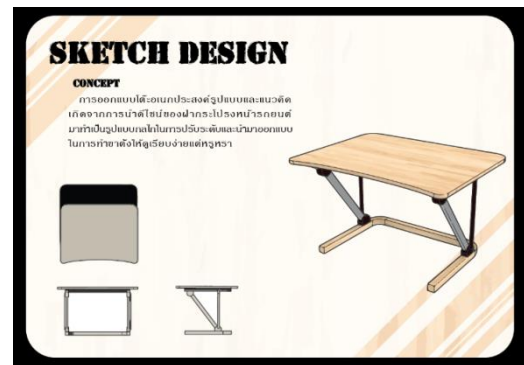
โต๊ะอเนกประสงค์รูปแบบที่ 2



โต๊ะอเนกประสงค์รูปแบบที่ 3

โต๊ะอเนกประสงค์รูปแบบที่ 4

โต๊ะอเนกประสงค์รูปแบบที่ 5



รูปที่ 4 แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษา

### การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ผลิตภัณฑ์โต๊ะเนกประสงค์ขนาดเล็ก

จากการประเมินตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้านรูปแบบโต๊ะเนกประสงค์ทั้ง 5 รูปแบบในหัวข้อต่อไปนี้ คือ 1) มีความสะดวกสบายในการใช้งาน 2) ประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่าง 3) ความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย 4) มีขนาดที่เหมาะสม 5) รูปทรงสวยงามน่าใช้ 6) มีรูปแบบตามสมัยนิยม 7) มีความโดดเด่นเมื่อนำไปใช้ 8) ง่ายต่อการการซ่อมแซม 9) ง่ายต่อการทำความสะอาด 10) รูปแบบไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อการใช้งาน

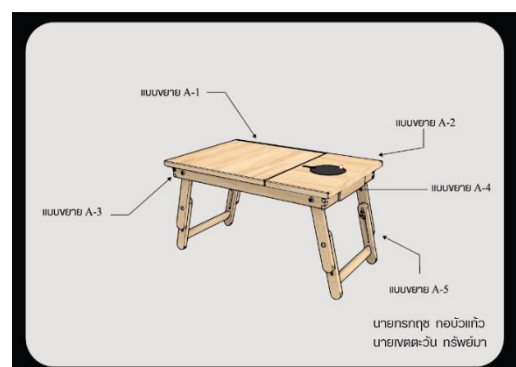
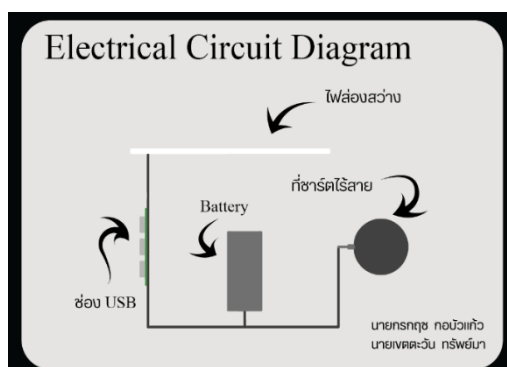
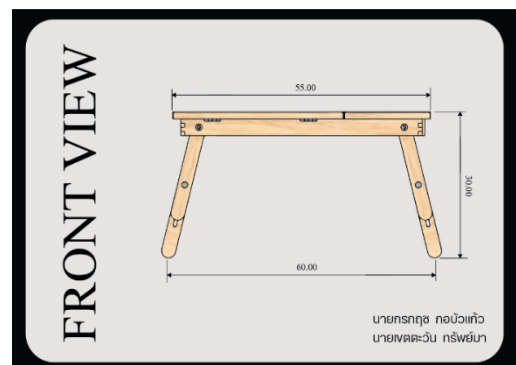
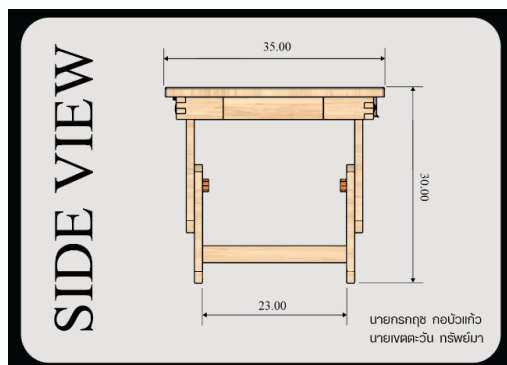
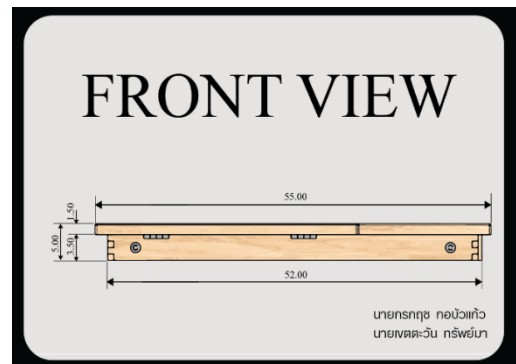
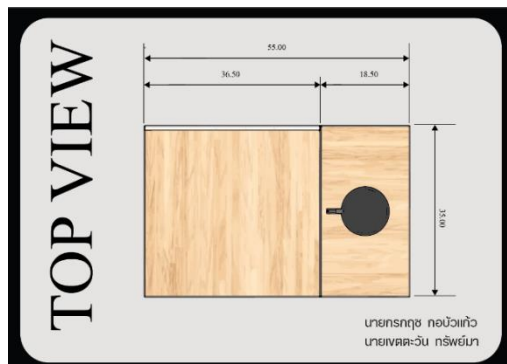
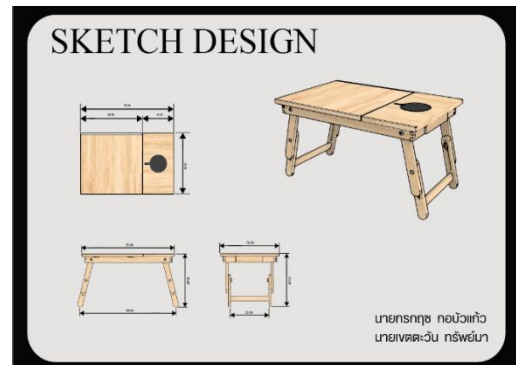
ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์โต๊ะเนกประสงค์ต้นแบบทั้ง 5 แบบ

| ผลิตภัณฑ์โต๊ะเนกประสงค์ต้นแบบในแบบต่าง ๆ | $\bar{X}$ | S.D. |
|------------------------------------------|-----------|------|
| Product Design 1                         | 3.96      | 0.72 |
| Product Design 2                         | 3.64      | 0.77 |
| Product Design 3                         | 3.84      | 0.65 |
| Product Design 4                         | 3.71      | 0.73 |
| Product Design 5                         | 3.97      | 0.63 |

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของโต๊ะเนกประสงค์ต้นแบบในรูปแบบต่าง ๆ โต๊ะเนกประสงค์รูปแบบที่ 5 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยในภาพรวม ( $\bar{X} = 3.97$ ) สรุปได้ว่าโต๊ะเนกประสงค์รูปแบบที่ 5 มีความเหมาะสมต่อการนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์



รูปที่ 5 ภาพแสดงโต๊ะเนกประสงค์ต้นแบบที่ได้รับเลือก



รูปที่ 6 ภาพแสดงภาพแสดงส่วนประกอบของโต๊ะอเนกประสงค์

## ตารางที่ 2 ตารางการแสดงผลการประเมินผลิตภัณฑ์

| รายการประเมิน                          | กลุ่มเป้าหมาย (n=30) |      |           |
|----------------------------------------|----------------------|------|-----------|
|                                        | $\bar{X}$            | S.D. | ระดับ     |
| 1. ด้านประโยชน์ใช้สอย                  |                      |      |           |
| มีความสะดวกสบายในการใช้งาน             | 4.63                 | 0.48 | มากที่สุด |
| ประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่าง        | 4.53                 | 0.50 | มากที่สุด |
| ความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย          | 4.37                 | 0.60 | มาก       |
| มีขนาดที่เหมาะสม                       | 4.50                 | 0.50 | มากที่สุด |
| 2. ด้านความงาม                         |                      |      |           |
| รูปทรงสวยงามน่าใช้                     | 4.57                 | 0.50 | มากที่สุด |
| มีรูปแบบตามสมัยนิยม                    | 4.53                 | 0.50 | มากที่สุด |
| มีความโดดเด่นเมื่อนำไปใช้              | 4.47                 | 0.50 | มาก       |
| 3. ด้านความปลอดภัย                     |                      |      |           |
| ง่ายต่อการการซ่อมแซม                   | 4.47                 | 0.56 | มาก       |
| ง่ายต่อการทำความสะอาด                  | 4.47                 | 0.56 | มาก       |
| รูปแบบไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อการใช้งาน | 4.43                 | 0.50 | มาก       |
| ค่าเฉลี่ย                              | 4.50                 | 0.52 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ และความเหมาะสมของโต๊ะอเนกประสงค์ โดยการออกแบบให้โต๊ะอเนกประสงค์มีการใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ เพื่อความสะดวกสบายของผู้บริโภค โดยค่าความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาใน 5 อันดับแรกตามลำดับ คือ อันดับ 1 มีความสะดวกสบายในการใช้งานที่มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.63$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด อันดับ 2 รูปทรงสวยงามน่าใช้ มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.57$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด อันดับ 3 และ 4 ประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่าง และมีรูปแบบตามสมัยนิยม มีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.53$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด และอันดับ 5 มีขนาดที่เหมาะสมมีความเหมาะสมเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.50$ ) อยู่ในระดับมากที่สุด

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ สามารถดำเนินการได้หลายวิธีสิ่งสำคัญอยู่ที่การคัดเลือกรูปแบบการใช้งานประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่าง รูปแบบของผลิตภัณฑ์ โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์จะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะขอบเขต

และข้อจำกัดในการนำไปใช้ก่อน เช่น การออกแบบรูปทรงให้สมดุลและลดทอนการใช้งานวัสดุที่ไม่จำเป็นออก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่จะทำให้ได้คุณภาพ แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์นั้นต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดีที่สุด ด้วยเหตุนี้การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จะทำให้การใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอยนั้นลดลง (สุทนต์ ของเหล็กนอก, 2449)

### สรุปผล

1) การศึกษากระบวนการการผลิตสู่แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็กสำหรับหอพักนักศึกษาใช้วัสดุชนิดไม้ไผ่มีความแข็งแรงคงทน ราคาไม่แพง น้ำหนักเบา ช่อมแซมได้ง่าย มีจำนวนมากในปัจจุบัน และยืดหยุ่นจึงมีความเหมาะสมมากที่สุดในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์การผลิตจากไม้ไผ่ เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่นั้นมีรูปแบบที่คล้ายกันบ้างก็มีการออกแบบรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ให้ดูทันสมัย และเพิ่มรูปแบบให้ดูสะอาดตาการนำไม้ไผ่นำมาออกแบบและประยุกต์ให้มีรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยและมีคุณภาพถือเป็นแนวคิดใหม่ ๆ ของการทำเฟอร์นิเจอร์จากไม้ไผ่เพื่อเพิ่มความหลากหลายและเพิ่มมูลค่าให้กับเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ต่อไปในสังคมไทยยุคใหม่

2) การศึกษาถึงแนวทางการออกแบบและพัฒนาโต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก เพื่อที่จะสอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในสภาพสังคมปัจจุบันแนวทางการออกแบบประยุกต์สำหรับโต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก เพื่อที่จะสอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในสภาพสังคมปัจจุบัน โดยนำการออกแบบและเทคโนโลยีมาพัฒนาด้านประโยชน์ใช้สอยรวมถึงออกแบบให้เหมาะสมกับรูปร่างเพื่อให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในสภาพสังคมปัจจุบัน มีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีความโดดเด่นเมื่อนำไปใช้และมีรูปแบบตามสมัยนิยม (ทรงวิทย์ ขาวทอง, 2556)

3) การศึกษาพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์และความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ จากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเป้าหมายการประเมินผลความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบโต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ได้ค่าเฉลี่ยได้ 4.50 อยู่ในระดับดีมากโดยมีการประเมินในด้านต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยมา เช่น การใช้งานความสวยงามเอกลักษณ์เฉพาะตัวความปลอดภัยและประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่างเป็นต้น แนวทางการออกแบบโต๊ะอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ต้องคำนึงในเรื่องของการตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคสูงสุด สัดส่วนของมนุษย์ พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค โดยต้องคำนึงความสัมพันธ์ระหว่างการตลาด ศิลปะการออกแบบ และกระบวนการผลิต ซึ่งสิ่งทำให้เกิดแนวทางและเงื่อนไขการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดสอดคล้องกับความเป็นไปได้ในการผลิต และผลประโยชน์

ที่ได้รับมืองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิจัยข้อมูลทางด้านการตลาดที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์เดิมของกลุ่มผู้ผลิต หมายถึง สร้างจุดเด่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่จะสร้างภาพพจน์ให้ผู้ซื้อยอมรับ และจดจำ ส่วนที่ 2 การวิจัยข้อมูลด้านประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับรูปร่างและกรรมวิธีการผลิต ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยข้อมูลด้านความเหมาะสมของกระบวนการผลิต กับผลิตภัณฑ์เดิม เงื่อนไขของกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องและเงื่อนไขของวัสดุที่มีผลต่อการลงทุนและกระบวนการผลิต

4) สำหรับการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยด้านการพัฒนาวัสดุ การเพิ่มประโยชน์ใช้สอย ในด้านอื่น ๆ การนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาร่วมพัฒนาเพื่อเพิ่มความแข็งแรง รวมถึงการออกแบบ ให้มีความหลากหลายและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักศึกษาเพิ่มขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

- 1) ด้านวัสดุปัญหาที่พบ คือ ไม้ไผ่เมื่อรับน้ำหนักมากเกินไปอาจแตกหรือหักได้ เมื่อมีน้ำหนัก เกิน และเมื่อเปียกไม้ อาจเกิดการบิดโก่งหรือโค้งงอ
- 2) ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์โต๊ะอเนกประสงค์ชิ้นนี้ สามารถต่อยอดในการพัฒนาต่อไปได้อีก โดยคำนึงถึงสัดส่วนของมนุษย์ พฤติกรรมผู้บริโภค การเพิ่มประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่น ๆ

### เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ สืบสาย. (2558). การออกแบบโต๊ะอาหารอเนกประสงค์สำหรับผู้พักอาศัยในพื้นที่จำกัด. ศิลปนิพนธ์ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กุนนที ภูวิจารณ์. (2555). การวิจัยและพัฒนาที่จัดเก็บเสื้อผ้าอเนกประสงค์จากกระดาษรีไซเคิล สำหรับที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด. ปริญญานิพนธ์ศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา นวัตกรรมและการออกแบบ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทรงวิทย์ ขาวทอง. (2556). โครงการเฟอร์นิเจอร์ร่วมสมัยแรงบันดาลใจจากงานหัตถกรรมไม้ไผ่ กรณีศึกษา ต.พนมทวน อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ศิลปมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปาริชาติ นิรชน. (2558). การออกแบบโต๊ะเครื่องแป้งสำหรับห้องพักอาศัยขนาดเล็ก. ศิลปนิพนธ์ ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ฝนทิพย์ วงศ์สุภาชาติกุล. (2558). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเช่าห้องพักสำหรับการอยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล**. การศึกษาค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุหนต์ ซองเหล็กนอก. (2549). **การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่**. ศิลปะประยุกต์มหาบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

# Integration of Artificial Intelligence and Omics Technologies for Precision Oncology

Sujimon Mungkalarungsi<sup>1\*</sup>, Arada Subsiripaibool<sup>2</sup>, Winthai Duang-Ngern<sup>3</sup>,  
Pitchayes Phonporton<sup>4</sup>, Ittiphat Siriwitpreecha<sup>5</sup>, Chatnatda Ovatnupat<sup>6</sup>,  
Kanruthay Ruktaengam<sup>7</sup>, and Thanaporn Chawanasunthorn<sup>8</sup>

## ABSTRACT

This comprehensive review examines the integration of artificial intelligence (AI) and cancer treatment from an omics perspective. As cancer incidence and mortality rates continue to rise globally, understanding tumor heterogeneity and molecular subtypes has become essential for effective therapy. The review highlights the role of AI in analyzing omics data, including genomics, proteomics, transcriptomics, epigenomics, and metabolomics. AI-driven precision oncology significantly enhances diagnostics, treatment selection, and prognosis prediction by identifying complex patterns and correlations within large-scale datasets. By combining AI with various omics approaches, researchers are uncovering new insights into cancer biology, enabling more personalized therapeutic interventions. Additionally, the review explores the future potential of AI in oncology, focusing on the possibilities for improved patient outcomes and groundbreaking discoveries in cancer research.

Keywords: cancer, oncology, artificial intelligence, omics, precision medicine

---

<sup>1\*</sup> Independent researcher

<sup>2,4,6,7,8</sup> Triam Udom Suksa School

<sup>3,5</sup> The Newton Sixth Form School

\* Corresponding author e-mail: khunsujimon.m@gmail.com

Received: Jul 1, 2024

Revised: Aug 28, 2024

Accepted: Oct 9, 2024

## Introduction

Cancer is a disease characterized by the uncontrolled growth of abnormal cells that extend beyond their normal boundaries, potentially invading nearby tissues and spreading to distant organs. This progression, known as metastasis, disrupts and destroys organ function by obstructing the supply of nutrients and oxygen, leading to the accumulation of waste products. Cancer can affect almost any part of the body, presenting in various forms, and often spreads through the blood and lymphatic systems during advanced stages (Siegel et al., 2023). As a significant global health challenge, cancer is responsible for approximately 10 million deaths worldwide in 2020, with an estimated 1,958,310 new cases and 609,820 deaths projected in the United States alone in 2023 (Afolayan et al., 2024; Siegel et al., 2023). The incidence and mortality rates of cancer continue to rise globally, marking it as one of the leading causes of death (Sung et al., 2021). Additionally, a study predicts a consistent cancer death rate of approximately 0.24% in any country worldwide over the next century (Gaidai, Yan, & Xing, 2023).

Tumor heterogeneity, the variation in cell populations within tumors, is a universal feature of all cancer types. This heterogeneity includes differences between tumors of the same type among different patients (inter-tumor heterogeneity) and within individual tumors (intra-tumor heterogeneity) (Li et al., 2023). Recognized as a critical factor in cancer progression, tumor heterogeneity affects every stage, from initiation to metastasis and recurrence (Li et al., 2023). The sources of this heterogeneity include genetic, epigenetic, transcriptomic, proteomic, and metabolomic alterations (Li et al., 2023). Understanding these variations is essential for developing individualized therapies, particularly through cancer subtyping based on the molecular characteristics of primary tumors, which relies heavily on gene expression data (Shen et al., 2022). Although gene expression signature-based classification has shown promise, challenges such as platform differences, batch effects, and difficulties in classifying individual patient samples have limited its widespread implementation. The significance of cancer subtyping lies in its ability to guide the selection of specific therapies and the design of targeted treatments. While traditional cancer classification

methods rely on histopathological and clinical characteristics, gene expression profiling faces challenges from technical variations and experimental protocols, which can lead to non-biological batch effects (Gao et al., 2019). Within a single cancer type, multiple subtypes may exist, each influencing treatment decisions. For example, breast cancer is typically classified into subtypes such as LumA, LumB, HER2, Basal, and Normal, each guiding different treatment approaches (Luo et al., 2023). Similarly, prostate cancers exhibit diverse subtypes defined by specific gene fusions (e.g., ERG, ETV1/4, FLI1) or mutations (e.g., SPOP, FOXA1, IDH1), revealing highly varied genomic, epigenomic, and transcriptomic patterns (The Cancer Genome Atlas Research Network, 2015).

In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful tool for integrating and analyzing multi-omics data. The applications of AI in the medical field have expanded significantly, encompassing clinical practice, translational medicine, and biomedical research across various diseases, including cancer (Kourou et al., 2021). In oncology, AI is employed for a range of purposes, including risk assessment, automated segmentation, lesion detection, characterization, grading, staging, prognosis prediction, and therapy response evaluation (Cuocolo et al., 2020). AI's ability to accelerate the analysis of vast datasets, recognize patterns, and facilitate informed decision-making has made it instrumental in advancing medical research and practice (Xu et al., 2019). This review provides a comprehensive examination of the application of AI in cancer treatment, with a particular focus on its integration with multi-omics data. Additionally, it discusses the future potential of AI in advancing oncology, improving patient outcomes, and contributing to new discoveries in cancer research.

## Omics and Artificial Intelligence

In the context of oncology treatment, Omics and Artificial Intelligence (AI) are emerging areas that play critical roles in advancing personalized medicine and improving cancer treatment outcomes.

### Omics in Oncology

Omics refers to different areas of study that focus on various biological molecules in the body. These areas include: 1) Genomics: This is the study of genes

and DNA. In cancer treatment, genomics helps doctors understand which gene mutations cause cancer, so they can create specific treatments to target those mutations. (Micheel, Nass & Omenn, 2012) 2) Proteomics: This is the study of proteins. By studying proteins in cancer cells, scientists can learn how these cells work and find new ways to stop them. (Gillette, Jimenez & Carr, 2024). 3) Transcriptomics: This area focuses on RNA, which is made from DNA. Understanding RNA in cancer cells helps in discovering how these cells behave and in finding new treatment methods and 4) Metabolomics: This is the study of small molecules involved in metabolism. In cancer, studying these molecules can help identify new ways to diagnose and treat the disease. (Micheel et al., 2012).

### **Artificial Intelligence (AI) in Oncology**

Artificial Intelligence (AI) is technology that uses computers to analyze large amounts of data. In cancer treatment, AI can: 1) Help Diagnose Cancer: AI can look at medical images like X-rays and help doctors detect cancer earlier and more accurately (National Cancer Institute, 2024). 2) Plan Treatments: AI can use patient data to predict how well a treatment will work, allowing doctors to choose the best treatment for each patient. (National Cancer Institute, 2024; National Institutes of Health, 2024). 3) Discover New Drugs: AI can help find new cancer drugs faster by predicting which ones might work based on the characteristics of the cancer and 4) Monitor Progress: AI can track how well a patient is responding to treatment and suggest changes if needed to improve outcomes. (National Cancer Institute, 2024; National Institutes of Health, 2024).

By combining omics with AI, cancer treatment is becoming more personalized. This means treatments are tailored specifically to each patient's cancer, which can make them more effective and reduce side effects.

### **Omics technologies in oncology**

Molecules, such as genes, RNA, proteins, and metabolites, can be used to reveal the mechanisms underlying physiological processes and changes that occur during pathological conditions. Current technologies can obtain a huge number of molecular measurements from a biological sample. Many hundreds or thousands of molecules can be analyzed by high-throughput technologies termed as omics technologies. Examples of omics technologies include genomics, transcriptomics,

proteomics, and metabolomics, which correspond to global analyzes of genes, RNA, proteins, and metabolites, respectively. Those omics technologies can provide new insights into oncology.

Epigenetics refers to changes in gene expression that occur without altering the DNA sequence itself. These changes are influenced by various factors, including environmental exposures, lifestyle choices, and developmental processes. Epigenetic modifications can control which genes are turned on or off in different cell types, playing a critical role in regulating cellular functions and development. In the context of cancer, epigenetic alterations can lead to abnormal gene expression patterns that contribute to tumor initiation, growth, and metastasis. These changes may involve DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs, among other mechanisms. AI technology is increasingly used to analyze large-scale genomic and epigenomic data sets, helping researchers uncover patterns and correlations that provide insights into the role of epigenetics in cancer. This integration of AI with epigenetics research holds great promise for improving our understanding of cancer biology and developing targeted therapies tailored to individual patients.

In cancer genomics, the widespread availability of genetic information facilitated by next-generation sequencing (NGS) technologies offers valuable insights into tumor genomic profiles. Additionally, germline mutations in cancer-predisposing genes like BRCA1/2 are identified to assess cancer susceptibility (Xu et al., 2019). Cell-free DNA (cfDNA) from dying tumor cells, exosomes, and circulating tumor cells (CTCs) serve as sources for tumor DNA, aiding in genomic profiling for risk prediction, disease diagnosis, and targeted therapy development (Xu et al., 2019). The study of whole genome sequences and DNA sequence variants, known as genome analysis, has significantly impacted medicine, enabling disease diagnosis, treatment response assessment, and prognosis prediction (Babu & Snyder, 2023). In colorectal cancer (CRC), genetic features such as KRAS mutation and microsatellite instability (MSI) status play pivotal roles in disease characterization (Gao et al., 2023). Although cancer is not primarily hereditary, the genome represents the entirety of genes within a cell, and genomics delves into the study of organisms' genetic make-up. Genome-wide

association studies (GWAS) have successfully pinpointed interacting genetic variants contributing to cancer risk (Shao et al., 2022).

Transcriptomics involves measuring the complete set of RNA transcripts and their abundance in cells or cell populations, serving as a read-out of cell state. The continual advancements in transcriptomics have brought about transformative changes in modern medicine, offering applications in disease diagnosis and prognosis. This technology enables the elucidation of how different genes interact within specific cell types over time (Babu & Snyder, 2023). In recent experiments, the Deep Convolutional Graph Network (DCGN) outperformed seven other cancer subtype classification methods when applied to breast and bladder cancer gene expression datasets. These findings highlight the superior performance of DCGN in classification tasks (Gao et al., 2019). Consequently, whole transcriptome-based cancer subtyping has emerged as an effective strategy for dissecting cancer heterogeneity. This approach integrates genetic, epigenetic, and micro-environmental features, providing insights into cancer biology and clinical presentation (Gao et al., 2019).

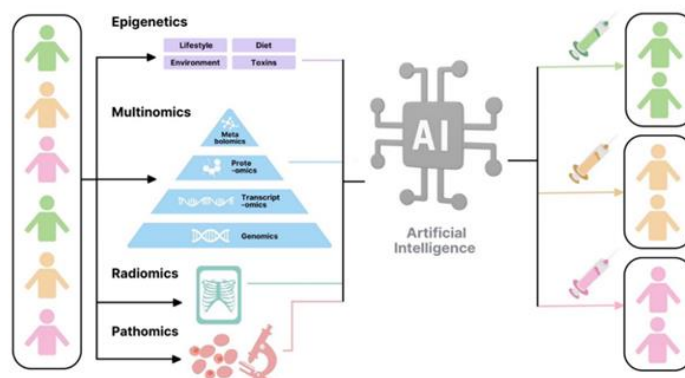
Proteomics involves quantifying the identity and abundance of all proteins within a sample. Mass spectrometry (MS)-based proteomics has demonstrated considerable potential by uncovering intricate and predictive biomarker signatures. These findings have not only enhanced clinical decision-making but have also facilitated the prediction of 118 patient trajectories through the application of machine learning techniques (Gillette et al., 2024).

Metabolomics involves studying small molecules in the body, typically those with a mass less than 1500 Da. Serving as the substrate for interactions between genetics, environment, microbiota, and exposome, metabolomics studies have driven advancements in biomedical research. These studies have applications in biomarker discovery, disease diagnosis, and prognosis (Babu & Snyder, 2023).

## Integration of AI and Omics technologies

Cancer is a multifactorial disease and the development of cancer is complicated. Even though multi-omics technology can provide lots of information for better understanding the molecular and clinical features of cancers, the extensive volume of information is challenging for humans to analyze and gain deep insight. Through the AI capabilities, AI can process vast quantities of information obtained from omics technology to unveil in-depth insights into various types of cancer. Hence, AI can strengthen multi-omics technology to become a powerful tool for cancer research and medical oncology. In clinical practice, AI can be utilized for diverse purposes, such as risk prediction, investigation, diagnosis, and therapy response evaluation.

AI assists cancer research through its application in genomics, epigenomics, transcriptomics, proteomics, and metabolomics. In genomics, AI algorithms analyze vast genomic datasets to identify cancer genetic variations, aiding in the discovery of driver mutations and personalized treatment strategies. Epigenomic analysis with machine learning algorithm uncover patterns within large scale epigenomic datasets intricate DNA methylation patterns and histone modifications, shedding light on gene expression regulation in cancer cells and identifying potential therapeutic targets (Vinciguerra, 2023). AI assisted transcriptomic can analyze tumor heterogeneity (Figure 1), the tumor microenvironment, immune-related adverse event pathogenesis, drug resistance (Gui et al., 2023).



**Figure 1** The synergistic integration of epigenetics, multi-omics, radiomics and pathomic data for AI-driven personalized patient management

AI-driven transcriptomics analysis uncovers dysregulated genes and pathways crucial for understanding cancer progression and classification. Moreover, AI facilitated proteomic analysis can predict complex protein biomarkers and interactions pivotal for elucidating cancer biology and developing targeted therapies. In addition, AI can identify risk factors, predict the likelihood of developing a disease (Gui et al., 2023). AI can be used to facilitate the integration of multi-omics information (Gao, Huang, & Xing, 2022). This integrated approach paves the way for the development of precision oncology, improving diagnosis and treatment outcomes for individual cancer patients.

### Current Applications of Omics and AI

Genomic testing, particularly the Oncotype DX test, has greatly improved breast cancer treatment by analyzing the activity of 21 genes in a tumor. This test is crucial for patients with early-stage, estrogen receptor-positive (ER+), node-negative breast cancer. It helps predict the risk of cancer returning and the potential benefit of chemotherapy. By identifying which patients are likely to benefit from chemotherapy, the test also helps avoid unnecessary treatments for those at low risk (McVeigh & Kerin, 2017). The effectiveness of the Oncotype DX test is even better when combined with biomarkers like long non-coding RNA MALAT1, which provides additional information about cancer prognosis (Huang et al., 2021). The use of Oncotype DX in clinical practice is a major step forward in personalized medicine, allowing for more accurate treatment plans that match each patient's risk level, leading to better outcomes and fewer unnecessary treatments (McVeigh & Kerin, 2017; Huang et al., 2021).

In lung cancer, the combination of artificial intelligence (AI) and omics data has advanced screening and diagnosis. AI models using CT scans and radiomics have shown better accuracy in telling the difference between benign and malignant nodules compared to traditional methods, though issues like high false positive rates remain. Adding omics data, such as genomics and proteomics, makes these models more accurate by providing a deeper understanding of the disease, leading to more personalized treatments. Future research should work on improving these AI models

to reduce false positives and ensure they are effective for all patient groups (Cheng, Li, & Wu., 2024; Gharehbaghi et al., 2023).

In colorectal cancer (CRC), metabolomic profiling has highlighted important metabolic changes before and after surgery, particularly in pathways like arginine and proline metabolism. Zhuang et al. (2022) found that gamma-linolenic acid (GLA) levels, which were lower before surgery, returned to normal afterward, showing potential as a marker for CRC recurrence and prognosis. Proteomics has also helped in early cancer detection and personalized treatment by identifying specific protein biomarkers, allowing for customized therapies and monitoring treatment responses. Combining these omics approaches with AI enables a more efficient analysis of complex data, leading to more precise and individualized cancer care.

AI has also transformed the field of computational and digital pathology by integrating whole-slide imaging (WSI) with deep learning models like convolutional neural networks (CNNs). These AI-driven tools have greatly improved the accuracy and efficiency of diagnosing and classifying cancerous tissues, especially in prostate, colorectal, and breast cancer. AI has also made pathology more precise by reducing differences between observers and allowing for remote analysis, which was especially useful during the COVID-19 pandemic (Cui & Zhang, 2021; Bera et al., 2019; Baxi et al., 2022).

The combination of omics data with AI has also improved the ability to predict cancer outcomes and tailor treatments to each patient. For example, in colorectal cancer, AI models that include omics data have performed better than traditional methods in predicting patient outcomes, providing deeper insights into tumor biology and leading to more effective treatments (Cui & Zhang, 2021). Additionally, AI has advanced the discovery of biomarkers and patient stratification, particularly in immuno-oncology. AI-driven algorithms and multiplex immunohistochemistry (IHC) provide detailed information on immune cell distribution within tumors, improving predictions of responses to immune checkpoint inhibitors and supporting personalized treatment plans (Baxi et al., 2022).

However, the use of omics and AI in cancer care faces several challenges. One major issue is the variability in data quality and the need for standardization,

as differences in how samples are prepared and processed can affect the reliability of results (McVeigh & Kerin, 2017; Huang et al., 2021). The complexity of combining multi-omics data with AI models also makes the process difficult, requiring advanced computational tools and expertise (Cheng et al., 2024; Cui & Zhang, 2021). Additionally, many AI models, especially deep learning algorithms, are seen as "black boxes", making it hard for doctors to understand and trust their recommendations (Bera et al., 2019). High false positive rates in cancer screening and the risk of overfitting also present significant challenges, leading to unnecessary treatments and limiting the general use of AI models (Gharehbaghi et al., 2023). Ethical concerns about patient privacy and data security, as well as biases in AI algorithms, further complicate their use in clinical settings (Baxi et al., 2022). Additionally, the slow pace of clinical validation and regulatory approval, along with the high costs associated with these technologies, limits their availability, especially in areas with fewer resources (Zhuang et al., 2022). Addressing these challenges is essential to fully realize the potential of omics and AI in improving cancer care.

### Conclusion

The integration of artificial intelligence (AI) into cancer care represents a major improvement over traditional methods that relied on manual analysis of omics data. Previously, cancer diagnosis and treatment were often slow and less accurate, with decisions based on general protocols rather than tailored to individual patients. AI has changed this by making data analysis faster and more precise, helping doctors to detect cancer earlier and choose the best treatment for each patient. By combining AI with omics technologies, it is now possible to create more personalized and effective treatment plans, which improves patient outcomes. As AI continues to develop, it will likely lead to even more advances in cancer research and care, offering new ways to understand and treat the disease at a deeper level. This progress holds the potential to greatly enhance the effectiveness of cancer treatments and improve the quality of care for patients worldwide.

## Recommendation

To improve the use of omics and AI in cancer care, it is important to create clear guidelines for collecting and processing data to ensure that results are consistent and reliable. Making AI models easier to understand will help doctors trust and use them in their work. We also need to address ethical issues, such as protecting patient privacy and avoiding biases in AI. Testing these technologies thoroughly in clinical trials is necessary to prove they are safe and effective. Additionally, finding ways to lower costs and increase access, especially in areas with fewer resources, is essential. Continued research should focus on improving AI models and discovering new uses for omics to enhance personalized cancer treatment and patient outcomes.

## Acknowledgement

Authors would like to express sincere gratitude to our advisor, Dr. Kasem Theerakittayakorn, who guided, instructed, and motivated us.

## References

- Afolayan, O.D., Firemong, C.K., Komlaga, G., Addo-Fordjour, P., Addy, B.S., & Emikpe, B.O. (2024). A review of preclinical evidence of *Cryptolepis nigrescens* (Wennberg) L. Joubert. and Bruyns., *Prosopis africana* (Guill. and Perr.) Taub. and *Pterygota macrocarpa* K. Schum. traditionally used to manage tumours in Ghana. **Journal Ethnopharmacology**, 321, 117475.
- Babu, M., & Snyder, M. (2023) Multi-Omics Profiling for Health. **Molecular & Cellular Proteomics**, 22(6), 100561.
- Baxi, V., Edwards, R., Montalto, M., & Saha, S. (2022). Digital pathology and artificial intelligence in translational medicine and clinical practice. **Modern Pathology**, 35(1), 23-32. <https://doi.org/10.1038/s41379-021-00919-2>.

- Bera, K., Schalper, K. A., Rimm, D. L., Velcheti, V., & Madabhushi, A. (2019). Artificial intelligence in digital pathology-new tools for diagnosis and precision oncology. **Nature Reviews Clinical Oncology**, 16(11), 703–715. <https://doi.org/10.1038/s41571-019-0252-y>.
- Cheng, C., Li, Y., & Wu, F. (2024). Application value of early lung cancer screening based on artificial intelligence. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, 17(2024), 100982. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2024.100982>.
- Cui, M., & Zhang, D. Y. (2021). Artificial intelligence and computational pathology. **Laboratory Investigation**, 101(4), 412-422. <https://doi.org/10.1038/s41374-020-00514-0>.
- Cuocolo, R., Caruso, M., Perillo, T., Ugga, L., & Petretta, M. (2020). Machine Learning in oncology: A clinical appraisal. **Cancer Letters**, 481, 55-62.
- Gaidai, O., Yan, P., & Xing, Y. (2023). Future world cancer death rate prediction. **Scientific Reports**, 13(1), 303.
- Gao, F., Huang, K., & Xing, Y. (2022). Artificial Intelligence in Omics. **Genomics Proteomics Bioinformatics**, 20(2022), 811-813.
- Gao, F., Wang, W., Tan, M., Zhu, L., Zhang, Y., Fessler, E., Vermeulen, L., & Wang, X. (2019). DeepCC: a novel deep learning-based framework for cancer molecular subtype classification. **Oncogenesis**, 28(9), 44.
- Gao, Q., Yang, L., Lu, M., Jin, R., Ye, H., & Ma, T. (2023). The artificial intelligence and machine learning in lung cancer immunotherapy. **Journal of Hematology & Oncology**, 16(1), 55.
- Gharehbaghi, A., Partovi, E., & Babic, A. (2023). Parallel recurrent convolutional neural network for abnormal heart sound classification. **Studies in Health Technology and Informatics**, 302, 526–530.
- Gillette, M.A., Jimenez, C.R., & Carr, S.A. (2024). Clinical Proteomics: A Promise Becoming Reality. *Cell Stem Cell*. **Molecular & Cellular Proteomics**, 23(2), 100688.
- Gui, Y., He, X., Yu, J., & Jing, J. (2023). Artificial Intelligence-Assisted Transcriptomic Analysis to Advance Cancer Immunotherapy. **Journal of Clinical Medicine**, 12(4), 1279.

- Huang, Z., Qin, Q., Xia, L., Lian, B., Tan, Q., Yu, Y., & Mo, Q. (2021). Significance of Oncotype DX 21-Gene Test and Expression of Long Non-Coding RNA MALAT1 in Early and Estrogen Receptor-Positive Breast Cancer Patients. **Cancer Management and Research**, 13, 587–593. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S276795>.
- Kourou, K., Exarchos, K.P., Papaloukas, C., Sakaloglou, P., Exarchos, T., & Fotiadis, D.I. (2021). Applied machine learning in cancer research: A systematic review for patient diagnosis, classification and prognosis. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, 6, 5546-5555.
- Li, J., Li, L., You, P., Wei, Y., & Xu, B. (2023). Towards artificial intelligence to multi-omics characterization of tumor heterogeneity in esophageal cancer. **Seminars in Cancer Biology**, 91, 35-49.
- Luo, J., Feng, Y., Wu, X., Li, R., Shi, J., Chang, W., & Wang, J. (2023). ForestSubtype: a cancer subtype identifying approach based on high-dimensional genomic data and a parallel random forest. **BMC Bioinformatics**, 24(1), 289.
- McVeigh, T. P., & Kerin, M. J. (2017). Clinical use of the Oncotype DX genomic test to guide treatment decisions for patients with invasive breast cancer. **Breast Cancer: Targets and Therapy**, 9, 393–400. <https://doi.org/10.2147/BCTT.S109847>.
- Micheel, C.M., Nass, S.J. & Omenn, G.S. (2012). Evolution of Translational Omics: Lessons Learned and the Path Forward. **The National Academies Press (US)**. Retrieved Aug 25, 2024, from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK202165/>.
- National Cancer Institute. (2024). **Artificial intelligence in cancer research**. Retrieved Aug 25, 2024, from: <https://www.cancer.gov/research/infrastructure/artificial-intelligence>.
- National Institutes of Health. (2024). **AI tool predicts response to cancer therapy**. Retrieved Aug 25, 2024, from: <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/ai-tool-predicts-response-cancer-therapy>.
- Shao, D., Dai, Y., Li, N., Cao, X., Zhao, W., Cheng, L., Rong, Z., Huang, L., Wang, Y., & Zhao, J. (2022). Artificial intelligence in clinical research of cancers, **Briefings in Bioinformatics**, 23(1), bbab523.

- Shen, J., Shi, J., Luo, J., Zhai, H., Liu, X., Wu, Z., Yan, C., & Luo, H. (2022). Deep learning approach for cancer subtype classification using high-dimensional gene expression data. **BMC Bioinformatics**, 23(1), 430.
- Siegel, R.L., Miller, K.D., Wagle, N.S., & Jemal, A. (2023). Cancer statistics, 2023. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, 73(1), 17-48.
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, 71(3), 209-249.
- The Cancer Genome Atlas Research Network. (2015). The Molecular Taxonomy of Primary Prostate Cancer. **Cell**, 163(4), 1011-1025.
- Vinciguerra, M. (2023). The Potential for Artificial Intelligence Applied to Epigenetics. **Mayo Clinic Proceedings: Digital Health**, 1(4), 476-479.
- Xu, J., Yang, P., Xue, S., Sharma, B., Sanchez-Martin, M., Wang, F., Beaty, K.A., Dehan, E. & Parikh, B. (2019). Translating cancer genomics into precision medicine with artificial intelligence: applications, challenges and future perspectives. **Human Genetics**, 138(2), 109-124.
- Zhuang, F., Bai, X., Shi, Y., Chang, L., Ai, W., Du, J., Liu, W., Liu, H., Zhou, X., Wang, Z., & Hong, T. (2022). Metabolomic profiling identifies biomarkers and metabolic impacts of surgery for colorectal cancer. **Frontiers in Surgery**, 9, 913967. From: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.913967>.

# Advancements in Precision Cancer Medicine: Integrating Artificial Intelligence with Metabolomics for Enhanced Diagnostic and Prognostic Accuracy

Sujimon Mungkalarungsi<sup>1\*</sup>, Nattaka Limranangkula<sup>2</sup>, Pichayapa Yuphong<sup>3</sup>,  
Mantana Kongtanakusul<sup>4</sup>, Sooknapat Chongsawadvorakul<sup>5</sup>,  
Somprat Suratannon<sup>6</sup>, Punchaya Tapaneeyasathid<sup>7</sup>, and Phatthicha Leowattana<sup>8</sup>

## ABSTRACT

Cancer is a complex disease that requires continued research and advancements in prevention and treatment. Understanding the metabolic alterations that occur in cancer cells is essential for developing precision cancer medicine. Metabolomics has emerged as a powerful tool for studying cancer metabolism. By profiling the metabolite composition of a cancer, metabolomics enables the identification of metabolic signatures associated with specific cancer types and stages, as well as the discovery of novel biomarkers for diagnosis and prognosis. By combining artificial intelligence with metabolomics, scientists can reveal perspectives on cancer biology, leading to tailored therapeutic strategies.

---

<sup>1\*</sup> Independent researcher

<sup>2</sup> International Community School

<sup>3</sup> Satriwithaya School

<sup>4</sup> Assumption College Thonburi

<sup>5</sup> Patumwan Demonstration School

<sup>6</sup> Triam Udom Suksa School

<sup>7</sup> Assumption Convent School

<sup>8</sup> Denla British School

\* Corresponding author e-mail: khunsujimon.m@gmail.com

Received: Aug 10, 2024

Revised: Nov 28, 2024

Accepted: Dec 20, 2024

This article provides a comprehensive review of the integration of artificial intelligence and metabolomics in precision cancer medicine approaches.

Keywords: Metabolomics, biomarker, cancer, Artificial Intelligence, Precision Medicine

## Introduction

Cancer is a complex disease marked by uncontrolled cell growth and the potential for metastasis, contributing significantly to global health challenges (Clish, 2015). Rising incidence and mortality rates emphasize the urgency for continued advancements in prevention, early detection, and treatment. Cancer subtyping through molecular characteristics is essential for individualized therapy and understanding cancer heterogeneity, yet challenges in classification have limited its broad clinical application. Effective cancer subtyping enables tailored therapy selection and precision medicine approaches that significantly enhance patient outcomes (Tsimberidou, Fountzilas, Nikanjam, & Kurzrock, 2020).

Metabolomics has emerged as a pivotal field for studying cancer metabolism by enabling comprehensive profiling of metabolites—small molecule signatures that reflect the molecular phenotype of cancer cells (Ngan, Lam, Li, Zhang, & Cai, 2023). By examining metabolic alterations in tumors, metabolomics provides valuable insights for biomarker discovery and disease characterization across cancer types (Liberti & Locasale, 2016). However, limitations in sample interpretation, particularly when comparing biofluids (e.g., blood, urine) to tissue samples, affect data consistency and the interpretation of biomarkers for diagnostic and prognostic applications (German, Hammock, & Watkins, 2005; Danzi et al., 2023).

AI integration into cancer metabolomics is revolutionizing diagnostic accuracy and treatment precision. Although still developing, studies show that AI can improve cancer diagnostics by identifying intricate metabolic patterns in large datasets (Barberis et al., 2022). Nevertheless, only a few studies have fully examined the role of AI in enhancing cancer diagnostics and treatment efficacy. To address this gap, this review evaluates current research on AI in cancer metabolomics, discusses the relevance of

specific biomarker samples, and presents a comprehensive table summarizing biomarkers identified across cancer types. (Table 1)

**Table 1:** Identified Biomarkers by Cancer Type

| No. | Cancer Type                | Biomarker           | Sample Type | Metabolomic Method | Diagnostic/Prognostic Significance               | Key References            |
|-----|----------------------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|
| 1   | Lung Cancer                | Polyamines          | Plasma      | LC-MS              | Predictive of Chemotherapy Response              | Klupczynska et al. (2017) |
| 2   | Lung Cancer                | Lactate             | Serum       | LC-MS              | Associates with Cancer Progression               | Peng et al. (2018)        |
| 3   | Renal Cell Carcinoma (RCC) | Amino Acids         | Urine       | LC-MS              | Diagnostic Potential                             | Bifarin et al. (2021)     |
| 4   | Ovarian Cancer             | Lipids              | Serum       | UPLC-MS/MS         | Associated with Cancer-Specific Metabolic Shifts | Gaul et al. (2015)        |
| 5   | Prostate Cancer            | Glucose Derivatives | Tissue      | LC-MS              | Biomarker for Cancer Subtyping                   | Ren S. et al. (2016)      |
| 6   | Breast Cancer              | Fatty Acids         | Serum       | GC-MS              | Provides Comprehensive Metabolic Insights        | Hassan et al. (2020)      |

In summary, this article explores the integration of AI and metabolomics in precision oncology, providing foundational insights into metabolic shifts across cancer types. By clarifying the roles of sample types, reviewing AI contributions to diagnostic improvements, and presenting a detailed summary of biomarkers, this work advances understanding in AI-assisted cancer metabolomics.

## Study Methods

This review assesses the integration of AI and metabolomics in precision cancer medicine through:

1. Literature Review: Systematic collection of studies on AI applications in metabolomics, biomarker discovery, and cancer diagnostics to examine advancements across major cancer types and evaluate biomarker impacts on prognosis and treatment.

2. Metabolomic Techniques Analysis: Examination of studies using NMR, MS, and chromatography techniques to assess effectiveness in biomarker detection and relevance across biofluid and tissue samples.

3. AI Methodologies Evaluation: Analysis of AI algorithms (e.g., machine learning, deep learning) in data processing and cancer subtype classification, focusing on predictive modeling and integration with other omics data.

4. Cancer-specific Findings: Review of studies on lung, breast, prostate, RCC, and ovarian cancer to summarize metabolic and biomarker characteristics and AI-driven improvements in diagnostics and care.

5. Biomarker Table Compilation: Creation of a table categorizing key biomarkers by cancer type, diagnostic relevance, and sample type, providing a structured overview for precision oncology.

This synthesis highlights AI-enhanced metabolomics' impact on cancer diagnosis, treatment precision, and prognosis, advancing precision cancer medicine. (Table 2)

**Table 2:** AI-Enhanced Precision Medicine Approaches In Metabolomics

| No. | AI Approach           | Application in Cancer Type | Outcome/Benefit                                     | Limitations                             | Key Studies                        |
|-----|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| 1   | Machine Learning      | Breast Cancer              | Predictive Modeling for Treatment Response          | Data Integration Challenges             | Irajizad et al. (2022)             |
| 2   | Deep Learning         | Pancreatic Cancer          | Enhanced Biomarker Detection and Outcome Prediction | Ethical and Data Handling Limitations   | Katta et al. (2023)                |
| 3   | AutoML-XAI            | Renal Cell Carcinoma       | Distinguishes RCC from Other Types                  | Limited Clinical Integration            | Bifarin & Fernandez (2023)         |
| 4   | Radiomics Integration | Various Types              | Improves Diagnostic Accuracy in Imaging             | High Computational Requirements         | Mbodi, Mathebela, & Dlamini (2023) |
| 5   | Predictive Modeling   | Lung Cancer                | Predicts Chemotherapy Efficacy                      | Statistical and Sample Size Limitations | Peng et al. (2018)                 |

## METABOLOMICS

Metabolomics, a branch of systems biology, is dedicated to the comprehensive study of endogenous small molecules, or metabolites, within biological systems. This approach aims to quantify metabolic biomarkers associated with cancer detection and treatment efficacy, with initial discovery typically occurring in preclinical settings using animal models and human cell cultures. These biomarkers then undergo translational validation in patient-derived biofluids (e.g., blood, urine) or tumor tissues to assess clinical relevance. Biofluids and tissue samples offer distinct advantages for noninvasive and targeted biomarker validation, respectively, depending on the origin and type of cancer (Ngan et al., 2023).

Metabolomic analyses commonly rely on advanced technologies like nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy and mass spectrometry (MS), both of which enable precise detection and quantification of metabolites. MS-based metabolomics, in particular, employs separation techniques—such as gas chromatography (GC) and liquid chromatography (LC)—to handle complex biological mixtures before analysis, enhancing the specificity and sensitivity of biomarker detection (Petrick & Shomron, 2022). This separation process simplifies complex spectra, improves isobaric differentiation, and provides additional physicochemical details about metabolites.

While mass spectrometry-based techniques are powerful, they often require specific sample preparation that can result in metabolite loss. Depending on the sample introduction and ionization methods used, certain metabolite classes may be excluded, making it essential to use complementary techniques (e.g., GC-MS and LC-MS) for a more comprehensive view of the metabolome. Metabolomics, as the closest “omics” field to phenotype, captures the direct metabolic responses to cellular and environmental stimuli, offering high-throughput and dynamic profiling of metabolites (German et al., 2005). The field continues to grow, with MS-based approaches expanding rapidly in publications compared to NMR-based studies (Dettmer et al., 2007), underscoring its impact on cancer research and biomarker discovery.

## CANCER METABOLOMICS

Cancer metabolism is fundamentally reprogrammed within tumor cells to meet the heightened demands for energy, biosynthesis, and survival, often driven by the Warburg Effect—wherein cells favor glycolysis over oxidative phosphorylation even in oxygen-rich conditions (Liberti & Locasale, 2016). This metabolic rewiring includes increased nutrient uptake, alterations in nitrogen metabolism, and shifts in gene expression, collectively fostering tumor growth and progression (Danzi et al., 2023; Martínez-Reyes & Chandel, 2021). Metabolomics has become an invaluable tool for analyzing these small-molecule metabolites, aiding in biomarker discovery and uncovering the metabolic signatures associated with different stages and types of cancer (Han, Li, Chen, & Yang, et al., 2021; Schmidt et al., 2021). By integrating metabolomics with other omics approaches, researchers are identifying metabolic

vulnerabilities in cancer cells, which holds promise for advancing personalized medicine and improving treatment strategies (Huang et al., 2022).

### **Key Studies in Cancer-specific Metabolomics**

#### **1. Lung Cancer**

Recent studies highlight specific metabolomic biomarkers in lung cancer. Klupczynska et al. (2017) identified 12 biomarkers in serum using LC-MS, linking these markers to physiological processes associated with lung cancer. Peng et al. (2018) further identified eight biomarkers predictive of chemotherapy response, using plasma samples and LC-MS analysis. Ruiying et al. (2020) and Xie et al. (2021) corroborated these findings, each identifying additional metabolic markers linked to lung cancer progression and treatment response, reinforcing the potential of metabolomics for tailored lung cancer therapies.

#### **2. Renal Cell Carcinoma (RCC)**

In RCC research, Jing et al. (2019) identified 21 tissue biomarkers using LC-MS, which correlated strongly with RCC pathology. Bifarin et al. (2021) expanded this understanding by identifying 10 urine biomarkers for RCC, highlighting noninvasive diagnostic potential. McClain et al. (2022) used serum samples to identify six additional biomarkers, advancing RCC diagnostic and therapeutic possibilities through metabolomic profiling.

#### **3. Ovarian Cancer**

Gaul et al. (2015) employed UPLC-MS/MS to identify 16 serum biomarkers associated with ovarian cancer, offering insights into disease-specific metabolic shifts. Buas et al. (2016) further identified 34 plasma biomarkers, linking 17 of these with significant correlations to ovarian cancer pathology, which can serve as valuable diagnostic and prognostic markers for the disease.

#### **4. Prostate Cancer**

Ren S. et al. (2016) analyzed tissue samples via LC-MS, uncovering 27 biomarkers specifically associated with prostate cancer's metabolic landscape. In parallel, Kumar, Gupta, Mandhani, & Sankhwar (2016) used NMR spectroscopy on serum samples to identify 52 additional biomarkers, broadening the scope of prostate cancer diagnostics and paving the way for refined therapeutic options.

## 5. Breast Cancer

Kanaan et al. (2014) used GC-MS and LC-MS on tissue samples, identifying 133 biomarkers that provide comprehensive metabolic insights into breast cancer. Hassan et al. (2020) focused on serum samples, uncovering 96 additional biomarkers using LC-MS. These studies collectively highlight metabolomics' role in diagnosing, subtyping, and prognosticating breast cancer, supporting precision oncology.

### Implications for Personalized Cancer Medicine

Metabolomics offers powerful insights into cancer metabolism, enabling the detection of cancer-specific biomarkers that reflect tumor metabolism's dynamic nature. By studying metabolic pathways unique to each cancer type, metabolomics facilitates the development of personalized treatment strategies and enhances our understanding of cancer progression. The field's integration with AI-driven analysis has further expanded its potential in identifying subtle patterns within metabolomic data, bolstering the accuracy and effectiveness of cancer diagnostics and treatments.

## AI-ASSISTED CANCER METABOLOMICS

The complexity of metabolomics data, characterized by both nonlinear and linear correlations among metabolites, presents analytical challenges that require sophisticated algorithms to derive meaningful biological insights. Challenges in data analysis, such as missing values, batch effects, data noise, and issues with reproducibility, make AI an invaluable tool in metabolomics, especially in the context of cancer research (Barberis et al., 2022). By employing AI, researchers can efficiently process high-dimensional metabolomics data, identify patterns, and link metabolites to known biochemical pathways in public databases, allowing for a deeper understanding of the metabolic landscape in cancer.

### AI's role in metabolomics spans three major levels:

- Primary Data Processing: Standardizing raw data and converting it into analyzable formats.
- Bioinformatic Analysis: Predictive modeling and classification of cancer types or subtypes based on metabolomic profiles.

- Integration with Other Omics: Merging metabolomics with transcriptomics, proteomics, and microbiome data for a holistic view of cancer biology.

These advancements, along with single-cell analysis technologies, allow researchers to investigate cancer metabolism at cellular resolution, enabling detailed quantitative studies of complex and heterogeneous tumor profiles (Danzi et al., 2023).

AI applications in cancer metabolomics are advancing diagnostic and therapeutic precision in oncology. Irajizad et al. (2022) demonstrated that AI-assisted analysis of plasma polyamines and related metabolites could predict response to neoadjuvant chemotherapy (NACT) in breast cancer, where elevated pre-treatment levels of acetylated polyamines correlated with higher tumor burden post-NACT. This AI-driven approach identified metabolite panels capable of predicting poor NACT response, potentially guiding alternative treatment choices for those unlikely to benefit from standard therapy.

In renal cell carcinoma (RCC) and ovarian cancer diagnostics, AI-optimized metabolomics analysis has enabled the differentiation of RCC from healthy controls and the distinction between ovarian and other gynecological cancers (Bifarin & Fernández, 2023). Similarly, Katta et al. (2023) explored AI's use in pancreatic cancer, noting its ability to enhance biomarker detection, improve diagnostic accuracy, and predict treatment outcomes. However, challenges such as statistical limitations, data handling issues, ethical considerations, and integration into clinical settings still require attention for widespread AI adoption in clinical oncology.

The combined power of AI and metabolomics is particularly evident in precision oncology, where applications like radiogenomics enhance cancer diagnosis, treatment planning, and prognosis assessment. As advancements in next-generation sequencing improve tumor classification through circulating tumor DNA (ctDNA) and copy number variation analyses, AI further aids by reducing the need for invasive histological methods. Integrating radiomics and deep learning into diagnostic imaging workflows also promises greater accuracy in image analysis, ultimately enhancing disease management and patient care in oncology (Mbodi et al., 2023).

## PRECISION CANCER MEDICINE APPROACHES

Precision medicine in oncology aims to identify specific patient biomarkers that are critical for selecting the most effective treatments. Biomarkers, which can be single data points or composite measurements derived from various sources, serve several roles. They may be **prognostic**, indicating a patient's general disease outlook; **predictive**, helping to forecast treatment response across therapies; or **prescriptive**, guiding specific treatment choices to optimize patient outcomes (Tsimberidou et al., 2020). Evidence increasingly shows that matched therapies, which align treatments with patients' unique biomarker profiles, yield better outcomes than non-matched therapies across a variety of cancers. For maximum benefit, precision medicine should be implemented early in a patient's disease course, ideally following comprehensive tumor profiling and with access to effective, targeted therapies.

Metabolomics, the latest addition to omics technologies, leverages advanced analytical and pattern recognition tools to detect metabolic changes that signal disease status or responses to treatments. Cancer cells rely heavily on altered metabolic pathways, such as those involving glucose and glutamate, to fuel their growth and proliferation. These pathways are also essential for synthesizing biomolecules like carbohydrates, fatty acids, and nucleotides, which are vital for cancer cell survival. By targeting these altered pathways, precision medicine therapies can disrupt cancer cell metabolism. For instance, drugs may be developed to:

- **Inhibit enzymes** that drive unchecked cancer cell growth and survival,
- **Block aberrant gene expression** characteristic of cancer cells, or
- **Halt hyperactive signaling pathways** that promote tumor development.

Targeted therapies in precision medicine focus specifically on features unique to cancer cells, minimizing the risk of harming normal cells compared to conventional treatments like chemotherapy and radiation. However, barriers remain in making these treatments widely accessible. Access to the latest precision medicine advancements can be limited by geography, healthcare infrastructure, and the availability of clinical trials. Many precision medicine trials are offered only at larger cancer centers, which restricts participation opportunities for patients in remote or underserved areas.

Furthermore, outside of clinical trials, precision medicine applications may still be underutilized due to logistical or financial constraints.

To expand the reach and efficacy of precision cancer medicine, researchers are actively addressing these limitations through ongoing laboratory studies and clinical trials. Efforts are underway to make precision oncology more accessible and effective, with the ultimate goal of integrating personalized approaches seamlessly into standard cancer care.

### Discussion

Cancer metabolomics offers significant advantages for diagnostics, enabling detection of cancer-specific metabolic profiles and early biomarkers. Its noninvasive sampling and sensitivity in detecting metabolic shifts allow for more personalized and accurate diagnostics. However, limitations persist due to sample variability (e.g., biofluid vs. tissue) and influences from external factors, which can complicate biomarker interpretation. Additionally, high costs and technical requirements can limit widespread clinical adoption.

AI enhances metabolomics by processing complex datasets, detecting patterns, and integrating metabolomic data with other omics layers, improving diagnostic precision and biomarker discovery. It also addresses data variability through standardization. Despite these advantages, AI has limitations, including the need for large, high-quality datasets, computational resources, and challenges with model interpretability, which can hinder clinical trust and adoption.

While AI-assisted metabolomics holds great potential for advancing cancer diagnostics, addressing challenges in data quality, sample variability, and AI transparency is essential for its broader clinical integration and impact in precision oncology.

## Conclusion

Precision medicine, metabolomics, and AI-driven approaches are reshaping cancer diagnosis, prognosis, and treatment. Metabolomics has proven crucial in identifying cancer-specific biomarkers, while AI enhances this process by analyzing complex data patterns to improve diagnostic accuracy. Together, these tools enable more personalized and effective cancer therapies with fewer side effects.

However, challenges remain, including data management, ethical issues, and limited access to advanced treatments. Expanding precision medicine's reach through continued research and improved accessibility is vital to making cancer care more personalized, effective, and widely available.

## References

- Barberis, E., Khoso, S., Sica, A., Falasca, M., Gennari, A., Dondero, F., Afantitis, A. & Manfredi, M. (2022). Precision Medicine Approaches with Metabolomics and Artificial Intelligence. *Int J Mol Sci*, 23(19), 11269.
- Bifarin, O. O., & Fernández, F. M. (2023). Automated machine learning and explainable AI (AutoML-XAI) for metabolomics: improving cancer diagnostics. *bioRxiv: the preprint server for biology*, 2023.10.26.564244.
- Bifarin, O. O., Gaul, D. A., Sah, S., Arnold, R. S., Ogan, K., Master, V. A., Roberts, D. L., Bergquist, S. H., Petros, J. A., Fernández, F. M., & Edison, A. S. (2021). Machine Learning-Enabled Renal Cell Carcinoma Status Prediction Using Multiplatform Urine-Based Metabolomics. *J Proteome Res*, 20(7), 3629-3641.
- Buas, M. F., Gu, H., Djukovic, D., Zhu, J., Drescher, C. W., Urban, N., Raftery, D., & Li, C. I. (2016). Identification of novel candidate plasma metabolite biomarkers for distinguishing serous ovarian carcinoma and benign serous ovarian tumors. *Gynecol Oncol*, 140(1), 138-44.
- Clish, C. B. (2015). Metabolomics: an emerging but powerful tool for precision medicine. *Cold Spring Harb Mol Case Stud*, 1(1), a000588.

- Danzi, F., Pacchiana, R., Mafficini, A., Scupoli, M. T., Scarpa, A., Donadelli, M., & Fiore, A. (2023). To metabolomics and beyond: a technological portfolio to investigate cancer metabolism. **Signal Transduct Target Ther**, 8(1), 137.
- Dettmer, K., Aronov, P. A., & Hammock, B. D. (2007). Mass spectrometry-based metabolomics. **Mass Spectrom Rev**, 26(1), 51-78.
- Gaul, D. A., Mezencev, R., Long, T. Q., Jones, C. M., Benigno, B. B., Gray, A., Fernández, F. M., & McDonald, J. F. (2015). Highly-accurate metabolomic detection of early-stage ovarian cancer. **Sci Rep**, 5, 16351.
- German, J. B., Hammock, B. D., & Watkins, S. M. (2005). Metabolomics: building on a century of biochemistry to guide human health. **Metabolomics**, 1, 3–9.
- Han, J., Li, Q., Chen, Y., & Yang, Y. (2021). Recent metabolomics analysis in tumor metabolism reprogramming. *Front Mol. Biosci*, 8, 763902.
- Hassan, M. A., Al-Sakkaf, K., Shait Mohammed, M. R., Dallol, A., Al-Maghrabi, J., Aldahlawi, A., Ashoor, S., Maamra, M., Ragoussis, J., Wu, W., Khan, M. I., Al-Malki, A. L., & Choudhry, H. (2020). Integration of Transcriptome and Metabolome Provides Unique Insights to Pathways Associated with Obese Breast Cancer Patients. **Front Oncol**, 10, 804.
- Huang, J., Zhao, B., Weinstein, S. J., Albanes, D., & Mondul, A. M. (2022). Metabolomic profile of prostate cancer-specific survival among 1812 Finnish men. **BMC Med**, 20, 362.
- Irajizad E, Wu, R., Vykoukal, J., Murage, E., Spencer, R., Dennison, J. B., Moulder, S., Ravenberg, E., Lim, B., Litton, J., Tripathym, D., Valero, V., Damodaran, S., Rauch, G. M., Adrada, B., Candelaria, R., White, J. B., Brewster, A., Arun, B., Long, J. P., Do, K. A., Hanash, S., & Fahrman, J. F. (2022). Application of Artificial Intelligence to Plasma Metabolomics Profiles to Predict Response to Neoadjuvant Chemotherapy in Triple-Negative Breast Cancer. **Front ArtifIntell**, 5, 876100.
- Jing, L., Guigonis, J. M., Borchellini, D., Durand, M., Pourcher, T., & Ambrosetti, D. (2019). LC-MS based metabolomic profiling for renal cell carcinoma histologic subtypes. **Sci Rep**, 9(1), 15635.

- Kanaan, Y. M., Sampey, B. P., Beyene, D., Esnakula, A. K., Naab, T. J., Ricks-Santi, L. J., Dasi, S., Day, A., Blackman, K. W., Frederick, W., Copeland, R. L., Sr., Gabrielson, E., & Dewitty, R.L., Jr. (2014). Metabolic profile of triple-negative breast cancer in African-American women reveal potential biomarkers of aggressive disease. **Cancer Genomics Proteomics**, 11(6), 279-94.
- Katta, M. R., Kalluru, P. K. R., Bavishi, D. A., Hameed, M., & Valisekka, S. S. (2023). Artificial intelligence in pancreatic cancer: diagnosis, limitations, and the future prospects-a narrative review. **J Cancer Res Clin Oncol**, 149(9), 6743-6751.
- Klupczynska, A., Derezhinski, P., Garrett, T. J., Rubio, V. Y., Dyszkiewicz, W., Kasprzyk, M., & Kokot, Z. J. (2017). Study of early stage non-small-cell lung cancer using Orbitrap-based global serum metabolomics. **J Cancer Res Clin Oncol**, 143(4), 649-659.
- Kumar, D., Gupta, A., Mandhani, A., & Sankhwar, S.N. (2016). NMR spectroscopy of filtered serum of prostate cancer: A new frontier in metabolomics. **Prostate**, 76(12), 1106-19.
- Liberti, M. V., & Locasale, J. W. (2016). The Warburg Effect: How Does it Benefit Cancer Cells? **Trends Biochem Sci**, 41(3), 211-218.
- Martínez-Reyes, I., & Chandel, N. S. (2021). Cancer metabolism: looking forward. **Nat Rev Cancer**, 21(10), 669-680.
- McClain, K. M., Sampson, J. N., Petrick, J. L., Mazzilli, K. M., Gerszten, R. E., Clish, C. B., Purdue, M. P., Lipworth, L., & Moore, S. C. (2022). Metabolomic Analysis of Renal Cell Carcinoma in the Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian Cancer Screening Trial. **Metabolites**, 12(12), 1189.
- Mbodi, L., Mathebela, P., & Dlamini, Z. (2023). Association of Metabolomics with AI in Precision Oncology: Emerging Perspectives for More Effective Cancer Care. **Artificial Intelligence and Precision Oncology**, 139-156.
- Ngan, H. L., Lam, K. Y., Li, Z. C., Zhang, J. L., & Cai, Z. W. (2023). Machine learning facilitates the application of mass spectrometry-based metabolomics to clinical analysis: A review of early diagnosis of high mortality rate cancers. **Trends Anal. Chem**, 168, 117333.

- Peng, F., Liu, Y., He, C., Kong, Y., Ouyang, Q., Xie, X., Liu, T., Liu, Z., & Peng, J. (2018). Prediction of platinum-based chemotherapy efficacy in lung cancer based on LC-MS metabolomics approach. **J Pharm Biomed Anal**, 154, 95-101.
- Petrick, L. M., & Shomron, N. (2022). AI/ML-driven advances in untargeted metabolomics and exposomics for biomedical applications. **Cell Rep Phys Sci**, 3(7), 100978.
- Ren, S., Shao, Y., Zhao, X., Hong, C. S., Wang, F., Lu, X., Li, J., Ye, G., Yan, M., Zhuang, Z., Xu, C., Xu, G., & Sun, Y. (2016). Integration of Metabolomics and Transcriptomics Reveals Major Metabolic Pathways and Potential Biomarker Involved in Prostate Cancer. **Mol Cell Proteomics**, 15(1), 154-63.
- Ruiying, C., Zeyun, L., Yongliang, Y., Zijia, Z., Ji, Z., Xin, T., & Xiaojian, Z. (2020). A comprehensive analysis of metabolomics and transcriptomics in non-small cell lung cancer. **PLoS One**, 15(5), e0232272.
- Schmidt, D. R., Patel, R., Kirsch, D. G., Lewis, C. A., Vander Heiden, M. G., & Locasale, J. W. (2021). Metabolomics in cancer research and emerging applications in clinical oncology. **CA Cancer J Clin**, 71(4), 333-358.
- Tsimberidou, A. M., Fountzilas, E., Nikanjam, M., & Kurzrock, R. (2020). Review of precision cancer medicine: Evolution of the treatment paradigm. **Cancer Treat Rev**, 86, 102019.
- Xie, Y., Meng, W. Y., Li, R. Z., Wang, Y. W., Qian, X., Chan, C., Yu, Z. F., Fan, X. X., Pan, H. D., Xie, C., Wu, Q. B., Yan, P. Y., Liu, L., Tang, Y. J., Yao, X. J., Wang, M. F., & Leung, E. L. (2021). Early lung cancer diagnostic biomarker discovery by machine learning methods. **Transl Oncol**, 14(1), 100907.

**กองบรรณาธิการ**  
**วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**  
**มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**  
E-mail: journal-scidru@dru.ac.th

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**  
**มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**  
172 ถนนนิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600  
โทร. 02-890-1801 ต่อ 10710 <https://sci.dru.ac.th>