# การศึกษากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

# Study of biogas production from maize waste

**สฤทธิ์พร วิทยผดุง***

**Saritporn Vittayapadung***

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย**

**Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University**

***Corresponding author E-mail: Saritporn.Vit@crru.ac.th**

(Received: Feb28, 2023; Revised: Jun13, 2023; Accepted: Jun14, 2023)

**บทคัดย่อ**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ถังหมักที่เป็นระบบผลิตก๊าซธรรมชาติอย่างง่าย ชุดผลิตก๊าซจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำนวน 2 ชิ้น ได้แก่ (1) ถังหมักไร้อากาศขนาดความจุ 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซี (Polyvinyl Chloride: PVC) ทำหน้าที่ในการหมักซึ่งจะบรรจุมูลวัวลงไปเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศหายใจ (Anaerobic Bacteria) ลงในถัง ถังหมักไร้อากาศต้องมีสภาพอยู่ในระบบปิดและมีเครื่องกวนอยู่ด้านบนเพื่อทำการคลุกเคล้าให้ส่วนผสมในถังเกิดการคลุกเคล้าและดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง และ (2) ถังเก็บก๊าซขนาด 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซีเช่นเดียวกับถังหมักไร้อากาศ มีหน้าที่ในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ซึ่งจะเป็นลักษณะถังเก็บก๊าซถังคว่ำ โดยจะตั้งคว่ำลงภายในถังเก็บก๊าซ ขนาด 200 ลิตร หรือวงบ่อที่ใส่น้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวกักก๊าซไว้โดยตัวถังจะลอยขึ้นเมื่อก๊าซถูกลำเลียงมาจากถังหมัก และด้านบนจะมีท่อลำเลียงก๊าซไปจุดใช้งาน จากการศึกษาพบว่าจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด สามารถผลิตก๊าซชีวภาพปริมาตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ลิตร ภายในช่วงเวลา 18-21 วัน มีความเข้มข้นของก๊าซจุดไฟสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 95.6% ทั้งนี้ถือว่ามีความเป็นไปได้และเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และสามารถใช้ชุดผลิตก๊าซชีวภาพเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชาวบ้าน ผู้มาศึกษาดูงานและผู้ที่สนใจต่อไป

**คำสำคัญ:** ก๊าซชีวภาพ วัสดุเหลือทิ้ง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

**Abstract**

The objective of this research was to study biogas production from maize waste using simple and household type of fermentation system. Biogas production set was included 2 main equipment; (1) anaerobic fermentation tank of 200 Liter which made from polyvinyl chloride (PVC). This tank was for fermented the materials from maize residues (Maize cob and husk) and cow manure. Cow manure was used for working as catalyst and also building the anaerobic bacteria inside the tank. Anaerobic fermentation tank must be in close system and did not allow for air moving inside. Manual agitator was installed on the top of the tank for mixing all material inside and improve anaerobic bacteria activity. (2) Biogas storage tank of 200 Liter that same volume to anaerobic fermentation tank was for storage biogas which produced from fermentation system. The storage tank was included of turning upside down tank that turning down in main

storage tank and it was using for storage biogas inside by floating up in case of the gas was happened. There was a conveyed pipe sending gas to final using. The research results of the study were found that biogas from fermenting maize residues produced 2.48 Liter of gas in time duration of 18-21 days. Gas concentration level was 95.6%. The conclusion in this research can achieve and reach the objectives and finding that the production of biogas is enough for using in people household.

**Keywords:** Biogas, Waste material, Maize

## บทนำ

ประเทศไทยพยายามที่จะหาโอกาสและวิธีในการเพิ่มรายได้ของประเทศ โดยการเร่งพัฒนารูปแบบและกระบวนการผลิตทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง จนเข้าสู่รูปแบบอุตสาหกรรมทางการเกษตรจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการผลิตที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการบริโภคในครัวเรือน และเข้าสู่การผลิตในปริมาณมากเพื่อการส่งออก จากการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมทางการเกษตรจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย เนื่องจากขาดการวางแผนแก้ไขในเรื่องน้ำเสียและอากาศเสีย จนกลายเป็นปัญหาทางด้านสุขภาพและอนามัยของประชาชนโดยรวม

ประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นประเทศที่มีศักยภาพด้านก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก เนื่องจากเป็นประเทศที่มีการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรเป็นจำนวนมาก รวมทั้งวัตถุดิบจากพืชและฟาร์มปศุสัตว์ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ในรูปของก๊าซชีวภาพได้ [1] ซึ่งนิยามของก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบที่จุลินทรีย์ทำงานและดำรงชีพโดยไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Bacteria) ก๊าซชีวภาพนั้นประกอบด้วยก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น [2] การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพนอกจากจะผลิตพลังงานออกมาใช้ในรูปไฟฟ้าและในรูปแบบของความความร้อนแล้ว ยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายของการใช้ก๊าซเชื้อเพลิงในการหุงต้มภายในครัวเรือน และยังสามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันในภาคคมนาคมได้อีกด้วย [3]

กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์จำพวกที่ไม่ชอบออกซิเจน ซึ่งจุลินทรีย์แบบไม่ชอบออกซิเจนนั้นมี 2 พวก คือ พวกที่สร้างมีเทน (Methanogen bacteria) และพวกที่ไม่สร้างมีเทน (Non-methanogen bacteria) โดยจุลินทรีย์ประเภทสร้างมีเทนนี้จะใช้สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเป็นสารอาหาร และให้ผลผลิตเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก โดยมีก๊าซอื่น ๆ ในปริมาณเล็กน้อยเช่นก๊าซไข่เน่าหรือก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ [4-5] ประเทศไทยมีแนวโน้มในการผลิตและการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปี ทั้งนี้เพื่อเพิ่มการสร้างและใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศให้มากขึ้น และลดการนำเข้าและใช้พลังงานฟอสซิล (Fossil Fuel) ให้น้อยลงนั่นเอง [1]

จังหวัดเชียงรายเป็นหนึ่งในหลายจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทยที่ประสบปัญหาหมอกควันในทุก ๆ ปี ซึ่งมีผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมภายในจังหวัดเป็นอย่างมาก สาเหตุหลักเกิดจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งได้แก่ข้าวโพด จากการศึกษาพบว่ามีการประสบปัญหาจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดดังกล่าวในปริมาณมากต่อวัน เกษตรกรใช้วิธีที่ง่ายต่อการกำจัด ซึ่งได้แก่การเผาทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาหมอกควันติดตามมา [6] โดยงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำเศษเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพดมาผลิตก๊าซชีวภาพ ด้วยวิธีการหมักแบบไร้อากาศที่เกิดจากกระบวนการหมักก๊าซ การดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบ สร้างและผลิตก๊าซชีวภาพ สร้างถังหมักให้เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หมักประกอบด้วยทุกส่วนที่เหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพด (นำมาบดย่อย) ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากกระบวนการหมักและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่ติดไฟ ทั้งนี้ก๊าซที่ผลิตได้สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบก๊าซชีวภาพเพื่อนำพลังงานที่ได้มาลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในกระบวนการอื่น ๆ ของเกษตรกรต่อไป

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติเรื่องการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีวิธีการดำเนินการวิจัยในการออกแบบและสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลในส่วนของกระบวนการหมักแบบไร้อากาศของวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเศษวัสดุดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อนำพลังงานที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมถึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของครัวเรือนอีกด้วย การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยทำการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพ ใช้ชุดการทดลองระบบก๊าซชีวภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย

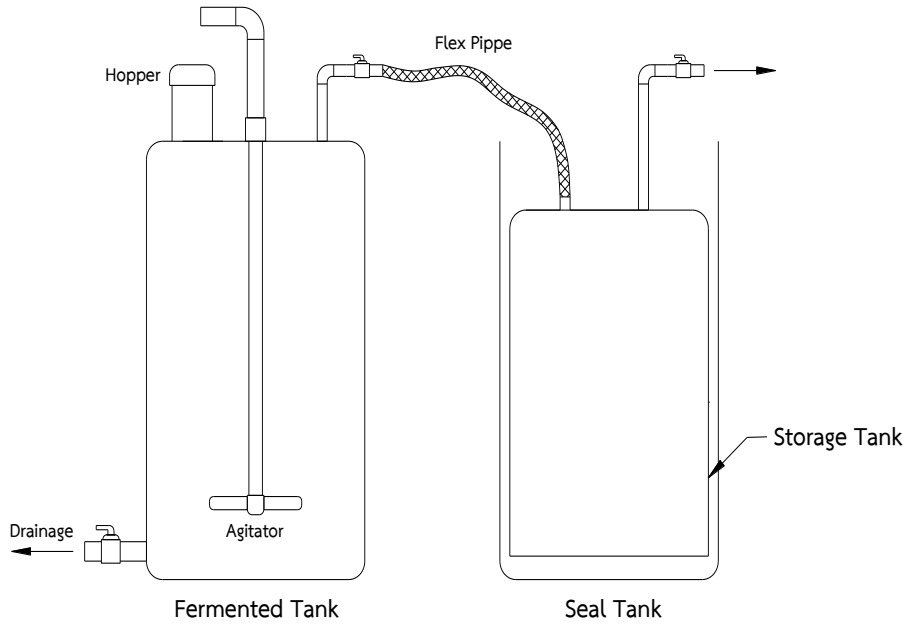
1. ถังผสม (Mixed Tank) เป็นถังที่มีความจุ 200 ลิตร ใช้สำหรับหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างซัง เปลือก ใบ และลำต้นของข้าวโพด ที่นำมาทำการสับย่อยให้มีขนาดเล็ก แล้วนำมาผสมในอัตราส่วนที่เท่ากัน จากนั้นใส่น้ำเข้าไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยให้น้ำมีระดับที่ปริ่มปริมาณของส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใส่ไว้ในถัง ทั้งนี้เพื่อเป็นการหมักเบื้องต้นเป็นเวลา 3 วัน พร้อมทำการกวนโดยใช้ไม้สะอาดคนเข้าด้วยกัน

2. ถังหมักก๊าซ (Fermented Tank) เป็นถังที่ใช้หมักส่วนผสมที่ได้จากถังผสม โดยทำการผสมเข้ากับมูลสัตว์ (มูลวัว) ที่ผสมกับน้ำ ซึ่งมีจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนอยู่ โดยถังหมักก๊าซมีความจุของถังเท่ากับ 200 ลิตร

3. ถังซีลน้ำ (Seal Tank) และถังเก็บก๊าซ (Biogas Storage Tank) ถังซีลน้ำเป็นถังที่ใช้บรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร เพื่อนำถังเก็บก๊าซที่มีขนาด 150 ลิตร ซึ่งเป็นถังที่ใช้กักเก็บก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังหมักก๊าซ

โดยคว่ำลงด้านในของถังซีลน้ำ ทำการสมดุลถังเก็บก๊าซให้เคลื่อนที่ขึ้นอย่างคงที่เมื่อเกิดก๊าซ ทั้งนี้สำหรับใช้เก็บก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเขียนแบบระบบภาพรวมของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังแสดงในภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** แบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

**วิธีการทดลอง**

1. การเตรียมเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นำเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของเปลือก ซัง ใบ และลำต้น มาทำการสับย่อยโดยใช้มีดที่คมให้ได้เศษที่ย่อยมีขนาดเล็กขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักของเศษย่อยดังกล่าวให้ได้ 5 กิโลกรัม จากนั้นทำการบรรจุลงในถังผสม ขนาด 200 ลิตร เติมน้ำสะอาดลงไปให้อยู่ในระดับที่เหนือเศษย่อยดังกล่าวเล็กน้อย ทำการกวนน้ำกับเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ทำการย่อยแล้วด้วยท่อนไม้หรือท่อพีวีซีสะอาดด้วยแรงคน ทุกวันวันละ 15 นาที เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้วัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เกิดการย่อยสลายจนมีสภาพกลายเป็นกรดอ่อน ๆ แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดที่เตรียมไว้ได้นำไปใช้ในถังหมักก๊าซ

2. การเตรียมมูลสัตว์ (มูลวัว) ใส่ในถังหมักก๊าซ

นำมูลวัวแห้งที่ทำการย่อยด้วยมือน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ผสมกับน้ำสะอาดในถังเล็กที่แยกไว้ต่างหาก คนให้เข้ากัน แล้วใส่ลงในไปถังหมักก๊าซที่ใส่ส่วนผสมที่ได้จากถังผสมลงไปก่อนหน้า ทั้งนี้ มูลวัวจะมีจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศในการหายใจที่เหมาะสมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังหมักก๊าซนั่นเอง

3. กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ

ทำการเติมส่วนผสมที่ได้จากถังผสมทั้งหมดลงไปในถังหมักก๊าซ จากนั้นใส่ส่วนผสมของมูลวัวกับน้ำที่เข้ากันเติมลงไปในถังหมักก๊าซเช่นกัน ทำการกวนน้ำภายในถังหมักก๊าซให้เข้ากัน ปิดฝาถังหมักก๊าซให้สนิท ทำการกวนใบพัดกวนที่ติดตั้งอยู่กับถังหมักก๊าซทุกวันโดยใช้เวลากวนครั้งละ 30 นาที ทำการกวนในเวลาเช้าและเย็น 2 ครั้งต่อวัน กวนทุกวันจนกว่าจะเกิดก๊าซ โดยขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการหมักประมาณ 5-10 วัน ให้ทำการตรวจสอบสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของส่วนผสมภายในถังหมักก๊าซต่อไปทุกวัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำการหมักตั้งแต่เริ่มต้น ใช้เวลาประมาณ 17-23 วัน จะเกิดก๊าซชีวภาพ และก๊าซชีวภาพดังกล่าวจะถูกส่งออกมาทางท่อและสายนำก๊าซเพื่อเก็บรวบรวมไว้ในถังเก็บก๊าซโดยใช้หลักการแทนที่ของน้ำ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

4. กระบวนการเก็บข้อมูลการทดลอง

การเก็บข้อมูลการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะทำการวัดอุณหภูมิของส่วนผสมในถังผสม อุณหภูมิของส่วนผสมในถังหมักก๊าซ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณที่ทำการทดลอง พร้อมกับวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟภายในท่อส่งก๊าซ เพื่อนำก๊าซที่ได้เก็บรวบรวมในถังเก็บก๊าซ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การวัดอุณหภูมิใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 ทำการวัดอุณหภูมิของระบบผลิตก๊าซชีวภาพรวมทั้งหมด 3 จุด ได้แก่ อุณหภูมิในถังผสม อุณหภูมิในถังหมักก๊าซ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

4.2 การวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ ใช้ Gas Sensor (MQ2) สามารถตรวจจับความเข้มข้นของก๊าซที่ติดไฟในอากาศได้ และให้ Output ออกมาเป็นระบบ Analog เซ็นเซอร์ดังกล่าวนี้สามารถวัดความเข้มข้นของก๊าซไวไฟได้ระหว่าง 300 ถึง 10,000 ppm และทำงานได้ในอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส และกินกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 150 mA ที่แรงดัน 5 V ทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟภายในท่อส่งก๊าซ

4.3 ชุดประมวลผลและสั่งงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ พร้อมแสดงค่าผ่านจอ LCD แบบ 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ทำการบันทึกค่าลง SD Card ทุก ๆ ครึ่งชั่วโมงในแต่ละวันที่ใช้ทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

4.4 วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ด้วยเครื่องมือวัดระบบดิจิทัลแบบพกพา โดยทำการวัดค่า pH ทั้งในถังผสม และถังหมักก๊าซ

4.5 การวัดปริมาณก๊าซที่เกิดในระบบการหมักโดยไม่ใช้อากาศหายใจ ทำได้โดยการคำนวณหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน (เริ่มวัดวันที่เกิดก๊าซ) โดยการเปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นของบ่อเก็บก๊าซกับระดับอ้างอิงที่ทำการกำหนดไว้ คำนวณโดยหาปริมาตรของก๊าซจากเส้นผ่านศูนย์กลางของถังเก็บก๊าซ 50 เซนติเมตร (ถังเก็บก๊าซมีความสูงเท่ากับ 95 เซนติเมตร) โดยทำการวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นต่อเนื่องนับจากวันที่เกิดก๊าซครั้งแรกจนกระทั่งไม่มีการผลิตก๊าซอีก

**ผลการวิจัย**

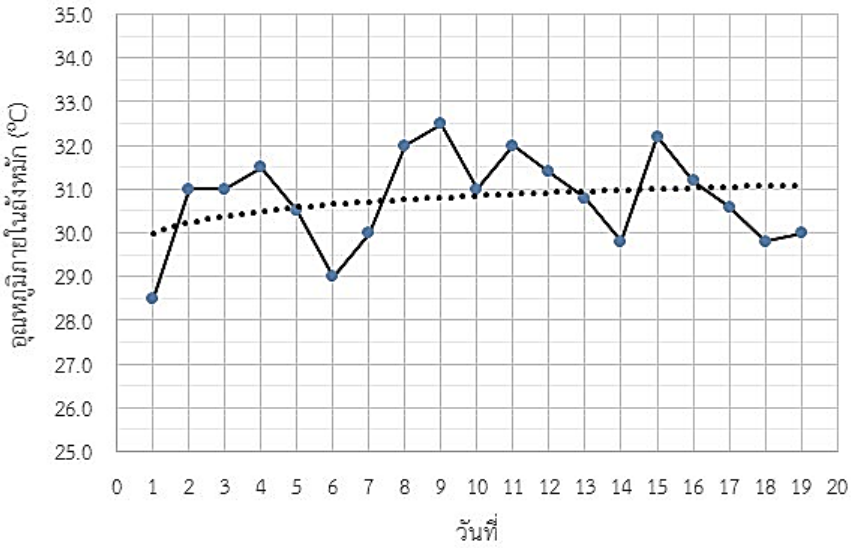
การวิจัยเชิงปฏิบัติเรื่องการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ผลการทดลองในถังผสม

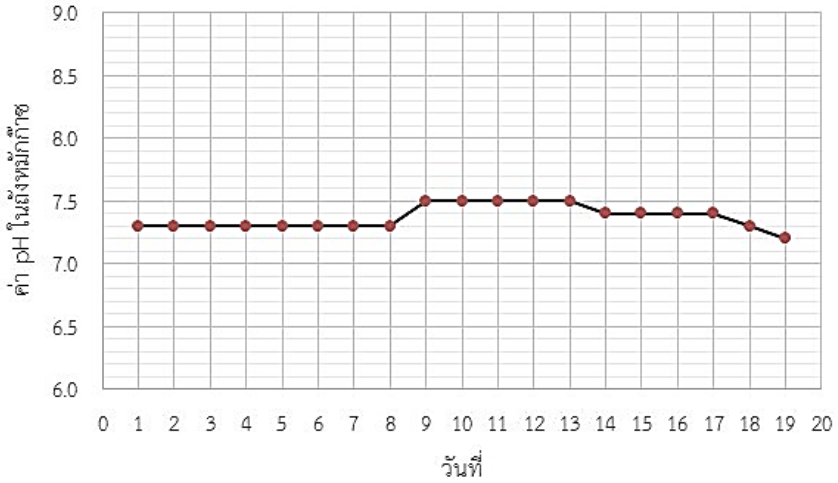
ผลจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในถังผสม และมีการกวนผสมทุกวันวันละ 30 นาที พบว่าสภาพของส่วนผสมในถังผสมหลังจากหมักเบื้องต้นไว้เป็นเวลาสามวัน จะมีค่าความเป็นด่างอ่อนที่มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.1 และอุณหภูมิภายในถังผสมมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 27-29 °C

2. ผลการทดลองในถังหมักก๊าซ

ผลจากการหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในถังผสม พบว่าอุณหภูมิในถังหมักก๊าซมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.8 °C และมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.4 ซึ่งถือว่าส่วนผสมที่ทำการหมักอยู่ในสภาพที่เป็นกลางถึงเป็นด่างอ่อน ๆ ข้อมูลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ




**ภาพที่ 2** อุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซ

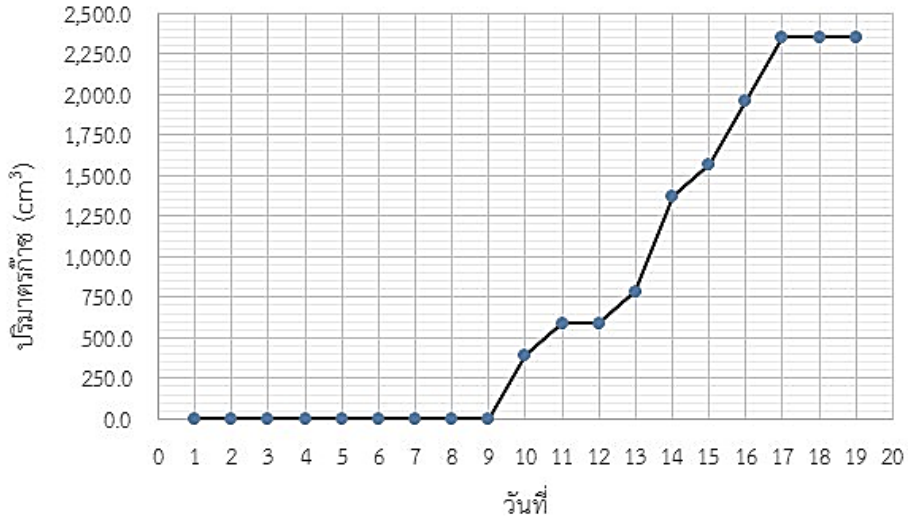



**ภาพที่ 3** ค่า pH ที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซ

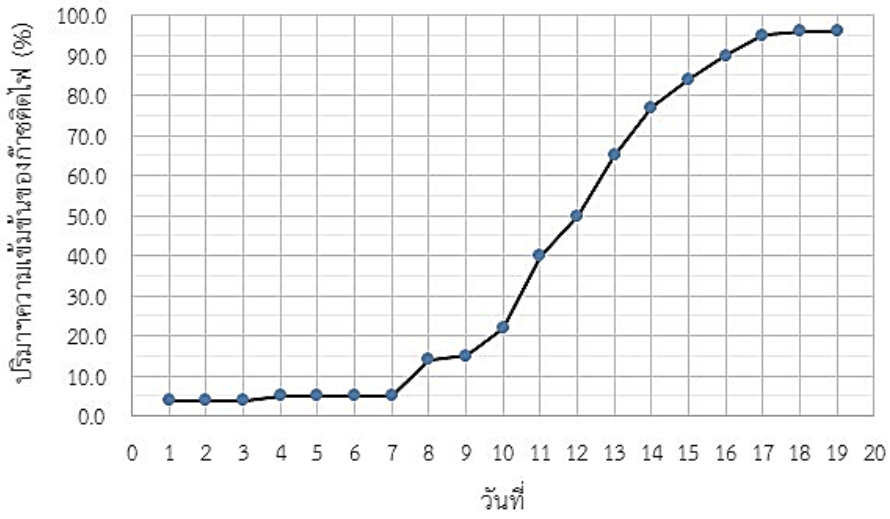
3. ผลที่ได้จากการผลิตก๊าซ

จากการทำการทดลองเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าก๊าซจะเกิดขึ้นครั้งแรกหลังจากเริ่มหมักในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้เวลา 10 วัน การทดลองครั้งที่ 2 ใช้เวลา 8 วัน และการทดลองครั้งที่ 3 ใช้เวลา 11 วัน ตามลำดับ จึงจะเกิดก๊าซขึ้นเป็นครั้งแรก แต่ก๊าซที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยมาก และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งหยุดการผลิตก๊าซ ในการทดลองครั้งที่ 1 ใช้เวลา 19 วัน การทดลองครั้งที่ 2 ใช้เวลา 18 วัน และการทดลองครั้งที่ 3 ใช้เวลา 21 วัน ตามลำดับ

จากการทดลองพบว่า ปริมาณก๊าซสะสมเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้งสามครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,485.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือเท่ากับ 2.48 ลิตร ภาพที่ 4 แสดงเส้นทางและแนวโน้มในการเกิดก๊าซชีวภาพจากการทดลอง และภาพที่ 5 แสดงปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ (%) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.6%




**ภาพที่ 4** ปริมาณก๊าซสะสมเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง




**ภาพที่ 5** ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซติดไฟ (%)

## สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ถังหมักที่เป็นระบบผลิตก๊าซธรรมชาติอย่างง่าย ประกอบด้วยชุดผลิตก๊าซจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำนวน 2 ชิ้น ได้แก่ (1) ถังหมักไร้อากาศขนาดความจุ 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซี (Polyvinyl Chloride: PVC) เป็นถังที่ทำหน้าที่ในการหมักซึ่งจะบรรจุมูลวัวลงไปเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศหายใจ (Anaerobic Bacteria) ลงไป ถังหมักไร้อากาศต้องมีสภาพอยู่ในระบบปิดและมีเครื่องกวนอยู่ด้านบนเพื่อทำการคลุกเคล้าให้ส่วนผสมในถังเกิดการคลุกเคล้าและดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างต่อเนื่อง และ (2) ถังเก็บก๊าซขนาด 200 ลิตร ทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกประเภทพีวีซีเช่นเดียวกับถังหมักไร้อากาศ มีหน้าที่ในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ซึ่งจะเป็นลักษณะถังเก็บก๊าซถังคว่ำ โดยจะตั้งคว่ำลงภายในถังเก็บก๊าซ ขนาด 200 ลิตร หรือวงบ่อที่ใส่น้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวกักก๊าซไว้โดยตัวถังจะลอยขึ้นเมื่อก๊าซถูกลำเลียงมาจากถังหมัก และด้านบนจะมีท่อลำเลียงก๊าซไปจุดใช้งาน

จากการศึกษาพบว่า การหมักเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด สามารถผลิตก๊าซชีวภาพปริมาตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ลิตร ภายในช่วงเวลา 18-21 วัน มีความเข้มข้นของก๊าซจุดไฟสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 95.6% ทั้งนี้ถือว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลวิจัยไปใช้

ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วม โดยทำการต่อยอดจากองค์ความรู้และแบบจำลองระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นให้กับชุมชน และผู้ที่

สนใจ ซึ่งหากได้รับความรู้จากการวิจัยนี้ ชาวบ้านในชุมชนสามารถนำไปสร้างและใช้ภายในครัวเรือน เป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้มีจำนวนมากขึ้น และเป็นการช่วยลดการนำเข้าพลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

- ควรจะมีการศึกษาหรือทดสอบค่า C/N ในทางเคมีว่ามีผลต่อการหมักก๊าซชีวภาพอย่างไร
- จากชุดผลิตก๊าซชุดเดียวกันนี้ อาจจะทำการศึกษาเพิ่มเติมความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ในยานพาหนะ เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเบนซิน
- ควรมีการศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ในเรื่องของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการกวนถังหมักกับความสามารถในการลดต้นทุนค่าก๊าซหุงต้ม

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง

**เอกสารอ้างอิง**

[1] กระทรวงพลังงาน. (2554). *คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 5: พลังงานก๊าซชีวภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เอเบิลคอนซัลแตนท์.

[2] วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์, สุภางค์ จุฬาลักษณานุกูล, และวรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล. (2553). ก๊าซชีวภาพแหล่งพลังงานทดแทน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 26(2), 197-210.

[3] สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, องอาจ ส่องสี, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, ฐิติมา ทรงคุณ และอภิชาติ ศรีภัย. (2552). *การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับเกษตรกรรายย่อย*. คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 221 น.

[4] ชนกพร วงศ์วาน และอรทัย ชวาลภาฤทธิ์. (2555). การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมของต้นข้าวโพดที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับของเสียกลีเซอรอล. ใน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, *การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9* (น. 723-731). นครปฐม: ผู้แต่ง.

[5] พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ. (2557). *การผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าว*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

[6] Chaichana T., Dussadee N., Homduong N., Khamnuengphon Y., Chaiwoung K., Vittayapadung S., & Samaksaman U. (2020). The Assessment of Energy Consumption and Carbon Emission from Maize Production Process in Northern Thailand. *International Conference and Utility Exhibition on Energy. Environment and Climate Change (ICUE)*. DOI no.: 10.1109/ICUE49301.2020.9306937.