



Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology



Volume 17, Issue 1, January - June 2025, Pages 1 – 15 ISSN 2985-2641 (Online)

Research Article

ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของเปลือกทุเรียนโดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในสถานะของแข็ง

Potential for biogas production of durian peels by the solid-state anaerobic digestion process

วัฒนณรงค์ มากพันธ์^{1*}, วิไลวรรณ ไชยศรี², รุ่งนภา พิมเสน³, อานันท์นิตย์ คุ้ยยกสุย³

Wattananarong Markphan^{1*}, Wilaiwan Chaisorn², Runghapa Pimsan³, Amannit Kuyyogsuy³

¹สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

¹Program in Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

²สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

²Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

³สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³Program in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.

*Corresponding author, e-mail: Wattananarong@gmail.com

Received: 15 December 2023; **Revised:** 4 July 2024; **Accepted:** 15 July 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมีและศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ หมอนทอง (MT), ชะนี (CN), ก้านยาว (KY), ทุเรียนบ้าน 1 (B1) และทุเรียนบ้าน 2 (B2) โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียน ทั้ง 5 สายพันธุ์ มีลักษณะใกล้เคียงกัน และศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการหมักเป็นเวลา 58 วัน เปลือกทุเรียนสายพันธุ์ชะนี (CN) มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด เท่ากับ 1,019.32 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B2, KY, B1 และ MT มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 906.96 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ และ CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 254.83 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B2, KY, B1, และ MT มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 226.73 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกทุเรียนมีศักยภาพในการผลิตมีเทนได้ใกล้เคียงกัน โดยเฉลี่ยร้อยละ 50

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ; การย่อยสลายในสภาวะไร้อากาศ; การหมัก; เปลือกทุเรียน

Abstract

The purpose this research is to study the Physical, Chemical components and possibility of using the peels of five different durian species Montong (MT), Chanee (CN), Kanyao (KY), Ban 1 durian (B1), and Ban 2 durian (B2) to generate biogas and methane. Using by the anaerobic digestion process, solid state. The results of the study found that the physical and chemical composition of durian peels of all 5 species are similar. and the potential to produce biogas from fermentation for 58 days. Chanee durian (CN) had the highest amount of accumulated biogas, equal to 1,019.32 mL/g-VS, followed by B2, KY, B1, and MT with the highest amount of biogas. Biogas accumulation was the least, equal to 906.96 mL/g-VS, and CN had the highest amount of accumulated methane gas, equal to 254.83 mL/g-VS, followed by B2, KY, B1, and MT had the least accumulated amount of methane gas, equal to 226.73. mL/g-VS It can be seen that durian peels have similar potential to produce methane gas. On average 50 percent.

Keywords: Biogas; Anaerobic Digestion; Fermentation; Durian Peel

บทนำ

ทุเรียน (Durian) เป็นไม้ผลในวงศ์ผ้าย (Malvaceae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus* Murray เป็นผลไม้ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ ผลทุเรียนมีขนาดใหญ่และมีหนามแข็งปกคลุมทั่วเปลือก อาจมีขนาดยาวถึง 30 ซม. และอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวถึง 15 ซม. โดยทั่วไปมีน้ำหนัก 1-3 กิโลกรัม ผลมีรูปรีถึงกลม เปลือกมีสี เขียวถึงน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลืองซีดถึงแดง แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ [1] จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร พบว่าในปี 2563 ประเทศไทยส่งออกผลไม้และผลิตภัณฑ์ ทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นมูลค่ารวมทั้งสิ้น 128,342 ล้านบาท ปริมาณ 2.20 ล้านตัน โดยมีทุเรียนสดเป็นผลไม้ที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุด คือ มีมูลค่า 65,631 ล้านบาท (ร้อยละ 51.14) รองลงมา ได้แก่ ลำไยสด 16,844 ล้านบาท (ร้อยละ 13.12) มังคุดสด 15,021 ล้านบาท (ร้อยละ 11.70) ลำไยอบแห้ง 7,079 ล้านบาท (ร้อยละ 5.52) ทุเรียนแช่แข็ง 6,557 ล้านบาท (ร้อยละ 5.11) ฯลฯ เมื่อเทียบกับปี 2562 พบว่า มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 13.46 (ปี 2562 มูลค่า 113,118 ล้านบาท) ประเทศไทยส่งออกผลไม้และผลิตภัณฑ์แปรรูปมูลค่ามากที่สุด ในปี 2563 คือ สาธารณรัฐ ประชาชนจีน มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 91,353 ล้านบาท (ร้อยละ 71.18) ชนิดผลไม้ที่มีมูลค่าส่งออกไปจีน มากที่สุด คือ ทุเรียนสด 47,798 ล้านบาท รองลงมา ได้แก่ ลำไยสด 12,661 ล้านบาท มังคุดสด 11,576 ล้านบาท ลำไยอบแห้ง 6,450 ล้านบาท ฯลฯ [2] หากพิจารณาจากข้อมูลการส่งออกจะเห็นว่าวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมาก คือเปลือก ทุเรียนที่จะมีน้ำหนักมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักทุเรียนทั้งผล ในฤดูที่ทุเรียนให้ผลผลิตมาก เปลือกทุเรียนเหลือทิ้ง กลายเป็นขยะซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก [3]

จังหวัดนครศรีธรรมราช จัดอยู่ใน 10 อันดับของจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกและมีผลผลิตทุเรียนมากที่สุด กล่าวคือมีพื้นที่ ปลูก 65,495 ไร่ และมีผลผลิต 47,855 ตัน ซึ่งเป็นข้อมูลสัดส่วนผลผลิตทุเรียนรายจังหวัด ปี 2562 นอกจากนี้ความต้องการ บริโภคทุเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2562 มีความต้องการบริโภคภายในประเทศ 321,771 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2558 ที่ 212,495 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.64 ต่อปี ซึ่งการบริโภคส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปผลสด และปี 2562 การบริโภค ภายในประเทศเพิ่มขึ้นจากปี 2561 ที่มีการบริโภค 229,904 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 39.96 เนื่องจากปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น

และกระแสนิยมในการบริโภคทุเรียน [4] จากข้อมูลการสัดส่วนผลผลิตทุเรียนดังกล่าวก็ย่อมส่งผลให้มีเศษวัสดุเหลือใช้ อย่างเช่น เปลือกทุเรียน จากทั้งการบริโภคและอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ทุเรียนทอดกรอบ ทุเรียนกวน ลูกอมทุเรียน เป็นต้น ประกอบกับนโยบายของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Industry) โดยส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาที่สอดคล้องกันในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน อีกทั้งยังส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และจากจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของพลังงานทดแทน หรือพลังงานทางเลือกซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการเผาไหม้โดยตรง หรือบางสายพันธุ์ต้องมีการแปรรูปให้อยู่ในรูปของการอัดแท่ง เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยชีวภาพได้อีกด้วย [5] และอีกทางเลือกหนึ่งคือการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นวิธีหนึ่งในการผลิตพลังงานทดแทนจากชีวมวลโดยผลิตจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนของเชื้อแบคทีเรีย โดยสารอินทรีย์ที่ใช้มาจาก ส่วนประกอบของขยะมูลฝอย พืชผลผลิตและเศษวัสดุทางการเกษตรและมูลสัตว์ เป็นต้น [6]

จากการศึกษายังพบว่า มีการนำเปลือกทุเรียน รวมถึงส่วนประกอบที่เหลือใช้อื่น ๆ ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ การผลิตเชื้อเพลิงชีวอัดแท่งและการผลิตปุ๋ยจากเปลือกทุเรียน การหมักเปลือกทุเรียนเพื่อผลิตไบโอเอทานอล การผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลสัตว์ต่าง ๆ การย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทหลัก ๆ คือ แบบแห้งและแบบเปียก ซึ่งมีการควบคุมการป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบให้ ปริมาณของแข็งทั้งหมด เป็นประมาณ 20-40% และน้อยกว่า 20% ตามลำดับ [6] อาทิ งานวิจัยของ Saueprasearsit et al. [7] ที่ศึกษาเรื่องการผลิต ถ่านชีวภาพและเชื้อเพลิงชีวจากเปลือกทุเรียน พบว่าถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน (ถ่านเปลือกทุเรียน: กากไขมัน เท่ากับ 3:1) จัดเป็นเชื้อเพลิงที่มีศักยภาพสามารถนำมาใช้ทดแทนถ่านไม้ได้ งานวิจัยของ Muenmee and Prasertboonyai [8] ศึกษาศักยภาพของการเกิดก๊าซชีวภาพจากการย่อยเดี่ยวของสารตั้งต้นต่าง ๆ เช่น เศษอาหารและผลไม้ (เช่น เปลือกทุเรียน เปลือกแก้วมังกร และเปลือกสับปะรด) การย่อยร่วมโดยใช้สารตั้งต้นร่วมต่าง ๆ เป็นเศษอาหาร เศษผลไม้ประเภทต่าง ๆ (เปลือกทุเรียน เปลือกแก้วมังกร และเปลือกสับปะรด) พบว่าการย่อยร่วมกันของเปลือกทุเรียนและเศษอาหารช่วยเพิ่มการผลิตมีเทน และลดเวลาเริ่มต้นเมื่อเทียบกับการย่อยเดี่ยว เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Wikanya et al. [9] ที่ศึกษาเรื่องศักยภาพ ของเปลือกทุเรียนและเมล็ดทุเรียนเป็นแหล่งผลิตก๊าซชีวภาพในระบบไร้อากาศ โดยใช้เปลือกและเมล็ดทุเรียนเป็นสารตั้งต้น หมักร่วมกับมูลโค ทดลองเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าเปลือกและเมล็ดทุเรียนทุกรูปแบบผลิตก๊าซชีวภาพ จำนวนความเข้มข้น ของก๊าซชีวภาพและมีเทนในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นสูงสุดในเดือนที่ 1 และ 2 จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง จนสิ้นสุดการทดลอง

ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นว่าหากได้ศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทน ของเปลือกทุเรียนจุลินทรีย์ กลุ่มไม่ต้องการอากาศที่มีความสามารถในการผลิตมีเทนเปลี่ยนสารอินทรีย์ เช่น กรดไขมันระเหยง่าย คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนในเปลือกทุเรียนไปเป็นมีเทน จะเป็นประโยชน์อย่างมากในด้านการส่งเสริมให้มีการลดรายจ่ายด้านพลังงาน เป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายของเกษตรกรได้ในอนาคตและสำคัญอย่างยิ่งคือสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น เพื่อสู่การเป็นพลังงานทางเลือกที่ยั่งยืนได้เป็นอย่างดี

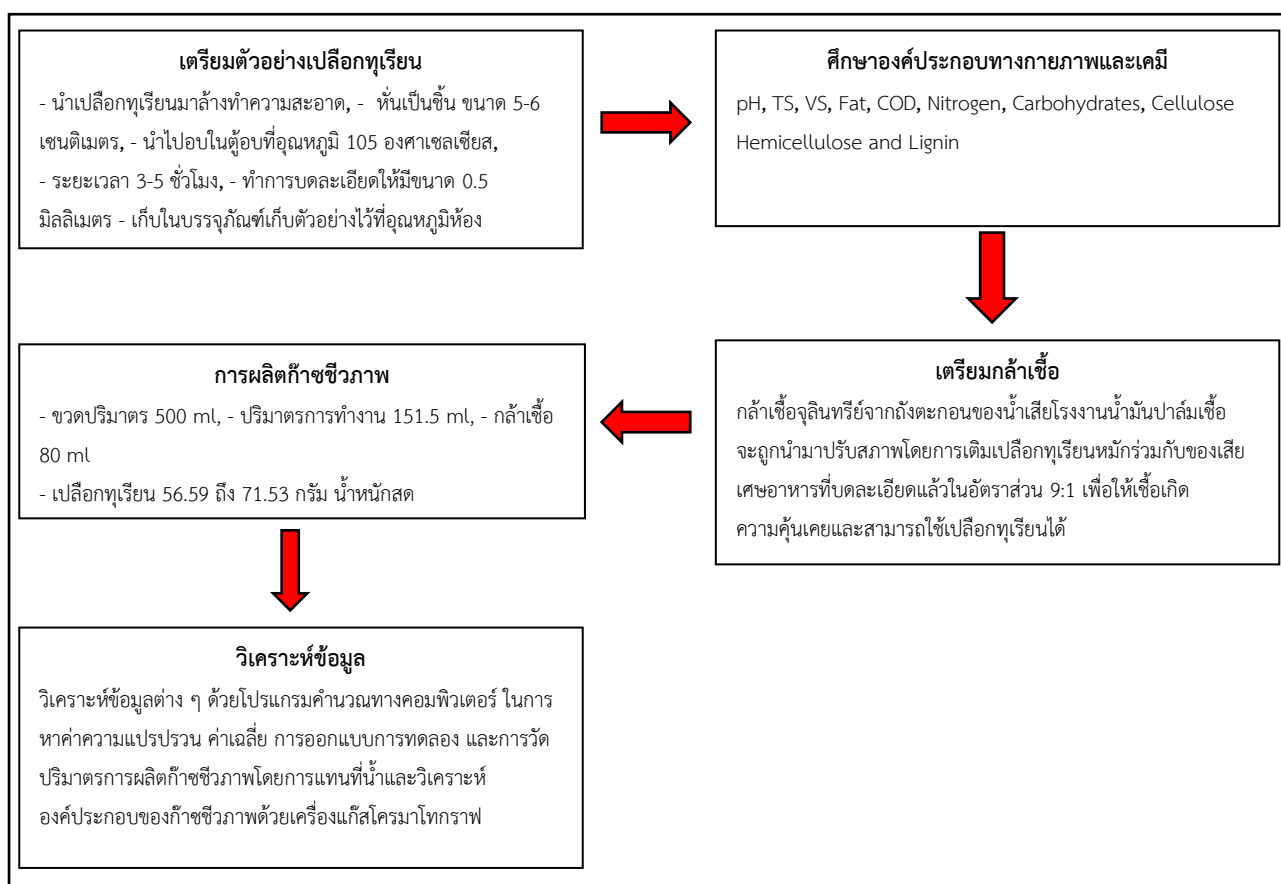
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมีและศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนของเปลือก โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมี ของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์หมอนทอง (MT) สายพันธุ์ชะนี (CN) สายพันธุ์ก้านยาว (KY) สายพันธุ์ทุเรียนบ้าน 1 (B1) และสายพันธุ์ทุเรียนบ้าน 2 (B2) ได้แก่ พีเอส ของแข็ง ทั้งหมด ของแข็งระเหยได้ ไขมัน ซีโอดี ไนโตรเจน คาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และศึกษาศักยภาพการผลิต ก๊าซชีวภาพและมีเทน ผ่านกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง โดยกล้าเชื้อจุลินทรีย์ เริ่มต้นที่ใช้ในการ ทดลองครั้งนี้เป็นเชื้อที่ได้จากถังตะกอนของน้ำเสียโรงงานน้ำมันปาล์ม ทำการหมักในขวดปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยมีปริมาตรการทำงาน 151.5 มิลลิลิตร จำนวน 58 วัน ทำการทดลองแบบ 3 ซ้ำ การวัดปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นโดยวิธีการ แทนที่น้ำ วัดองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพทั้งหมดด้วยเครื่อง Gas chromatography



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพของเปลือกทุเรียน โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมตัวอย่างเปลือกทุเรียน

นำเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์มาล้างทำความสะอาดและผึ่งให้พอร่มจากนั้นหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 5-6 เซนติเมตร แล้วนำไปอบในตู้อบระบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3-5 ชั่วโมง เปลือกทุเรียนจะแข็ง หลังจากนั้นทำการบดละเอียดด้วยเครื่องบด ให้มีขนาด 0.5 มิลลิเมตร แยกบรรจุในบรรจุภัณฑ์แยกตามสายพันธุ์ทุเรียน เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียน

การศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ 15 ตัวอย่าง ได้แก่ สายพันธุ์หมอนทอง (MT) สายพันธุ์ชะนี (CN) สายพันธุ์ก้านยาว (KY) สายพันธุ์ทุเรียนบ้าน 1 (B1) และสายพันธุ์ทุเรียนบ้าน 2 (B2) โดยการนำตัวอย่างมาอบแห้ง หลังจากนั้นทำการบดละเอียดตัวอย่างที่เป็นของแข็งให้มีขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างไว้ในอุณหภูมิห้อง วิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างแต่ละสายพันธุ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียน

Component	Method	Reference ¹
pH	Electrometric Method	APHA. (2012)
Solid	Total Solids (TS) Dried at 103-105 °C	APHA. (2012)
Volatile solids	Volatile Solid (VS) Ignited at 550°C	APHA. (2012)
Fat	Direct Extraction Methods	APHA. (2012)
COD	Closed Reflux, Colorimetric Method	APHA. (2012)
Nitrogen	Kjeldahl method	APHA. (2012)
Carbohydrates	Anthrone Method	Morris. (1948)
Cellulose Hemicellulose and Lignin	Klason Method	Lin and Dence. (1992)

หมายเหตุ : ¹ ปี ค.ศ. ที่ปรากฏในตาราง คือปีของการประกาศมาตรฐานของอเมริกา

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมกล้าเชื้อในการผลิตก๊าซชีวภาพ

กล้าเชื้อจุลินทรีย์ เริ่มต้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเชื้อที่ได้จากถังตะกอนของน้ำเสียโรงงานน้ำมันปาล์มซึ่งเป็นระบบไร้อากาศ เชื้อจะถูกนำมาปรับสภาพโดยการเติมเปลือกทุเรียน (ลักษณะเปลือกทุเรียนนำมาอบแห้ง และทำการบดละเอียดตัวอย่างที่เป็นของแข็งให้มีขนาด 0.5 มิลลิเมตร) หมักร่วมกับของเสียเศษอาหารที่บดละเอียดแล้วในอัตราส่วน 9:1 เพื่อให้เชื้อเกิดความคุ้นเคยและสามารถใช้เปลือกทุเรียนได้ หมักร่วมกับของเสียเศษอาหารเป็นอาหารสำหรับการเจริญเติบโตได้ จนกว่าปริมาตรของก๊าซคงตัวก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ดำเนินการเตรียมกล้าเชื้อที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (30308) อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน

ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนตามวิธีการของ Angelidaki et al. [10] โดยใส่ตัวอย่างลงในขวดปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยมีปริมาตรการทำงาน 151.5 มิลลิลิตร (ดังตารางที่ 2) ประกอบด้วยปริมาตรกล้าเชื้อ (Inoculum) 80 มิลลิลิตร กล้าเชื้อมีค่าของแข็งแขวนลอยระเหยได้เท่ากับ 15 กรัมต่อลิตร เปลือกทุเรียน 56.59 ถึง 71.53 กรัมน้ำหนักสด (2 กรัมของแข็งระเหยได้) นอกจากนี้ยังมีชุดควบคุมสามชุด คือ (1) ชุดควบคุมทางลบใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง (2) ชุดควบคุมทางบวกใช้เซลล์ูโลสแทนตัวอย่าง และ (3) ชุดควบคุมวัตถุดิบใช้น้ำกลั่นแทนกล้าเชื้อ (ตารางที่ 2) ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการทดลองแบบ 3 ซ้ำ วัดปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งการวัดปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นจะวัดจนระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวหรือไม่มีการผลิตก๊าซเกิดเพิ่มขึ้น การทดลองนี้ทำการวัดปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นโดยวิธีการแทนที่น้ำ วัดองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพทั้งหมดด้วยเครื่อง Gas chromatography – TCD (Shinadzu GC-8A, Japans) โดยใช้ปริมาตรตัวอย่าง

1 มิลลิลิตร Inches 120 Oven 40 ความดัน 5 bar [11] นำค่าปริมาตรมีเทนที่เกิดขึ้นไปใช้หาค่าศักยภาพในการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน

ตารางที่ 2 ปริมาตรตัวอย่างและกล้าเชื้อสำหรับกระบวนการหมักที่ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน

Bottle No	Samples	Amount of samples (g)	Water (ml)	Inoculum (ml)	Total (ml)
1-3	Blank	0	71.5	80	151.5
4-6	2% cellulose	2	69.5	80	151.5
7-9	2 gVS (MT)	63.2	8.3	80	151.5
10-12	2 gVS (CN)	56.6	14.9	80	151.5
13-15	2 gVS (KY)	71.5	0	80	151.5
16-18	2 gVS (B1)	70.2	1.3	80	151.5
19-21	2 gVS (B2)	60.2	11.3	80	151.5

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมคำนวณทางคอมพิวเตอร์ ในการหาค่าความแปรปรวน ค่าเฉลี่ย การออกแบบการทดลอง เป็นต้นและการวัดปริมาตรการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการแทนที่น้ำ และวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

ผลการวิจัย

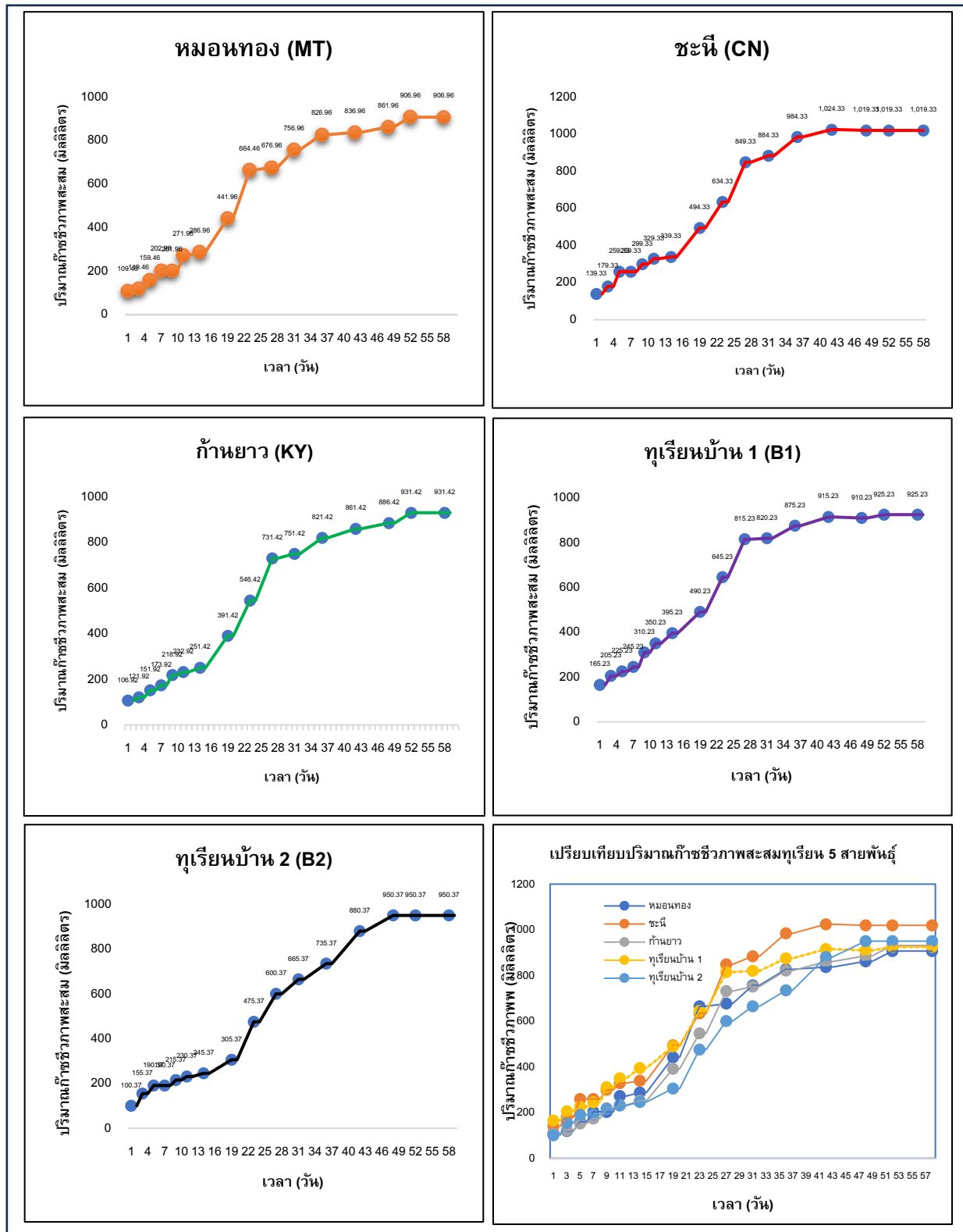
1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายและเคมีของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 40.20 ± 6.64 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักสด โดย B2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด คือ 48.40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก รองลงมา คือ B1, MT, KY และ CN มีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 33.20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก มีองค์ประกอบของปริมาณของแข็งระเหยได้เฉลี่ยเท่ากับ 31.30 ± 3.13 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก โดย B2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด คือ 35.30 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก รองลงมา คือ KY, B1, CN, MT มีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 27.90 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก มีองค์ประกอบของซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 11.44 ± 2.62 กรัมต่อกิโลกรัมมวลชีวภาพ โดย MT มีปริมาณซีโอดีมากที่สุด คือ 15.60 กรัมต่อกิโลกรัมมวลชีวภาพ รองลงมา คือ CN, B1, B2, และ KY มีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 8.40 กรัมต่อกิโลกรัมมวลชีวภาพ มีองค์ประกอบของไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก โดย MT มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุด คือ 2.50 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก รองลงมา คือ CN, KY, B1 และ B2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 1.90 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก มีองค์ประกอบของน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักเปียก โดย MT และ B1 มีปริมาณน้ำมันมากที่สุด คือ 1.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักเปียก รองลงมา คือ CN, KY และ B2 มีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด คือ 0.90 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักเปียก มีค่าความเป็นด่างเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ± 0.10 มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อกรัม โดย MT และ B2 มีปริมาณความเป็นด่างมากที่สุด คือ 0.60 มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อกรัม รองลงมา คือ KY, CN และ B1 มีปริมาณความเป็นด่างที่สุด คือ 0.40 มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อกรัม มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 ± 0.13 โดย MT มีค่าพีเอช เท่ากับ 7.20 ส่วน B2, KY, CN และ B1 มีค่าพีเอชเท่ากันหมด คือ 6.90 มีองค์ประกอบของเซลลูโลสเฉลี่ยเท่ากับ 32.96 ± 1.78 เปอร์เซ็นต์

(แห้ง) โดย KY มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด คือ 35.10 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) รองลงมา คือ MT, CN, B1 และ B2 มีปริมาณเซลลูโลสน้อยที่สุด คือ 30.80 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) มีองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลสเฉลี่ยเท่ากับ 17.36 ± 1.50 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) โดย B1 มีปริมาณเฮมิเซลลูโลสมากที่สุด คือ 35.10 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) รองลงมา คือ B2, CN, MT, และ KY มีปริมาณเฮมิเซลลูโลสน้อยที่สุด คือ 30.80 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) มีองค์ประกอบของลิกนินเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) โดย B1 มีปริมาณลิกนินมากที่สุด คือ 1.90 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) รองลงมา คือ CN, KY, MT และ B2 มีปริมาณลิกนินน้อยที่สุด คือ 0.99 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) มีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 13.71 ± 2.82 โดย B2 มีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากที่สุด คือ 17.57 รองลงมา คือ KY, B1, CN และ MT มีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ 10.16 ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนดังกล่าว ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนของจุลินทรีย์ได้น้อยลง เพราะคาร์บอนเป็นอาหารหลัก เมื่อคาร์บอนมีน้อย จุลินทรีย์จะขาดแคลนอาหารปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จะลดลง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

Constituent	Durian Peel					Average $\pm$ SD
	(MT)	(CN)	(KY)	(B1)	(B2)	
Total solids (TS) (% w/w fresh weight)	38.10	33.20	35.40	45.90	48.40	40.20 $\pm$ 6.64
Volatile solids (VS)(% w/w fresh weight)	27.90	28.50	33.20	31.60	35.30	31.30 $\pm$ 3.13
COD (g/kg fresh biomass)	15.60	11.60	8.40	10.80	10.80	11.44 $\pm$ 2.62
Total nitrogen (% fresh weight)	2.50	2.20	2.10	2.10	1.90	2.16 $\pm$ 0.22
Oil (%w/w fresh weight)	1.20	1.10	1.10	1.20	0.90	1.10 $\pm$ 0.12
Alkalinity (mg CaCO ₃ /g)	0.60	0.40	0.50	0.40	0.60	0.50 $\pm$ 0.10
pH	7.20	6.90	6.90	6.90	6.90	6.96 $\pm$ 0.13
Cellulose (% dry basis)	34.20	33.10	35.10	31.60	30.80	32.96 $\pm$ 1.78
Hemicellulose (%dry basis)	16.70	17.50	15.20	19.10	18.30	17.36 $\pm$ 1.50
Lignin (% dry basis)	1.10	1.70	1.40	1.90	0.99	1.42 $\pm$ 0.39
C:N ratio	10.16	11.95	14.80	14.04	17.57	13.71 $\pm$ 2.82

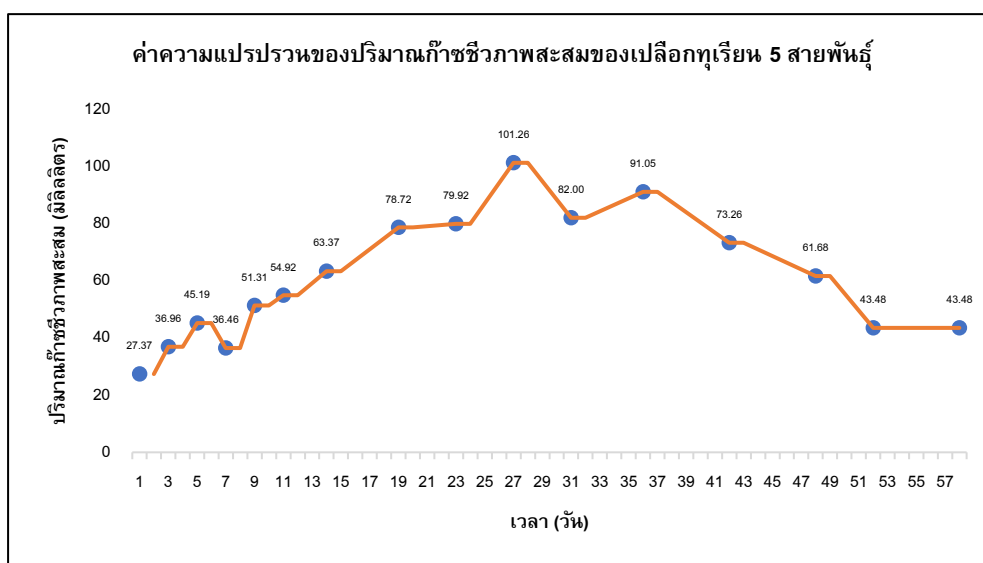


ภาพที่ 2 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

2. ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

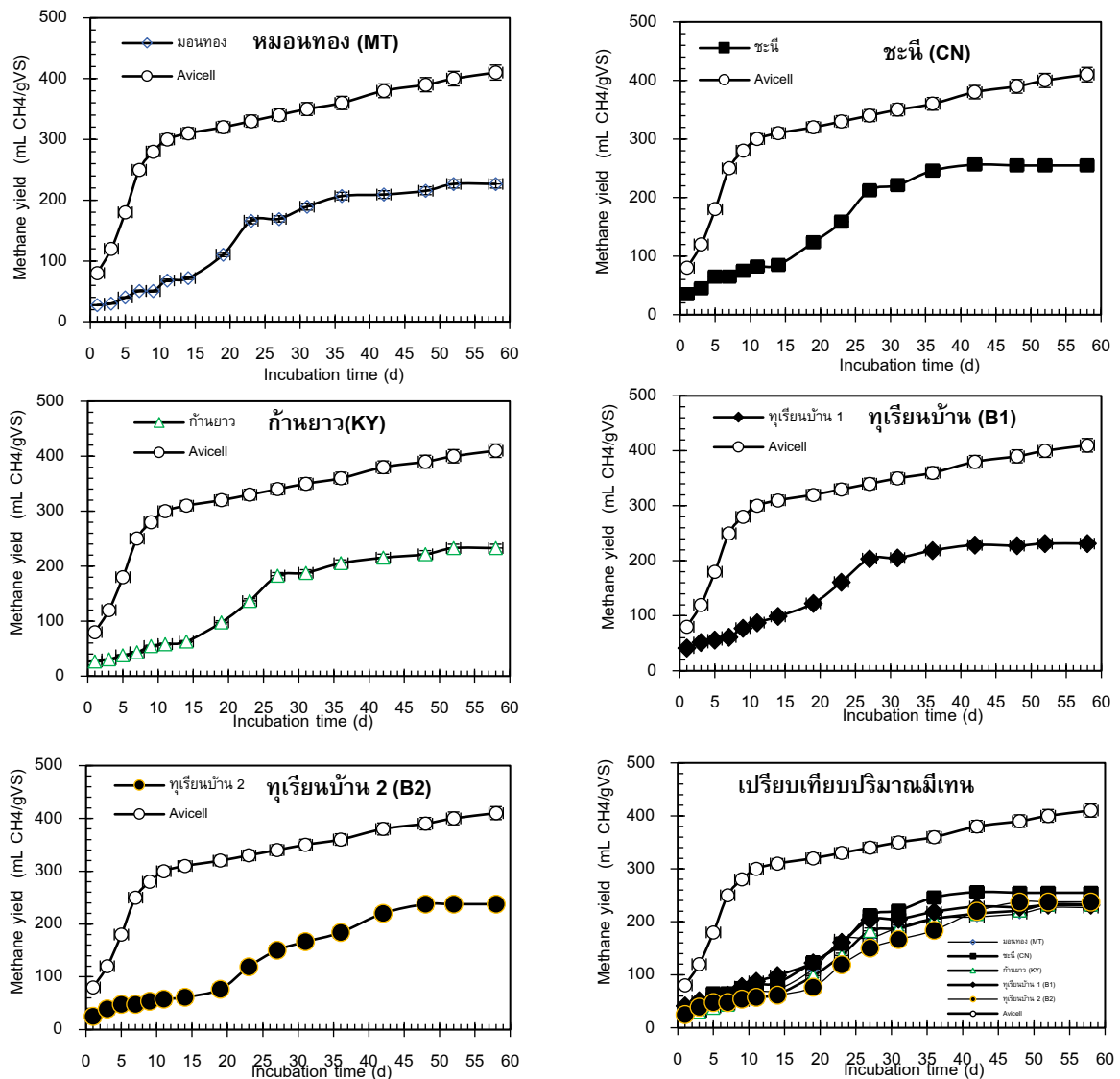
จากภาพที่ 2 การทดสอบศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง วัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม จำนวน 16 ครั้ง ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาในการหมักทั้งหมด 58 วัน ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 4 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 7 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด เท่ากับ 259.32 ± 42.42 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, B2, และ KY มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 173.91 ± 12.02 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 8 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 19 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด เท่ากับ 494.32 ± 21.21 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, KY และ B2 มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 305.35 ± 21.21 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 12 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 36 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม มากที่สุด เท่ากับ 984.32 ± 42.42 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, KY และ B2 มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 735.36 ± 0.00 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 16 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 58 วัน CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด เท่ากับ $1,019.32 \pm 21.21$ มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B2, KY, B1 และ MT มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 906.96 ± 95.45 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่วัดได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย ของแข็งระเหยได้ คาร์บอนต่อไนโตรเจน และเซลลูโลสของเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยของแข็งระเหยได้เป็นปริมาณสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้ ปริมาณของแข็งระเหยได้สูง หมายถึงวัตถุดิบมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้มาก ส่งผลให้จุลินทรีย์มีอาหารมากขึ้น ผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนได้มากขึ้น คาร์บอนต่อไนโตรเจน ช่วยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีอย่างใดอย่างหนึ่งมากเกินไป ส่งผลให้ผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนได้น้อยลง เซลลูโลส โครงสร้างหลักของผนังเซลล์ของเปลือกทุเรียน จุลินทรีย์บางชนิดสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้โดยตรงส่งผลให้จุลินทรีย์มีอาหารมากขึ้น ผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนได้มากขึ้น ทั้งของแข็งระเหยได้ คาร์บอนต่อไนโตรเจน และเซลลูโลส ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทน หากควบคุมปัจจัยเหล่านี้ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต



ภาพที่ 3 ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

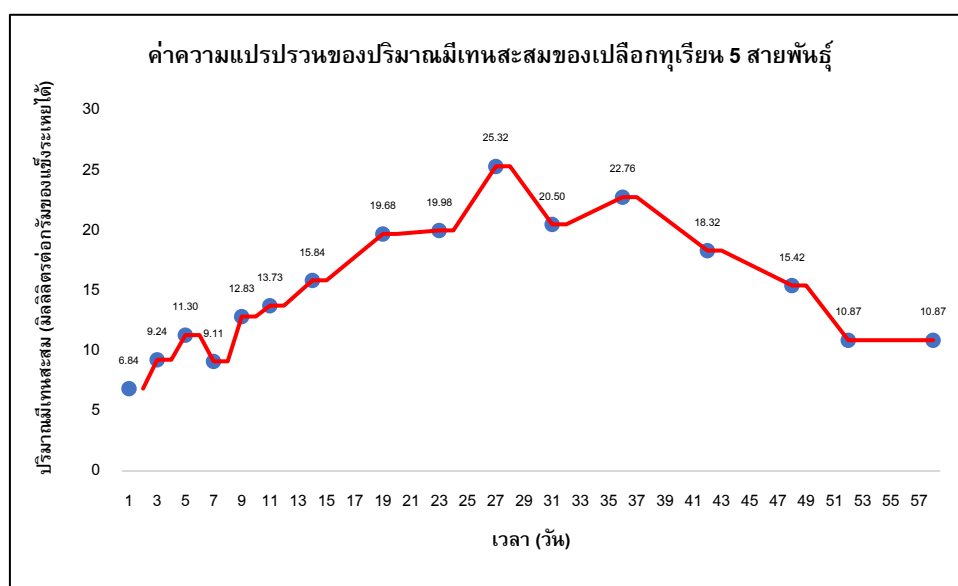
จากภาพที่ 3 พบว่า ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ MT, CN, KY, B1 และ B2 ในการวัดครั้งที่ 4 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม มีความแปรปรวน เท่ากับ 36.45 ในการวัดครั้งที่ 8 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม มีความแปรปรวน เท่ากับ 78.72 ในการวัดครั้งที่ 12 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม มีความแปรปรวน เท่ากับ 91.04 และในการวัดครั้งที่ 16 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม มีความแปรปรวน เท่ากับ 43.47 ความแปรปรวนที่มากที่สุด หลังจากหมักเปลือกทุเรียนไปแล้วจำนวน 27 วัน มีปริมาณความแปรปรวนอยู่ที่ 101.26 และเป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดของการผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับค่าความแปรปรวนของปริมาณก๊าซชีวภาพในระยะเริ่มต้นของการหมักเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ ค่อนข้างน้อย สะท้อนให้เห็นว่าปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักเปลือกทุเรียนแต่ละชนิด มีปริมาณใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยมาก ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของเปลือกทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไปจำนวน 27 วัน จะพบค่าความแปรปรวนสูงที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าระยะเวลาดังกล่าวมีศักยภาพและความโดดเด่นสูงสุดของเปลือกทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ต่อปริมาณก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ 4 ศักยภาพการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ (Yield of methane)

3. ศักยภาพการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ (Yield of methane)

จากภาพที่ 4 ศักยภาพในการการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ MT, CN, KY, B1 และ B2 โดยวิธีที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณมีเทนสะสม จำนวน 16 ครั้ง ระยะเวลาในการหมักทั้งหมด 58 วัน มีปริมาณมีเทนเฉลี่ยร้อยละ 50 พบว่า จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 4 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 7 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 64.83 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, B2, และ KY มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 43.47 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 8 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 19 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 123.58 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, KY และ B2 มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 76.34 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 12 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 36 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 246.08 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B1, MT, KY และ B2 มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 183.84 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 16 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 58 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 254.83 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ รองลงมา คือ B2, KY, B1 และ MT มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 226.73 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกทุเรียนมีศักยภาพในการผลิตมีเทนได้ใกล้เคียงกัน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 5 ค่าความแปรปรวนของปริมาณมีเทนสะสมของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

จากภาพที่ 5 พบว่า ความแปรปรวนของปริมาณมีเทนที่เกิดจากการหมักเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ MT, CN, KY, B1 และ B2 ในการวัดครั้งที่ 4 ปริมาณมีเทนสะสม มีความแปรปรวน เท่ากับ 9.11 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ในการวัดครั้งที่ 8 ปริมาณมีเทนสะสมมีความแปรปรวน เท่ากับ 19.68 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ในการวัดครั้งที่ 12 ปริมาณมีเทนสะสมมีความแปรปรวนเท่ากับ 22.76 และในการวัดครั้งที่ 16 ปริมาณมีเทนสะสมมีความแปรปรวนเท่ากับ

10.86 ความแปรปรวนที่มากที่สุดหลังจากหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 27 วัน มีปริมาณความแปรปรวนอยู่ที่ 25.32 และเป็นช่วงที่ดีที่สุดต่อการผลิตมีเทน โดยปริมาณการเกิดมีเทนอยู่ในระดับปานกลางและไม่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์

สรุปและอภิปรายผล

1. องค์ประกอบทางกายและเคมีของเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเปลือกทุเรียนทั้ง 5 สายพันธุ์ มีองค์ประกอบของปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 40.20 ± 6.64 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก องค์ประกอบของปริมาณของแข็งระเหยได้เฉลี่ยเท่ากับ 31.30 ± 3.13 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก องค์ประกอบของซีโอติเฉลี่ยเท่ากับ 11.44 ± 2.62 กรัมต่อกิโลกรัมมวลชีวภาพ องค์ประกอบของไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก องค์ประกอบของน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเปียก ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ± 0.10 มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อกรัม ค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 ± 0.13 องค์ประกอบของเซลลูโลสเฉลี่ยเท่ากับ 32.96 ± 1.78 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) องค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลสเฉลี่ยเท่ากับ 17.36 ± 1.50 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) องค์ประกอบของลิกนินเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ (แห้ง) สัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 13.71 ± 2.82

2. ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

จากการทดสอบศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ MT, CN, KY, B1 และ B2 โดยวิธีที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมจำนวน 16 ครั้ง ระยะเวลาในการหมักทั้งหมด 58 วัน พบว่า จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 4 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 7 วัน ทุเรียนสายพันธุ์ชนะนี้ มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด และสายพันธุ์ก้านยาวมีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 8 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 19 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด และ B2 มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 12 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 36 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุดและ B2 มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมครั้งที่ 16 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 58 วัน พบว่า CN มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด และ MT มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุด จากการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนทุกสายพันธุ์ต่าง ๆ มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมไม่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์

3. ศักยภาพการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์

จากการทดสอบศักยภาพในการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ MT, CN, KY, B1 และ B2 โดยวิธีที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณมีเทนสะสม จำนวน 16 ครั้ง ระยะเวลาในการหมักทั้งหมด 58 วัน พบว่า จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 4 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 7 วัน พบว่า CN มีปริมาณ มีเทนสะสมมากที่สุดและ KY มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณมีเทนสะสมครั้งที่ 8 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 19 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุดและ B2 มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณมีเทนสะสม ครั้งที่ 12 โดยหมักเปลือกทุเรียนเป็นเวลา 36 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุดและ B2 มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด จากการวัดปริมาณมีเทนสะสม ครั้งที่ 16 โดยหมักเปลือกทุเรียนไปแล้วเป็นเวลา 58 วัน พบว่า CN มีปริมาณมีเทนสะสมมากที่สุด และ MT มีปริมาณมีเทนสะสมน้อยที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกทุเรียนสายพันธุ์มีศักยภาพในการผลิตมีเทนได้ใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณความเข้มข้นของมีเทนเฉลี่ยร้อยละ 50 ซึ่งไม่สูงมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. องค์ประกอบทางกายและเคมีของเปลือกทุเรียน

การศึกษาศักยภาพการผลิตมีเทนจากการหมักเปลือกทุเรียน โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง มีองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพที่สำคัญต่อศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทน ได้แก่ ของแข็งทั้งหมดของแข็งระเหยได้ ซีไอดี ไนโตรเจนทั้งหมด เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และลิกนินเป็นแหล่งอาหาร เป็นแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ในการย่อยและเปลี่ยนจากสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซชีวภาพและมีเทน ซึ่งงานวิจัยนี้มีปริมาณก๊าซชีวภาพและมีเทนใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Thamwatchalangkoon et al. [12] และงานวิจัยของ Chompoo et al. [13] พบว่า ค่าพีเอช ค่าของแข็งระเหยได้ ค่าความชื้นต่าง ที่มีความใกล้เคียงกันและปริมาณก๊าซชีวภาพก็มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

2. ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียน

การศึกษาศักยภาพการผลิตมีเทนจากการหมักเปลือกทุเรียน โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมมากที่สุด เท่ากับ 1,019 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ซึ่งมีศักยภาพใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Chompoo et al. [13] การใช้ประโยชน์จากวัชพืชน้ำในการหมักย่อยร่วมกับมูลสุรต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพในงานวิจัยดังกล่าว มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่ใกล้เคียงกัน แต่มีศักยภาพน้อยกว่างานวิจัยของ Thamwatchalangkoon et al. [12] ได้ศึกษาวิจัยเรื่องประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมระหว่างใบไม้เหลือทิ้งในชุมชนและมูลวัว ปริมาณก๊าซชีวภาพสูงถึง 7.37 ลิตร เนื่องจากการนำใบไม้เหลือทิ้งจากชุมชนมาใช้เป็นหนึ่งในวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพโดยจะมีการปรับสภาพทางกายภาพ คือ การนำใบไม้มาลดขนาดให้เป็นชิ้นเท่ากันประกอบกับมูลวัวที่มีความละเอียด ซึ่งมีความเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ศักยภาพการผลิตมีเทนจากเปลือกทุเรียน

การศึกษาศักยภาพการผลิตมีเทนจากการหมักเปลือกทุเรียน โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง พบมีเทนสะสมมากที่สุด เท่ากับ 254.83 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ซึ่งมีศักยภาพการผลิตมีเทนสูงกว่างานวิจัยของ Markphan and O-Thong [14] ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ หมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์และเศษอาหาร โดยกระบวนการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนในสถานะของแข็ง ซึ่งมีปริมาณมีเทน 138 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ โดยมีปริมาณความเข้มข้นของมีเทนเฉลี่ยร้อยละ 50 ซึ่งไม่สูงมาก อาจเป็นเพราะงานวิจัยนี้ใช้เพียงเปลือกทุเรียนซึ่งง่ายต่อการย่อยสลายของเชื้อจุลินทรีย์แต่ก็บ่งชี้ได้ว่ามีศักยภาพที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักได้ ซึ่งต่างจากงานวิจัย Markphan and O-Thong [14] ที่หมักร่วมระหว่างหญ้าเนเปียร์กับมูลไก่ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Suphantamat and Reungsang [15] ที่พบค่าการผลิตมีเทนสูงที่สุด 262.91 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ใบอ้อย มีศักยภาพในการใช้เป็นสับสเตรทสำหรับผลิตมีเทน และการใช้มูลโคร่วมกับของเหลือจากกระเพาะรูเมนของโคที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตมีเทนจากใบอ้อยได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2565 ทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund; FF)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thomkaew, J., Kaewtatip, S., and Wichisaro, P. (2018). *Development of information systems for manage additional knowledge production quality of moan thong by famers in tham yai subdistrict municipality, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province*. Final Report. Nakhon Si Thammarat. Rajamangala University of Technology Srivijaya.
- [2] Department of Agricultural Extension. (2021). *Guidelines for developing Thai fruits 2022-2027*. Bureau of Agricultural Commodities Promotion and Management.
- [3] Bunyasawat, J., and Bhoosem, C. (2017). Effect of substitution durian rind powder with wheat flour on tarts quality. *RMUTP Research Journal Science and Technology*, 11(2), 48-58.
- [4] Trade Policy and Strategy Office. (2020). *Durian: King of Thai fruits*. Retrieved from http://www.tpsa.moc.go.th/sites/default/files/thueriyn_240863.pdf
- [5] Homraruen, W., and Phoochinda, W. (2019). Utilization of durian shell and mangosteen shell as fuel briquette and fertilizer: A case study of Keang Hang Maeo District, Chanthaburi Province. *Ph.D. in Social Sciences Journal*, 9(2), 452-466.
- [6] Tippayawong, N. (2013). *Biomass conversion technology*. Technology Promotion Association (Thailand-Japan).
- [7] Saueprasearsit, P., Kaewsawing, S., and Thitkrathok, A. (2020). Bio-coal and green fuel production from durian peel. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 39(5), 580-586.
- [8] Muenmee, S., and Prasertboonyai, K. (2021). Potential biogas production generated by mono- and co-digestion of food waste and fruit waste (durian shell, dragon fruit and pineapple peel) in different mixture ratio under anaerobic condition. *Environmental Research Engineering and Management*, 77(1), 25-35.
- [9] Wikanya, P., Phimpaka, P., Loetchai, C., Hiroshi, E., and Somchai, C. (2016). Durian residues as potential resource for biogas production in an anaerobic system. *International Journal of Agricultural Technology*, 12(7.1), 1265-1273. <http://www.ijat-aatsea.com>
- [10] Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, L., Guwy, A., Jenicek, P., Kalyuzhnui, S., and Van Lier, J. (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: A proposed protocol for batch assays. *Water Science and Technology*, 59(5), 927-934.
- [11] Hniman, A., O-Thong, S., and Prasertsan, P. (2011). Developing a thermophilic hydrogen producing microconsortia from geothermal spring for efficient utilization of xylose and glucose mixed substrates and oil palm trunk hydrolysate. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, 8785-8793.
- [12] Thamwatchalangoon, P., Chintham, S., and Sawasdee, V. (2021). Efficiency of biogas production by co-digestion between leaf waste in community and cow dung. *The Journal of Industrial Technology*, 17(2), 56-68.

- [13] Chompoo, J., Chaiyasit, S., and Suebsaiprom, W. (2017). Utilization of aquatic weeds as co-digestion with swine manure for biogas production. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 35(3), 9-18.
- [14] Markphan, W., and O-Thong, S. (2019). Biogas production from chicken manure co-digested with napier grass and food waste by solid state anaerobic. *Burapha Science Journal*, 24(2), 817-834.
- [15] Suphantamat, O., and Reungsang, A. (2022). Biochemical methane potential of sugarcane leaves and the specific methanogenic activity of anaerobic mixed cultures in cow dung and rumen fluid. In *The 23rd National Graduate Research Conference (Online)*. Graduate School Khon Kaen University.