การปรับสภาพเปลือกทุเรียนทางเคมีเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลังงานทดแทน

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์[1*] และ สหัถยา ทองสาร[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[2]วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปรับสภาพทางเคมีและความร้อนในสภาวะที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6% และ 9% ที่ระยะเวลา 30,60 และ 90 นาที ที่อุณหภูมิห้องมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) ทุกความเข้มข้น มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนที่อุณหภูมิ60, 80 และ 100°Cพบว่า ปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 3%, 6% และ 9% ที่ระยะเวลา 30,60 และ 90 นาที โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

***ผู้เขียนหลัก**: ajann_envi@uru.ac.th

คำสำคัญ: เปลือกทุเรียน, การปรับสภาพ, สารอินทรีย์

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Chemical pretreatment of durian peel for a raw material in the production of renewable energy

Supaporn Pongthornpruek[1*] and Sahataya Thongsan[2]

[1]Faculty of Science and Technology, UttaraditRajabhat University

[2]School of Renewable Energy Technology, Naresuan University

Abstract

This research aimed to study optimal conditions of biogas production from durian peel that pre-treatment with chemical and heat in different conditions. The result showed that the carbon content of the sample was soaked with 6% and 9% NaOH solution at 30, 60 and 90 minutes in room temperature were not significantly. For the samples were pre-conditioned with NaOH concentrations, the amount of carbon were higher significantly than that of water ($p<0.05$). For optimum conditions for the production of biogas from durian peels at 60, 80 and 100 °C, the result found that there were no significant difference of carbon content in sample soaked with 3%, 6% and 9% NaOH solution at 30, 60 and 90 minutes.

***Corresponding Author**: ajann_envi@uru.ac.th

Keywords: Durien peel, Pre-treatment, Organic matter

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ประเทศไทยมีการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียในเชิงธุรกิจในหลายอุตสาหกรรม เช่น ในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง น้ำมันปาล์ม การแปรรูปสัตว์จนถึงฟาร์มสุกร และกำลังขยายไปสู่อุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ อีกหลายประเภท ในการผลิตก๊าซชีวภาพเชิงอุตสาหกรรมวัตถุดิบที่ใช้ก็คือ สารอินทรีย์ (Organic Matter) ที่อยู่ในน้ำเสียหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร ชุมชน และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น น้ำเสียที่ออกจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ โรงฆ่าสัตว์ ขยะชุมชนเฉพาะส่วนที่เป็นขยะอินทรีย์ ฟาร์มสุกร เป็นต้น ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเสียและมูลสัตว์ที่ได้จากฟาร์มหรือไร่นาเป็นสำคัญ ปัจจุบันนี้เริ่มมีการเติมชีวมวลเพื่อไปช่วยส่งเสริมปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการผลิตก๊าซชีวภาพส่วนที่เติมเข้าไปจะไปเพิ่มปริมาณของธาตุอาหารที่จำเป็น[1]

เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทนสามารถใช้สารอาหารที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเท่านั้น การผลิตก๊าซมีเทนจากสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนจึงต้องอาศัยการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มไม่สร้างมีเทน เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีความซับซ้อนสูงให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีความซับซ้อนต่ำพอที่แบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทนสามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นในการผลิตก๊าซมีเทนจะต้องอาศัยการทำงานของแบคทีเรียหลาย ๆ กลุ่มเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปน้ำเสียและขยะที่มีสารอินทรีย์นั้นสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้ภายในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพในสภาวะไร้อากาศสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ 80-90% ให้กลายเป็นก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์[2] ซึ่งเทคโนโลยีในการผลิตก๊าซชีวภาพจะมุ่งเน้นให้เกิดก๊าซมีเทนสูงสุด เพราะมีเทนเป็นก๊าซที่เมื่อเผาไหม้แล้วได้สารผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปริมาณน้อยที่สุด

การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนโดยใช้วัสดุเหลือใช้ในภาคเกษตรเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ก่อให้เกิดรายได้หรือลดรายจ่ายให้กับเกษตรกร ในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรปใช้ก๊าซชีวภาพเป็นปริมาณ 2 ใน 3 ของพลังงานทดแทนทั้งหมด[3] ก๊าซมีเทนซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่ทำให้ก๊าซชีวภาพที่ได้มีคุณสมบัติติดไฟเป็นผลจากระบบ metabolism ของแบคทีเรียที่เจริญเติบโตแบบไม่ใช้ออกซิเจน ระบบผลิตที่ใช้วัตถุดิบเหลือใช้จากการเกษตรส่วนใหญ่มักเลือกใช้ส่วนที่เหลือจากพืชที่ให้พลังงาน เช่น รากมันสำปะหลัง หัวไชเท้า แครอท เป็นต้น และใช้พืชที่ให้น้ำตาลเป็นส่วนประกอบเพื่อเร่งปฏิกิริยาการเกิดมีเทน[4,5] เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ วัตถุดิบที่นำมาผลิตควรผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นก่อน เพราะอาจเกิดปัญหาการลอยตัวของวัตถุดิบและกาก ที่สามารถทำให้เกิดเป็นชั้นของแข็งของก๊าซชีวภาพจับกันหนาที่ส่วนบนของของเหลว นอกจากนั้นเส้นใยของวัสดุชีวมวลยังมีส่วนประกอบที่มีการป้องกันการย่อยสลาย จึงจำเป็นที่จะต้องมีวิธีการ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ปรับสภาพเบื้องต้น ทำให้เส้นใยเหล่านั้นย่อยสลายได้ง่ายขึ้น สามารถผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้น[6] โดยความเหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความชื้น องค์ประกอบด้านเคมี เป็นต้น

บรรดาแหล่งพลังงานชีวมวลทั้งหลายที่มีศักยภาพมากที่สุดนั้น แหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งได้แก่ พวกเศษวัสดุจากการเกษตร เช่น ซังข้าวโพด เส้นใยข้าวโพด ชานอ้อย วัสดุเหลือทิ้งจากไม้ เช่น ขี้เลื่อยจากทั้งไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง พวกขยะจากกระบวนการแปรรูปอาหารและเศษกระดาษ ฯลฯ เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่น่าสนใจมากที่สุดเนื่องจากมีอยู่มากในกระบวนการแปรรูปทุเรียนทำให้มีขยะอินทรีย์เกิดขึ้นได้แก่เปลือกทุเรียน ในแต่ละครั้งของกระบวนการผลิต โดยปริมาณเปลือกทุเรียนที่ออกมาจากการแปรรูปทุเรียนมีปริมาณถึง 65-75 เปอร์เซ็นต์ของผลทุเรียน เศษชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปทุเรียนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณขยะของจังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นกระบวนการแปรรูปทุเรียนแต่ละครั้งต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากแก๊สแอลพีจี (LPG) ในกระบวนการทอดและการกวน ในขณะที่ของเสียสร้างปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและในเวลาเดียวกันสังคมต้องการพลังงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นการใช้ของเสียให้เกิดประโยชน์ย่อมช่วยให้เกิดผลดีทั้งสองด้านเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้แต่ค่อนข้างช้า เพราะองค์ประกอบส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ที่พันซ้อนกันเป็นร่างแหสลับกันแน่น ทำให้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนาน จึงได้มีการศึกษาผลของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ก่อนการหมัก ได้แก่ การแช่ด้วยสารละลายด่าง (NaOH) การใช้ความร้อนเพื่อเป็นการเพิ่มอัตราการย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปรับสภาพทางเคมีและความร้อนในสภาวะที่แตกต่างกัน จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้เกษตรกรนำเปลือกทุเรียนมาผลิตก๊าซชีวภาพได้ในอนาคต สามารถลดปริมาณขยะและลดรายจ่ายด้านพลังงานได้

2. วิธีการดำเนินการ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ มุ่งเน้นศึกษากระบวนการบำบัดเบื้องต้นทางเคมีและทางความร้อนที่มีผลต่อความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของวัสดุชีวมวลเหลือทิ้ง(เปลือกทุเรียน) มีวัตถุประสงค์เพื่อการย่อยสลายโครงสร้างของเปลือกทุเรียนแยกออกจากกัน เพื่อนำไปใช้ศึกษาประสิทธิภาพการหมักและการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีรายละเอียดการทดลอง ดังนี้

2.1 การปรับสภาพเบื้องต้น

การปรับสภาพเบื้องต้นมีปัจจัยและสภาวะที่ทำการทดลอง คือ ความเข้มข้นด่าง เวลา และอุณหภูมิ ใน

การปรับสภาพเบื้องต้น โดยจะใช้การทดลองแบบแฟคทอเรียลและความเหมาะสมด้วยวิธี fractional factorial design (FFD) โดยใช้ค่าต่ำ กลาง และสูง ของแต่ละตัวแปรทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณเปรียบเทียบค่าปริมาณคาร์บอนที่เกิดขึ้นเพื่อประเมินสภาวะที่เหมาะสมในการนำมาหมักเพื่อผลิตก๊าซ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

2.1.1 การปรับสภาพเบื้องต้นทางเคมี โดยสภาวะที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 5 องศาเซลเซียส) ความเข้มข้นของสารละลายด่าง (NaOH) ที่ใช้ในการปรับสภาพเบื้องต้นมีความเข้มข้นต่างกัน คือ 3%, 6% และ 9% ตามลำดับ เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพเบื้องต้น คือ 30 นาที, 60 นาที และ 90 นาที

2.1.2 การปรับสภาพเบื้องต้นทางเคมีและทางความร้อน สภาวะที่ทำการทดลองใช้อุณหภูมิในการปรับสภาพเบื้องต้นที่ 60, 80 และ100 องศาเซลเซียส โดยความเข้มข้นของสารละลายด่าง (NaOH) ที่ใช้ในการปรับสภาพเบื้องต้นมีความเข้มข้นต่างกัน คือ 3%, 6% และ 9% ตามลำดับ สำหรับเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพเบื้องต้น คือ 30 นาที, 60 นาทีและ 90 นาที ตามลำดับ

2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำหมักไปวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำด้วยวิธีวิเคราะห์ที่กำหนดตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ได้แก่ ค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ COD ด้วยวิธี Closed reflux method และ ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ด้วยวิธี Digestion and Titration

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหมักเมื่อใช้รูปแบบการเตรียมที่แตกต่างกันและเมื่อใช้ระยะเวลาในการหมักแตกต่างกันด้วยสถิติ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

3. ผลการวิจัย

ผลการบำบัดเบื้องต้นทางเคมี โดยนำเปลือกทุเรียนแห้งมาบดหยาบแล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 3%, 6% และ 9% เป็นระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที ที่อุณหภูมิห้อง,60, 80 และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์หาค่าคาร์บอนเพื่อประเมินการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยมีผลการศึกษาพบว่าการปรับสภาพเบื้องต้นที่อุณหภูมิห้อง ค่าคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่ปรับสภาพด้วยน้ำ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 3%, 6%, และ 9% เป็นระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที พบว่าตัวอย่างทดลองที่มีค่าคาร์บอนสูงสุด คือ ตัวอย่างที่ปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 6% เป็นระยะเวลา 90 นาที (10.80%) ส่วนตัวอย่างที่มีค่าคาร์บอนต่ำสุด คือ ตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำ เป็นระยะเวลา 90 นาที มีค่าเท่ากับ 2.8% จะเห็นว่าค่าคาร์บอนที่ได้จากตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 3%, 6% และ 9% มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำ โดยค่าคาร์บอนจากตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพด้วยน้ำ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลามากขึ้น ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่ปรับสภาพ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3% และ 9% ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที มีค่าคาร์บอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6% ที่ระยะเวลา 60 และ 90 นาที มีค่าคาร์บอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1และภาพที่ 1ก) การทดสอบค่าคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่ได้จากการการปรับสภาพเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสพบว่าตัวอย่างที่มีค่าคาร์บอนสูงที่สุดคือ ตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 9% ที่ระยะเวลา 90 นาที (16.8%) ส่วนตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำมีค่าคาร์บอนต่ำสุดที่ระยะเวลา 30 นาที (3.6%) จะเห็นว่าค่าคาร์บอนที่ได้จากตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 3%, 6% และ 9% มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำ โดยค่าคาร์บอนจากตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพด้วยน้ำ ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าคาร์บอนจากตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3% ที่ระยะเวลา 60 นาที มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างที่ระยะเวลา 30 และ 90 นาที สำหรับค่าคาร์บอนจากตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6% และ 9% ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที ซึ่งที่ระยะเวลา 60 และ 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1และภาพที่ 1ข) การปรับสภาพเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสพบว่า ค่าคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่ได้จากการบำบัดเบื้องต้น ตัวอย่างที่มีค่าคาร์บอนสูงที่สุดคือ ตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 9% ที่ระยะเวลา 90 นาที (20.0%) ส่วนตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำมีค่าคาร์บอนต่ำสุดที่ระยะเวลา 30 นาที (2.80%) ทั้งนี้ตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 3%, 6% และ 9% กับตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำมีค่าคาร์บอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าคาร์บอนจากตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพด้วยน้ำที่ระยะเวลา 90 นาที มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที ส่วนค่าคาร์บอนจากตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3% และ 6% มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที และตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 9% มีค่าคาร์บอนที่ระยะเวลา 60 และ 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1ค) สำหรับการทดสอบค่าคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่ได้จากการปรับสภาพเบื้องต้น ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่า ตัวอย่างที่มีค่าคาร์บอนสูงที่สุดคือ ตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 9% ที่ระยะเวลา 90 นาที (21.6%) ส่วนตัวอย่างที่ปรับ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

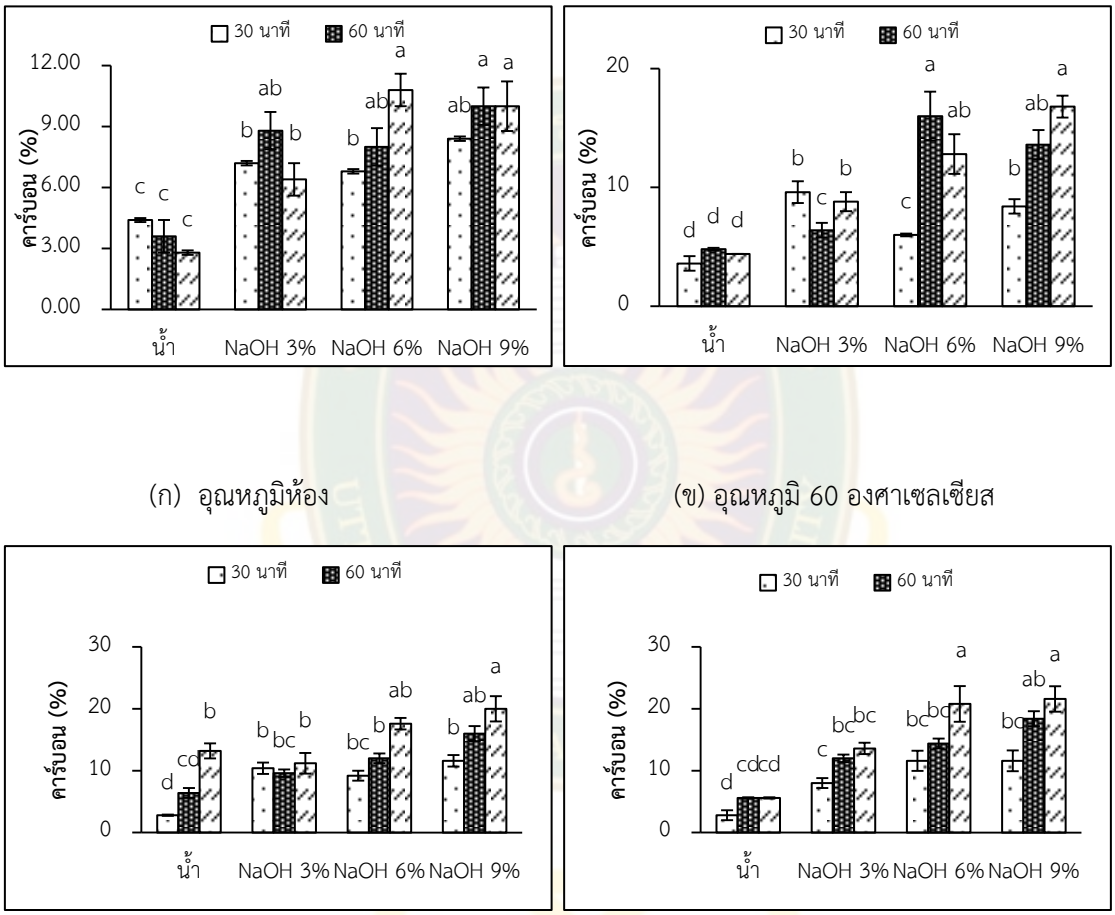
สภาพด้วยน้ำ มีค่าคาร์บอนต่ำสุด ที่ระยะเวลา 30 นาที (2.80%) โดยค่าคาร์บอนจากตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพด้วยน้ำ ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับส่วนตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3% ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 นาที มีค่าคาร์บอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าคาร์บอนจากตัวอย่างที่บำบัดเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6% ที่ระยะเวลา 90 นาที มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1ง)

ตารางที่1 ผลการทดสอบค่าคาร์บอน (%) จากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่ได้จากการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ตัวอย่างที่ทดลอง	เวลา (นาที)	อุณหภูมิห้อง	60°C	80°C	100°C
น้ำ	30	4.40 ± 0.10^{c}	3.60 ± 0.61^{d}	2.80 ± 0.11^{d}	2.80 ± 0.80^{d}
	60	3.60 ± 0.80^{c}	4.80 ± 0.11^{d}	6.40 ± 0.80^{cd}	5.60 ± 0.11^{cd}
	90	2.80 ± 0.11^{c}	4.40 ± 0.00^{d}	13.2 ± 1.22^{b}	5.60 ± 0.11^{cd}
NaOH 3%	30	7.20 ± 0.11^{b}	9.60 ± 0.92^{b}	10.4 ± 0.92^{b}	8.00 ± 0.80^{c}
	60	8.80 ± 0.92^{ab}	6.40 ± 0.61^{c}	9.60 ± 0.61^{bc}	12.0 ± 0.61^{bc}
	90	6.40 ± 0.80^{b}	8.80 ± 0.80^{b}	11.20 ± 1.67^{b}	13.6 ± 0.92^{bc}
NaOH 6%	30	6.80 ± 0.11^{b}	6.00 ± 0.11^{c}	9.20± 0.80^{bc}	11.6 ± 1.62^{bc}
	60	8.00 ± 0.92^{ab}	16.0 ± 2.05^{a}	12.0 ± 0.80^{b}	14.4 ± 0.80^{bc}
	90	10.8 ± 0.80^{a}	12.8 ± 1.67^{ab}	17.6 ± 0.92^{ab}	20.8 ± 2.88^{a}
NaOH 9%	30	8.40 ± 0.11^{ab}	8.40 ± 0.61^{b}	11.6 ± 0.92^{b}	11.6 ± 1.67^{bc}
	60	10.0 ± 0.92^{a}	13.6 ± 1.22^{ab}	16.0 ± 1.22^{ab}	18.4 ± 1.22^{ab}
	90	10.0 ± 1.22^{a}	16.8 ± 0.92^{a}	20.0 ± 2.05^{a}	21.6 ± 2.05^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY



(ก) อุณหภูมิห้อง (ข) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

(ค) อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (ง) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 1 ค่าคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำย่อยเปลือกทุเรียนแห้งที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 60 °C 80°C และ 100 °C

จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบการเตรียมวัสดุส่งผลต่อความแตกต่างของค่าสารอินทรีย์ ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่าสารอินทรีย์ในน้ำหมักภายหลังการหมักซึ่งบ่งชี้ด้วยค่าคาร์บอนที่สูงขึ้น โดยพบว่ามีค่าสูงที่สุดในน้ำหมักที่มีการเตรียมวัสดุด้วยการแช่ด้วยสารละลายด่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าน้ำหมักที่มีระยะเวลาหมักนานมีค่าสารอินทรีย์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับน้ำหมักที่มีระยะเวลาที่สั้นกว่า ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ในระบบหมักได้ย่อยสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ทั้งในน้ำหมักและเปลือกทุเรียนให้มีขนาดโมเลกุลที่เล็กลง เช่น การย่อยไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ให้เป็นกรดไขมัน กรดอะมิโนและน้ำตาล

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ตามลำดับ จึงทำให้ค่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ผ่านการหมักมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาลักษณะของน้ำเสียและฟางข้าวในระบบหมักร่วมแบบไร้อากาศ พบว่าน้ำเสียที่ผ่านการหมักมีค่าสารอินทรีย์ซึ่งบ่งชี้ด้วยค่า BOD_5 และ COD และค่าไนโตรเจนสูงขึ้น ทั้งนี้รูปแบบการเตรียมส่งผลต่อความแตกต่างของค่าสารอินทรีย์ในน้ำหมัก[7] น้ำที่หมักร่วมกับเปลือกทุเรียนที่ผ่านการเตรียมโดยการแช่ด้วยสารละลายด่างนั้น มีค่าคาร์บอนในน้ำหมักสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการแช่ด้วยสารละลายด่างนั้นจะทำให้เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่ย่อยสลายยากถูกย่อยสลายได้ง่ายขึ้น[8] ทั้งนี้หากทำการหมักด้วยระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น สารอินทรีย์ขนาดโมเลกุลเล็กที่เกิดขึ้นนี้มีโอกาสที่จะเกิดการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซ ซึ่งทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสภาวะเหมาะสมในการปรับสภาพทางกายภาพของฟางข้าวเพื่อผลิตมีเทนจากการหมักด้วยมูลควายภายใต้สภาวะไม่ใช้อากาศ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพฟางข้าวคือแช่ฟางข้าว 40 กรัมต่อลิตรในน้ำประปา ความเป็นกรดด่างที่ 6.5 ต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 5 ชั่วโมง และปั่นนาน 9 นาที สามารถให้ปริมาณมีเทนสูงสุดเท่ากับ 3,897.10 มิลลิลิตรต่อลิตร การปรับสภาพฟางข้าวสามารถส่งเสริมให้มีผลผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มมากขึ้น[9]

4. สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 6% และ 9% ที่ระยะเวลา 30,60 และ 90 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอย่างทดลองที่ปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) ทุกความเข้มข้น มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยน้ำซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกทุเรียนที่อุณหภูมิ 60, 80 และ 100 °Cพบว่า ปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างที่ปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 3%, 6% และ 9% ที่ระยะเวลา 30,60 และ 90 นาที โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและระยะเวลาการให้อุณหภูมิเป็นสองปัจจัยสำคัญสำหรับการทำลายโครงสร้างของพืช เป็นการช่วยเพิ่มรูพรุนและพื้นที่ผิวของวัสดุ ทำให้เอนไซม์หรือจุลินทรีย์ไปย่อยโครงสร้างได้ง่ายยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการอุมศึกษาและเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนล่างที่สนับสนุนให้ทุนวิจัยภายใต้โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ. การผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าว. รายงานการวิจัย.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2557.

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

[2] เสาวลักษณ์ เฮ้าสกุล.การผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยและกลีเซอรอลโดยใช้กระบวนการหมักร่วม. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรอาหาร และสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2555.

[3] Chynoweth, D.P. Biomethane from energy crops and organic wastes. In: International Water Association (Eds.), Anaerobic Digestion 2004. Anaerobic Bioconversion ... Answer for Sustainability, Proceedings 10th World Congress, vol.1, Montreal, Canada.www.ad2004montreal.org. pp. 525–530, 2004.

[4] Vindis, P.; Mursec, B.; Stajnko, D.; Brus, M. &Janzekovic, M. Measuring biogas production with fermenters. Daaam international scientific book, chapter 78, pp. 943-952, 2008.

[5] Chynoweth, D.P., Turick, C.E., Owens, J.M., Jerger, D.E., Peck, M.W., Biochemical methane potential of biomass and waste feedstocks. Biomass Bioenergy.5 (1), 1993.

[6] สุรพงศ์นนทประเสริฐ. การบำบัดเบื้องต้นโดยใช้วิธีทางความร้อนและทางชีวภาพต่อความสามารถในการย่อยสลายของใบอ้อยในระบบไร้อากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553.

[7] พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก. ลักษณะของน้ำเสียและฟางข้าวในระบบหมักร่วมแบบไร้อากาศ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ฉบับ 34(5) กันยายน – ตุลาคม 2558. หน้า 423-430.

[8] Lim JS, Manan ZA, Alwi SRW, Hashim H. A review on utilization of biomass from rice industry as a source of renewable energy. Renew Sustainable Energy Rev 2012; 16:3084-3094.

[9] เปมิกา คเชนทร์มาศ และประไพพิศ ชัยรัตนมโนกร. สภาวะเหมาะสมในการปรับสภาพทางกายภาพของฟางข้าวเพื่อผลิตมีเทนจากการหมักด้วยมูลควายภายใต้สภาวะไม่ใช้อากาศ.รายงานการประชุมวิชาการ“สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 9.ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.2556 . หน้า 150-155.

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY