

การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมของต้นข้าวโพด
ที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับของเสียกลีเซอรอล

BIOGAS PRODUCTION FROM CO-DIGESTION OF PRETREATED
CORN STALK AND GLYCEROL WASTE

ชนกพร วงษ์วัน¹ และ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์²

Chanokporn Wongvan¹ and Orathai Chavalparit²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การแช่ด้วยสารละลายด่าง (NaOH) การใช้ความร้อน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการใช้ของเสียกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลเป็นสารหมักร่วมกับต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพทั้งหมด 0.2 m³/kg VS removed เมื่อเทียบกับต้นข้าวโพดที่ไม่มีการปรับสภาพ สามารถผลิตก๊าซได้เพียง 0.1 m³/kg VS removed เมื่อนำกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมาหมักร่วมกับข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) จะช่วยเพิ่มสารอินทรีย์ในระบบ ทำให้เกิดการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเติมกลีเซอรอล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ ผลการทดลองพบว่า เมื่อเติมกลีเซอรอลจำนวน 1% (V/V) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีที่สุด โดยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ถึง 0.24 m³/kg VS removed

ABSTRACT

This paper aims to study the result of the pretreat the basic stage as immersing with alkaline salt, blasting with stream pressure; as the result of experiment the alkaline salt can produce biogas total 0.2 m³/kg VS removed when compared with that of 0.1 m³/kg VS removed from corn stalk that had not been pretreated. Glycerol from the biodiesel production regarded as the hardly eliminated waste; it played a major role in increasing the organic substance when put together with corn stalk as the co-digestion and provided a high rate of biogas as a result. This paper aimed to study the appropriated proportion of the Glycerol to produce the effective biogas. The experiment found that Glycerol amounts of 1% (V/V) produced the best rate of biogas at 0.24 m³/kg VS removed

Keyword: biogas production, co digestion, corn stalk, glycerol, pretreatment

e-mail address: kwangchanokporn@gmail.com

¹ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

¹ Department of Environmental Science (IES) Graduate School Chulalongkorn University Bangkok 10330

² ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

² Department of Environmental Engineering Chulalongkorn University Bangkok 10330

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีการนำเอาผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และจากกระบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ ถ้ามีการนำสิ่งเหลือใช้มาทำให้มีคุณค่านำไปใช้ประโยชน์ได้ ก็จะลดของเสียที่จะต้องไปกำจัดได้ การผลิตก๊าซชีวภาพจึงเป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่มีบทบาทสำคัญและเป็นประโยชน์มาก สำหรับพลังงานทดแทน เช่นนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม การผลิตกระแสไฟฟ้าให้แสงสว่าง และสูบน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรในระดับชุมชน (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551: เว็บไซต์) การผลิตก๊าซชีวภาพจากกระบวนการหมักชีวมวลจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะเป็นแนวทางการเลือกใช้พลังงานทดแทน

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์รายงาน จำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้งหมด 6,081,656 ไร่ เกษตรกรจะปลูกข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดขายเพียงอย่างเดียว เมื่อเก็บเกี่ยวฝักข้าวโพดแล้ว เกษตรกรปล่อยให้ลำต้นข้าวโพดแห้งตายอยู่ในบริเวณแปลงเพาะปลูก รอจนถึงฤดูกาลเพาะปลูกใหม่เกษตรกรจึงจะไถกลบหรือเผาทิ้งก่อนจะเริ่มปลูกใหม่ ซึ่งจากการสำรวจในปี 2552 มีปริมาณชีวมวลที่เหลือใช้ถึง 3,343,316 ตันต่อปี โดยเป็นส่วนหนึ่งของซังและลำต้นข้าวโพดซึ่งมีความร้อนถึง 18.04 MJ/kg (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ดังนั้น ข้าวโพดนับเป็นชีวมวลชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในอนาคตและยังเป็นการลดภาระในการกำจัดได้อีกด้วย

วัตถุดิบที่นำมาผลิตควรผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นก่อน เพราะปัญหาการลอยตัวของวัตถุดิบและกาก ทำให้เกิดเป็นชั้นของแข็งของก๊าซชีวภาพจับกันหนาที่ส่วนบนของของเหลว ทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นในถังหมักดันออกมาไม่ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการปรับสภาพเบื้องต้น ซึ่งจะทำให้การควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น และมีเสถียรภาพดีขึ้นด้วย นอกจากนั้นส่วนของเส้นใยของชีวมวลยังมีส่วนปกป้องจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ โดยวิธีการปรับสภาพเบื้องต้น ทำให้เส้นใยเหล่านั้นย่อยสลายได้ง่ายขึ้น สามารถผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้น การปรับสภาพเบื้องต้นมีหลายวิธี เช่น การลดขนาด การใช้ความร้อน การใช้เอนไซม์ การใช้ด่าง การใช้กรด หรือการใช้การปรับสภาพเบื้องต้นหลายวิธีร่วมกัน (สุรพงศ์, 2553) โดยความเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความชื้น องค์ประกอบด้านเคมี เป็นต้น

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่ามีงานวิจัยเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียที่เป็นเปลือกและเศษฝัก ผลไม้ กากสับปะรด กากมันสำปะหลังที่สามารถย่อยสลายและเป็นแหล่งอาหารที่ดี แต่แทบไม่พบการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดเลย (สมจินตนา, 2554) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพทางกายภาพและสารเคมีที่แตกต่างกัน ที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าให้ต้นข้าวโพด และเป็นแนวทางส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายด้านพลังงานจากการนำต้นข้าวโพดมาผลิตก๊าซชีวภาพได้ในอนาคต

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยความร้อน สารละลายต่าง (NaOH) การหมักร่วมกับมูลสุกรที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดและทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของการหมักต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพแล้วเบื้องต้นร่วมกับของเสีย กี้เซอร์อล

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab-scale) ที่อุณหภูมิห้อง (25-35 องศาเซลเซียส) โดยใช้ระบบหมักไร้ออกซิเจนแบบกวนผสมรูป (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ตัวถังหมักทำจากอะคริลิกใส (Acrylic) ซึ่งติดตั้งมอเตอร์และใบพัดกวนอัตราเร็ว 50 รอบต่อนาที ดัง Figure 1) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยความร้อน 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที การแช่สารละลายต่าง (NaOH) เข้มข้น 2% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ รวมทั้งศึกษาต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นแล้วนำมาหมักร่วมกับมูลสุกรและของเสียกสิเคอร์อล โดยกำหนดปริมาณของแข็งระเหยง่าย (VSS) ด้วยสารละลายต่าง (NaOH) เริ่มต้นในแต่ละชุดการทดลองเท่ากับร้อยละ 1.5 จากนั้นเมื่อเริ่มเดินระบบจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำภายในระบบ โดยนำมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งระเหยง่าย (TVS) ของแข็งทั้งหมด (TS) ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมด ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน ร้อยละการผลิตก๊าซมีเทน ซีไอดีทั้งหมด ซีไอดีละลาย กรดไขมันระเหยง่าย และสภาพความเป็นด่าง โดยทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง/สัปดาห์

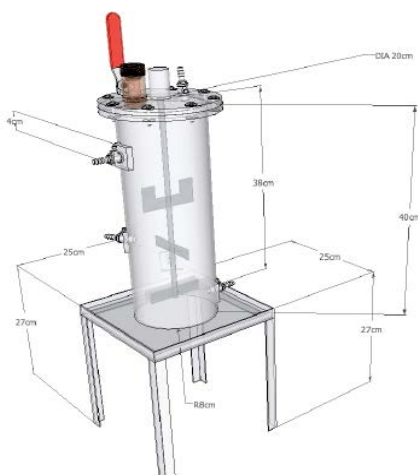


Figure 1 Continuous Stirred Tank Reactor : CSTR

การเตรียมชีวมวล

แต่ละชุดการทดลองจะต้องทำการเตรียมข้าวโพด เพื่อป้อนเข้าระบบแตกต่างกันดังต่อไปนี้

- การเตรียมข้าวโพดในชุดทดลองที่ไม่ทำการปรับสภาพ โดยนำต้นข้าวโพดมาสับและบดละเอียดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่าประมาณ 2 มิลลิเมตร
- การเตรียมข้าวโพดในชุดทดลองการเตรียมข้าวโพดในชุดทดลองปรับสภาพเบื้องต้นทางเคมี โดยการนำต้นข้าวโพดที่ทำการลดขนาดให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่าประมาณ 2 มิลลิเมตรแล้วมาแช่ในสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็น เวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำ

- การเตรียมข้าวโพดในชุดทดลองการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยความร้อน โดยการนำต้นข้าวโพดที่ทำการลดขนาดแล้วมาให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันสูง (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

จากนั้นนำต้นข้าวโพดที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติเบื้องต้นได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งระเหยง่าย เซลลูโลส ลิกนิน คาร์บอน ไนโตรเจน

การเตรียมจุลชีพ

หัวเชื้อตะกอนจุลชีพที่ใช้ในงานวิจัยได้มาจากระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket : UASB) จากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตน้ำตาล โดยนำหัวเชื้อจุลชีพมาเลี้ยงให้ปรับตัวและเกิดความคุ้นเคยกับต้นข้าวโพดเป็นระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ นำตะกอนจุลชีพที่ผ่านการเลี้ยงมาวิเคราะห์ ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (VS) เจือจางความเข้มข้นของ ตะกอนจุลชีพก่อนเข้าระบบ โดยกำหนดให้ปริมาณของของแข็งแขวนลอยระเหยเริ่มต้นเท่ากับ 25,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนเติมลงในระบบปริมาณร้อยละ 40 ของระบบทดลอง

วัสดุหมักร่วม (Co-digestion)

- การใช้มูลสุกรเป็นตัวหมักร่วม จะเติมในอัตราส่วนระหว่างต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับ มูลสุกร 95 : 5 ระบบ เพื่อเป็นการปรับค่าอัตราส่วน C/N ให้อยู่ในช่วง 20-30

- กลีเซอรอลที่นำมาใช้ในระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนโดย จะใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่

ต้นข้าวโพด : กลีเซอรอล ในอัตราส่วน 99 : 1, 98 : 2, 97 : 3

การเดินระบบ

การเดินระบบหมักชีวมวลทั้งแบบ Biomass Digestion และการเดินระบบ Biomass Co-digestion เริ่มต้นจากเติมหัวเชื้อตะกอนจุลชีพที่มีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยระเหยเท่ากับ 25,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในถังปฏิกรณ์ปริมาณร้อยละ 40 ของปริมาตรถัง จากนั้นต้นข้าวโพดที่บดละเอียดและผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบของแต่ละชุดการทดลองลงในถังปฏิกรณ์ จากนั้นเติมน้ำสะอาดให้เต็มปริมาตรการใช้งานของระบบ ส่วนการเดินระบบ Biomass Co-digestion ให้ทำการเติมมูลสุกรลงในระบบ เพื่อปรับค่าอัตราส่วน C/N ให้อยู่ในช่วง 20-30 เนื่องจากอัตราส่วน C/N เป็นหนึ่งในปัจจัยของการผลิตก๊าซชีวภาพในระบบ ส่วนชุดการทดลองในระบบ Biomass Co-digestion โดยการเติมของเสียจากกลีเซอรอลนั้น จะทำการผสมของเสียกลีเซอรอลตามสัดส่วนที่แตกต่างกันตามที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นทั้ง 2 ชุดการทดลองจะทำเหมือนกัน คือจะทำการเพิ่มสภาพความเป็นด่างและปรับค่าพีเอชโดยเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ให้มีพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 8 แล้วทำการปิดระบบให้สนิทพร้อมติดตั้งมอเตอร์และชุดอุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซ ทำการกวนด้วยอัตราเร็ว 50 รอบต่อนาที จากนั้นเก็บน้ำตัวอย่างและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กำหนดไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งระเหยง่าย (TVS) ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมทั้งหมด ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน ร้อยละการผลิตก๊าซมีเทน ซีไอดีทั้งหมด ซีไอดีละลาย กรดไขมันระเหยง่ายและสภาพความเป็นด่าง โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง/สัปดาห์ ดังตารางต่อไปนี้

Table 1 : Frequency of sampling and analysis parameters.

| พารามิเตอร์ | หน่วย | วิธีการวิเคราะห์ | จำนวนครั้งที่วิเคราะห์ |
|--------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|
| พีเอช | - | pH meter | ทุกวัน |
| อุณหภูมิห้อง | องศาเซลเซียส | Thermometer | ทุกวัน |
| อุณหภูมิในระบบ | องศาเซลเซียส | Thermometer | ทุกวัน |
| ปริมาณก๊าซสะสม | มิลลิลิตร | Gas Counter | ทุกวัน |
| ร้อยละก๊าซมีเทน | ร้อยละ | Gas Chromatography | เก็บ 3 ช่วงในการทดลอง |
| ของแข็งแขวนลอย | มิลลิกรัมต่อลิตร | Gravimetric method | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |
| VS | มิลลิกรัมต่อลิตร | Gravimetric method | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |
| TS | มิลลิกรัมต่อลิตร | Gravimetric method | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |
| ซีโอดีทั้งหมดซีโอดีละลาย | มิลลิกรัมต่อลิตร | Potassium Dichromate Digestion | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |
| กรดไขมันระเหยง่าย | มิลลิกรัมต่อลิตร | Titration method | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |
| สภาพความเป็นต่าง | มิลลิกรัมต่อลิตร | Titration method | 3 ครั้ง/สัปดาห์ |

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาลักษณะเบื้องต้นทางกายภาพและเคมีของวัสดุต่างๆ ที่นำมาใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของต้นข้าวโพด

วิเคราะห์ลักษณะสมบัติเบื้องต้นทางด้านกายภาพและเคมีของต้นข้าวโพดที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งระเหยง่าย ค่าความชื้น เซลลูโลส ลิกนิน ไนโตรเจน ดัง Table 2

Table 2 The physical and chemical composition of corn before-after pretreatment.

| พารามิเตอร์ | ก่อนการปรับสภาพ | หลังการปรับสภาพด้วยต่าง |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ค่าของแข็งทั้งหมด (mg/kg) | 920,000 | 522,598 |
| ค่าของแข็งระเหยได้ทั้งหมด(mg/kg) | 832,000 | 519,376 |
| ค่าความชื้น (%) | 7.13 | 50.21 |
| ค่าไนโตรเจน (%) | 0.75 | 0.19 |
| ค่าเซลลูโลส (%) | 85.2 | 97.4 |
| ค่าเฮมิเซลลูโลส (%) | 14.8 | 2.64 |
| ค่าลิกนิน (%) | 12.9 | 5.6 |

1.2 ศึกษาหน้าเสี้ยนที่นำมาใช้ในงานวิจัย

วิเคราะห์ลักษณะสมบัติเบื้องต้นของจุลินทรีย์ในน้ำเสี้ยนที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ พีโอดี ซีโอดี ละลาย ของแข็งระเหยง่าย และไนโตรเจน ได้ผลดัง Table 3

Table 3 analysis of the characteristics of microorganisms in wastewater

| ตัวอย่าง | BOD5 (mg/l) | CODf (mg/l) | TKN (mg/l) | VS (mg/l) |
|----------|----------------|----------------|---------------|--------------|
| ตะกอน | 234 | 93 | 2,198 | 30,050 |

1.3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์และของเสียกลีเซอรอลที่นำมาใช้ในงานวิจัย

วิเคราะห์ลักษณะสมบัติเบื้องต้นของกลีเซอรอลที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ ซีไอทีละลาย ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้ผลดังตารางที่ 4

Table 4 analysis of the characteristics of glycerol of biodiesel. production

| ตัวอย่าง | SCOD (mg/l) | TKN (mg/l) | TP (mg/l) |
|-----------------------------------|----------------|---------------|--------------|
| Glycerolจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล | 1,541,509 | 1,204 | 122 |

2. ผลของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีการใช้ความร้อน การใช้สารละลายต่าง (NaOH) และการหมักร่วมกับมูลสุกร ที่มีต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพด

จากผลการทดลองการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การใช้สารละลายต่าง (เช่น NaOH เข้มข้น 2% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง) การใช้ความร้อน (autoclave 180°C เป็นเวลา 30 นาที) และการหมักร่วมกับมูลสุกร (Co-digestion) ในการหมักร่วมกับสุกร พบว่าภายใต้สภาวะเดียวกัน การปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายต่าง (NaOH) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด โดยสามารถผลิตได้ 0.2 m³/kg VS removed และสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ 0.2 m³/kg VS removed เมื่อเทียบข้าวโพดที่ไม่มีการปรับสภาพ สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 0.1 m³/kg VS removed และสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ 0.03 m³/kg VS removed ดัง Figure 2

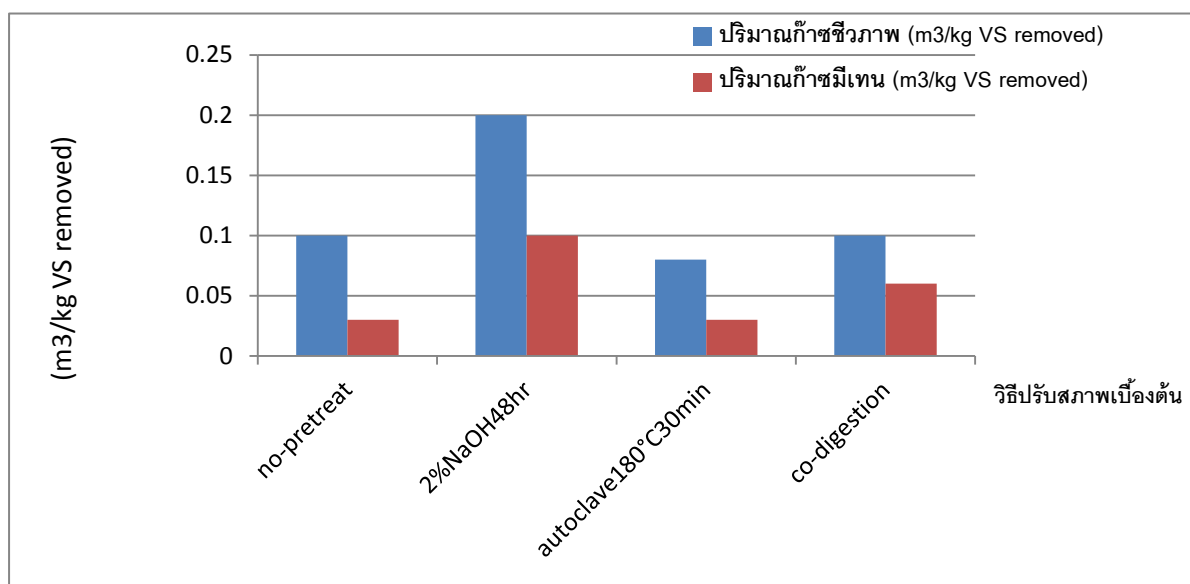


Figure 2 Biogas production of corn stalk different pretreatment.

3. ผลการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของการหมักต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นแล้วร่วมกับของเสียกลีเซอรอล

จากผลการทดลอง เมื่อเติมกลีเซอรอลลงไปในช่วงเวลาส่วนต่างๆ แล้ว พบว่า ที่อัตราส่วนร้อยละ 1% โดยปริมาตร สามารถเกิดก๊าซชีวภาพได้สูงสุด เท่ากับ 0.24 m³/kg VS removed เมื่อเทียบกับผลจากการปรับสภาพด้วยสารละลายต่าง (NaOH) ที่ไม่มีการเติมกลีเซอรอล สามารถเกิดก๊าซชีวภาพได้ 0.2 m³/kg VS removed แสดงว่า กลีเซอรอลเป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเกิดก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นได้ดีที่สุดที่อัตราส่วน 1% โดยปริมาตร ดัง Figure 3

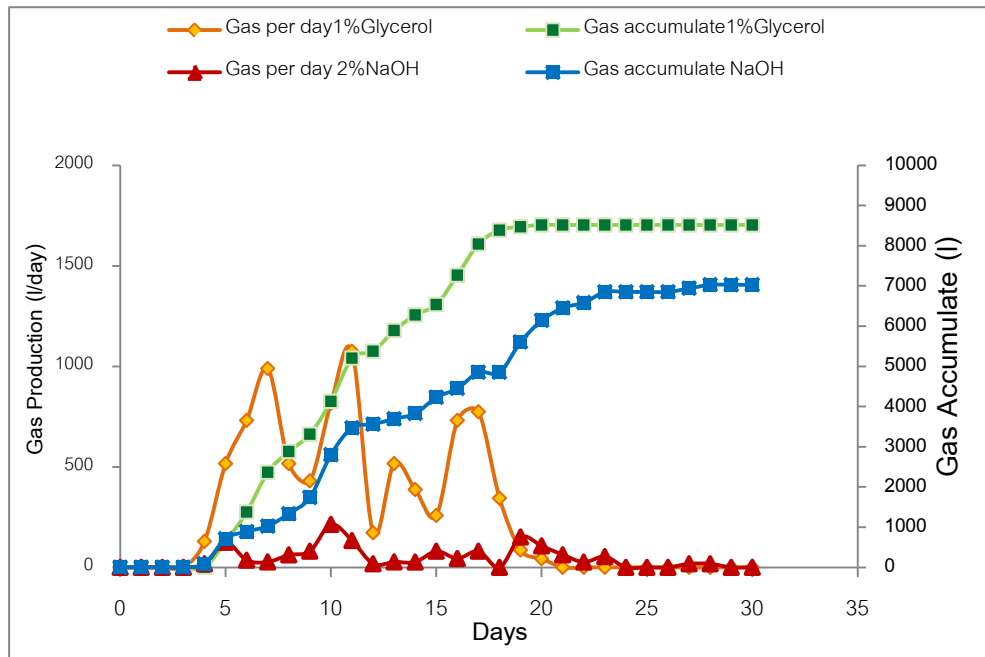


Figure 3 Biogas production from co-digestion of pre-treated stalk and glycerol waste.

สรุปผลการทดลอง

ข้าวโพดจัดว่าเป็นพืชที่มีลิกโนเซลลูโลสที่สูง ซึ่งยากต่อการย่อยสลายของแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นจึงทำให้มีอัตราการย่อยสลายและการผลิตก๊าซชีวภาพในปริมาณที่ต่ำ การปรับสภาพเบื้องต้นเป็นขั้นตอนหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้นซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า การใช้สารละลายต่าง (เช่น NaOH เข้มข้น 2% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง) สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด โดยสามารถผลิตได้ 0.2 m³/kg VS removed และสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ 0.1 m³/kg VS removed และเมื่อนำมาหมักร่วมกับตัวหมักร่วม (Co-digestion) พบว่ากลีเซอรอลเป็นตัวหมักร่วมที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้น พบว่าการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 1 โดยปริมาตรให้ผลดีที่สุด เนื่องจากการที่จะทำให้กระบวนการย่อยมีความเสถียร ก็จะต้องจำกัดความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่เติมลงไป จะต้องมีการควบคุมจำนวนกลีเซอรอลที่เติมลงไปเพื่อไม่ให้มีภาวะบรรทุกลิกโนเซลลูโลสมากเกินไป จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การเติมกลีเซอรอลที่ 1% (ปริมาตร/ปริมาตร) สามารถเพิ่มการผลิต CH₄ โดยมีการย่อยกลีเซอรอลไปหมด ทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Fountoulakis และคณะ (2010) และนอกจากนี้ ก็ยังทำให้ชีวมวลที่แอกทีฟในระบบมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากมีการเติมกลีเซอรอลในสารตั้งต้นมากกว่า 1% จะทำให้การย่อยสลายกลีเซอรอลทางชีวภาพเกิดขึ้น

เร็วกว่าการย่อยสลายไพโรไลโอเนททางชีวภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงเป็นการแสดงว่า หากในถังปฏิกริยามีภาวะบรทุกกลีเซอร์อลมากเกินไปความเข้มข้นของไพโอเนทก็จะสูงขึ้น จากผลการวิจัยในครั้งนี้ผลที่ได้สอดคล้องกันว่าการเติมกลีเซอร์อลร้อยละ 1 โดยปริมาตรสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด (0.24 m³ /kg VS removed) จึงควรที่จะต้องควบคุมปริมาณกลีเซอร์อลที่ป้อนเข้าไปในกระบวนการอย่างระมัดระวัง เพราะถ้าระบบมีภาวะบรทุกมากเกินไปจะเกิดผลเสียต่อระบบได้

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก “ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต” (CU.GRADUATE SCHOOL THESIS GRANT) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย “ทุนวิจัยโดยกระทรวงพลังงาน” และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552. **ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย**. เข้าถึงได้จาก:

http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=130%3A2010-05-07-08-10-57&catid=58%3A2010-04-06-09-36&Itemid=68&lang=en.
สืบค้น 22 มกราคม 2555.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551. **สารความรู้เกี่ยวกับพลังงาน**.

เข้าถึงได้จาก: <http://www.erd.or.th/knowledge3.php>, 4 มกราคม 2555.

สมจินตนา ลิ้มสุข, ปุณยวี เพียรธรรม และอนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล. การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับกลีเซอร์อลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล. **วิศวกรรมสาร มช** ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน 2554): 101-110.

สุรพงศ์ นนทประเสริฐ. 2553. **การบำบัดเบื้องต้นโดยใช้วิธีทางความร้อนและทางชีวภาพต่อความสามารถในการย่อยสลายของใบอ้อยในระบบไร้อากาศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Jiying Zhu, Caixia Wan, and Yebo Li. 2010. Enhanced solid-state anaerobic digestion of corn stover by alkaline pretreatment. **Bioresource Technology**.101: 7523-7528.

M.S. Fountoulakis, I. Petousi, T. Manios. 2010. Co-digestion of sewage sludge with glycerol to boost biogas production. **Waste Management** 30: 1849–1853.