

การศึกษาศักยภาพการผลิตไบโอแก๊สของพืชเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับชุมชน  
A Study on Potential of Biogas Production Using Selected Crops  
as Alternative Energy for Community

ธันชัย ยั่งยืน<sup>1</sup> อภิชาติ จิรัฐติยางกูร<sup>1</sup> ประเทือง อุษาบริสุทธิ<sup>1</sup> และบุญมา ป่านประดิษฐ์<sup>2</sup>  
Tananchai Youngyuen<sup>1</sup>, Apichart Chirattiyangkur<sup>1</sup>, Prathuang Usaborisut<sup>1</sup> and Boonma Panpradist<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้เป็นการทดลองหาปริมาณไบโอแก๊สที่เกิดจากการหมักพืช 6 ชนิด คือ ข้าวโพด ผักตบชวา กัลฉวย มะละกอก อ้อยและผักกาดขาว ภายใต้กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ ซึ่งใช้มูลสุกรเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหมัก วัดปริมาณและคุณภาพของแก๊สที่เกิดขึ้นจากพืชทั้ง 6 ชนิด ตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน ในถังหมักขนาด 20 ลิตร และควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 38°C ผลการทดลองพบว่ามะละกอกให้ปริมาณไบโอแก๊สมากที่สุด 537.02 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day รองลงมาคือ กัลฉวย ข้าวโพด อ้อยและผักกาดขาว ให้ปริมาณไบโอแก๊ส 385.10, 368.31 352.07 และ 190.54 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day ตามลำดับ ส่วนผักตบชวาให้ปริมาณไบโอแก๊สน้อยที่สุด 56.62 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day

**คำสำคัญ :** แก๊สชีวภาพ พืชพลังงาน การหมักแบบไร้อากาศ ข้าวโพด ผักตบชวา กัลฉวย มะละกอก อ้อย ผักกาดขาว

**ABSTRACT**

This research is to determine biogas yields of six crops: corn, water hyacinth, banana, papaya sugar cane and cabbage. Pig manure was used as substrate in digestion. Both of quantity and quality of biogas production from energy crops were measured every day through the digestion time of 30 days in 20 liter digestion tank at 38 °C. The highest biogas yield was achieved from papaya as 537.02 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day, water hyacinth produced the lowest biogas yield as 56.62 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day. Banana, corn, sugar cane and cabbage produced the biogas yield of 385.10, 368.31 352.07 and 190.54 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day respectively.

**Keywords :** Biogas, Energy Crop, Anaerobic digestion, Digestion, corn, water hyacinth, banana, papaya sugar cane, cabbage

E-mail : g4965833@ku.ac.th

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140  
Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140  
Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

## คำนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ในทุกกระบวนการการผลิต ต้นทุนในการผลิตส่วนใหญ่หมดไปกับค่าของพลังงาน การบริโภคพลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2549 มูลค่าการนำเข้าพลังงานสูงถึง 900,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นมูลค่ามากกว่าร้อยละ 60 ของงบประมาณแผ่นดิน ในประเทศที่พัฒนาแล้ว นโยบายด้านพลังงานมีความสำคัญอย่างมาก แหล่งพลังงานต่าง ๆ เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และน้ำมัน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานรูปแบบเดิม แต่ในปัจจุบัน มีแหล่งพลังงานรูปแบบอื่นอีกซึ่งรู้จักกันในชื่อ “พลังงานรูปแบบใหม่” หรือ “พลังงานทางเลือก” คือ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวมวล พลังงานจากแอลกอฮอล์ ไบโอดีเซล พลังงานไฮโดรเจน พลังงานนิวเคลียร์ และพลังงานจากไบโอแก๊ส (กนกศักดิ์, 2551) ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547 กระทรวงพลังงานมีนโยบายทางด้านพลังงานทางเลือก คือ จะผลิตและพัฒนาพลังงานรูปแบบใหม่จาก 3 แหล่งด้วยกัน คือ พลังงานแสงอาทิตย์ (200 kW) พลังงานลม (100 kW) และพลังงานชีวมวล (100 kW) การส่งเสริมพลังงานรูปแบบใหม่ กระทรวงพลังงานได้เปิดตัวโครงการที่สนับสนุนผู้ผลิตพลังงานรายย่อยที่เรียกว่า Very Small Power Producer (VSPP) VSPP เป็นผู้ผลิตพลังงานที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 10 MW

ไบโอแก๊สจากวัสดุอินทรีย์ (เศษอาหารและผลไม้) ไบโอแก๊สจากมูลสุกร ซึ่งเป็นพลังงานจากชีวมวลรูปแบบหนึ่งเกิดจากเทคโนโลยีการหมักในสภาวะไร้อากาศ ในถังหมัก อินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการหมัก เช่น มูลสัตว์ เศษอาหาร เศษผัก และผลไม้ เศษอาหาร ผัก และผลไม้มักพบได้จากขยะอินทรีย์ (Organic waste) ซึ่งถูกทิ้งจากบ้านเรือน และสถานประกอบการด้านอาหาร และตลาดสด ดังนั้น การผลิตไบโอแก๊สจากวิธีนี้จึงขึ้นอยู่กับ การคัดแยกขยะ ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยมีการคัดแยกขยะที่ไม่ดี ส่งผลให้การผลิตไบโอแก๊สจากขยะอินทรีย์ไม่ได้รับการพัฒนาหรือไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร แต่ในยุโรปมีการคัดแยกขยะที่ดี จึงมีการสร้างโรงงานผลิตไบโอแก๊ส (Digestion plant) ขึ้นมากมาย ในเยอรมนี มีโรงงานมากกว่า 600 โรง และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2000 โรงในอีกสองถึงสามปีข้างหน้า

ไบโอแก๊สนั้นนับเป็นพลังงานทางเลือกรูปแบบหนึ่งที่เหมาะแก่ชุมชน ในปัจจุบันการใช้พลังงานจากไบโอแก๊สในชุมชนแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ นำไบโอแก๊สไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม และนำไปใช้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้เพื่อการหุงต้มสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงแม้เปอร์เซ็นต์มีเทนจะต่ำกว่า 50% แต่การใช้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าเปอร์เซ็นต์มีเทนเป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องยนต์ ซึ่งเครื่องยนต์ส่วนใหญ่ต้องการไบโอแก๊สที่มีเปอร์เซ็นต์มีเทนไม่ต่ำกว่า 50%

งานวิจัยในประเทศแถบยุโรป เช่นสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ออสเตรีย ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลของศักยภาพแก๊สที่ได้จากเศษพืชชนิดต่าง ๆ และใช้ประยุกต์ในการออกแบบระบบผลิตแก๊สจากขยะอินทรีย์แล้ว แต่พืชที่ทำการค้นคว้าวิจัยเป็นพืชชนิดต่าง ๆ ของยุโรป ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีมีการวิจัยในส่วนนี้ การทราบศักยภาพการผลิตไบโอแก๊สจากพืช ผัก ชนิดต่าง ๆ เศษอาหาร และอินทรีย์วัตถุประเภทอื่น ๆ จะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ และใช้ในการออกแบบระบบการผลิตไบโอแก๊สในทางปฏิบัติได้ ซึ่งไบโอแก๊สที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในชุมชนต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงนำมาซึ่งงานวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตไบโอแก๊สจากพืช 6 ชนิด ซึ่งเป็นพืชที่มีปลูกทั่วไปในชุมชน โดยเลือกครอบคลุมทั้งพืชเศรษฐกิจ ผัก ผลไม้

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาปริมาณไบโอแก๊สที่เกิดจากพืช 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพด ผักตบชวา กัลฉวย มะละกอ อ้อยและผักกาดขาว ภายใต้การหมักแบบไร้อากาศ และความเหมาะสมในการนำมาเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับชุมชน

## อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองการหาปริมาณไบโอแก๊ส ใช้วิธีการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic digestion) โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้คือถังหมักขนาด 200 ลิตร 1 ถัง ชุดถังเก็บแก๊ส 1 ชุด ถังหมักขนาด 20 ลิตร 7 ถัง เครื่องวัดปริมาตรแก๊ส เครื่องวัดคุณภาพแก๊ส เครื่องวัด pH และเทอร์โมมิเตอร์

การใช้ส่วนประกอบของพืชในการทดลอง ข้าวโพดใช้เฉพาะต้นและใบ ไม่ได้ใช้ฝัก ถั่วฝักยาวใช้ลำต้นและใบ ไม่ได้ใช้เครือหรือผล อ้อยใช้เฉพาะลำต้น ไม่ได้ใช้ใบ มะละกอใช้ผลที่สุก ผักกาดขาวและผักตบชวาใช้ทั้งต้น

ก่อนที่จะทดลองหาปริมาณแก๊ส ต้องทำการหาส่วนประกอบ dry matter ของพืชทั้ง 6 ชนิด ก่อน โดยการย่อยให้ละเอียดแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาคำนวณหา dry matter จากสมการ (1)

$$\text{Dry matter, DM(\%)} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

คำนวณ Organic dry matter จากสมการ (2)

$$\text{Organic dry matter, ODM} = 0.90 \text{ DM} \quad (2)$$

ขั้นตอนการทดลองประกอบด้วย การเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย โดยนำมูลสุกรใส่ในถังหมักขนาด 200 ลิตร ปริมาณ ¼ ของถัง แล้วเติมน้ำจนระดับน้ำห่างจากขอบถัง 5 เซนติเมตร เพื่อให้เหลือปริมาตรสำหรับไบโอแก๊สที่เกิดปิดฝาถังให้แน่น ต่อกับชุดถังเก็บแก๊ส แซ่ถังหมักในน้ำซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 38 °C ด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ ทั้งไว้จนเริ่มมีแก๊สเกิดขึ้น สังเกตได้จากการลอยขึ้นของถังเก็บแก๊ส แสดงว่าเชื้อแบคทีเรียเริ่มทำงานแล้ว

การหาปริมาณแก๊สที่เกิดจากการหมักของพืชทั้ง 6 ชนิด ทำโดยแบ่งสารละลายที่มีแบคทีเรียในถัง 200 ลิตร ลงในถังหมักขนาด 20 ลิตร ป้อนพืชชนิดที่จะทดลองลงในถังหมักด้วยปริมาณ dry matter ที่เท่ากัน คือ 3 kg.ODM/m<sup>3</sup> (Deutsche Gesellschaft, 2004) ส่วนถังควบคุมไม่มีการป้อนพืช ควบคุมอุณหภูมิของการหมักให้คงที่ที่ 38 °C ด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ ต่อสายแก๊สจากถังหมักมายังเครื่องวัดปริมาตรแก๊ส (Gas flow meter) จะทำการวัดปริมาตรแก๊สทุกวันเป็นลิตรตลอดระยะเวลาการหมัก (Retention time) 30 วัน และจากเครื่องวัดปริมาตรแก๊สมีท่อแก๊สต่อมายังถุงเก็บแก๊ส (Air bag) เพื่อวัดคุณภาพแก๊ส เช่นปริมาณแก๊สมีเทน (CH<sub>4</sub>) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และออกซิเจน (O<sub>2</sub>) นอกจากนี้ยังทำการวัดอุณหภูมิของแก๊สที่เกิดขึ้นและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายในถังหมักทุกวัน จนครบ 30 วัน

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. Dry matter, Organic dry matter และน้ำหนักสดที่ใช้ป้อน

พืชทั้ง 6 ชนิด ที่นำมาหาไบโอแก๊สเลือกในช่วงอายุที่แก่เต็มที่หรือช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตเพราะเป็นช่วงอายุที่มี dry matter มากที่สุด (Amon et. al.,2006b) จากการทดลองพบว่า Dry matter (DM) ของข้าวโพดมีค่ามากที่สุด 21.64% และผักกาดขาวมีค่าน้อยที่สุด 4.17% ของพืชทั้ง 6 ชนิด ดังแสดงใน Table 1 สาเหตุที่ข้าวโพดมี dry matter มากที่สุดเพราะมีน้ำอยู่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่เหลือ ส่วนผักกาดขาวประกอบด้วยน้ำเป็นส่วน

ใหญ่จึงมี dry matter น้อยที่สุด โดยที่ dry matter ของผักกาดขาวจะใกล้เคียงกับผักตบชวาซึ่งเป็นพืชน้ำ ในทำนองเดียวกันค่า Organic dry matter (ODM) ของข้าวโพดจะมากที่สุดคือ 19.48% เมื่อคำนวณน้ำหนักสดที่ใช้ในการทดลอง คำนวณน้ำหนักแสดงใน Table 1 โดยพืชที่มี ODM น้อยสุดต้องป้อนด้วยน้ำหนักสดที่มากที่สุด

Table 1 Dry matter (DM), organic dry matter (ODM) and fresh biomass of crops

Crops	DM (%)	ODM (%)	น้ำหนักสดที่ใช้ป้อน (kg)
ข้าวโพด	21.64	19.48	0.30
อ้อย	17.30	15.57	0.38
มะละกอ	14.67	13.20	0.45
กล้วย	12.75	11.48	0.50
ผักตบชวา	7.43	6.69	1.20
ผักกาดขาว	4.17	3.97	1.50

## 2. ปริมาณไบโอแก๊สที่ผลิตได้ของพืช 6 ชนิด

ไบโอแก๊สที่ผลิตได้จากพืชทั้ง 6 ชนิด ในระยะเวลาการหมัก 30 วัน แสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งมีหน่วยเป็นลิตรต่อกิโลกรัมสารอินทรีย์ที่ป้อน (L/kg.ODM) หรือลูกบาศก์เมตรต่อตันของสารอินทรีย์ที่ป้อน (m<sup>3</sup>/Ton.ODM) แก๊สที่เกิดจากการทดลองมีอุณหภูมิ 38 °C ความดันเท่ากับหนึ่งความดันบรรยากาศหรือ 1 atm เพื่อปรับเป็นข้อมูลมาตรฐานจึงแปลงค่าสู่สภาวะมาตรฐานของแก๊ส (Standard conditions for Temperature and Pressure, STP; 273.15 K, 1 atm) หน่วยที่ใช้จึงเป็น L<sub>N</sub>/kg.ODM และ m<sub>N</sub><sup>3</sup>/Ton.ODM ตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สมการ (3)

$$\text{Ideal gas law, } P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2 \quad (3)$$

ในระยะเวลา 30 วัน ที่สภาวะ 1 มะละกอผลิตไบโอแก๊สได้ 36.70 L (V<sub>1</sub>) อุณหภูมิของไบโอแก๊ส 38 °C (T<sub>1</sub> = 38+273.15 K) มีความดัน 1 atm (P<sub>1</sub>)

ที่สภาวะ 2 หรือสภาวะมาตรฐาน (T<sub>2</sub> = 273.15 K, P<sub>2</sub> = 1 atm)

$$\begin{aligned} \text{มะละกอจะผลิตไบโอแก๊สได้, } V_2 &= P_1V_1T_2/(P_2T_1) = (1 \text{ atm})(36.70 \text{ L})(273.15 \text{ K})/\{(1 \text{ atm})(38+273.15 \text{ K})\} \\ &= 32.22 \text{ L}_N \end{aligned}$$

และปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนในถังหมักมีปริมาณ 0.06 kg.ODM

$$\text{ดังนั้น มะละกอผลิตไบโอแก๊สได้} = 32.22 \text{ L}_N / 0.06 \text{ kg.ODM} = 537.02 \text{ L}_N/\text{kg.ODM}$$

Table 2 แสดงค่าปริมาณของไบโอแก๊สทั้งค่าแก๊สสะสม ค่าเฉลี่ยรายวันในช่วง 30 วัน และค่าสูงสุด จากค่าปริมาณแก๊สสะสมตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน เรียงลำดับพืชที่ให้ปริมาณแก๊สมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ มะละกอ กล้วย อ้อย ข้าวโพด ผักกาดขาวและผักตบชวา ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้ค่าเฉลี่ยรายวันของปริมาณแก๊สที่เกิดจากการหมักมะละกามีค่ามากที่สุดเฉลี่ยวันละ 17.90 L<sub>N</sub>/kg.ODM และผักตบชวามีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ยวันละ 1.89 L<sub>N</sub>/kg.ODM

Table 2 Biogas yield of crops

Crops	Biogas yield at STP		
	Accumulate ( $L_N$ /kg.ODM /30day) <sup>a</sup>	Average ( $L_N$ /kg.ODM /day)	Peak ( $L_N$ /kg.ODM /day)
มะละกอ	537.02	17.90	165.00 (at day 1)
กล้วย	385.10	12.84	55.83 (at day 2)
อ้อย	368.31	12.28	75.37 (at day 1)
ข้าวโพด	352.07	11.76	45.51 (at day 2)
ผักกาดขาว	190.54	6.35	69.05 (at day 1)
ผักตบชวา	56.62	1.89	12.90 (at day 1)

<sup>a</sup>  $L_N$  = Norm Litre (273.15 K, 1 atm)

kg.ODM = kilogram of organic dry matter of crops

จากค่าสูงสุดของก๊าซที่เกิดขึ้นพบว่าลักษณะการเกิดก๊าซของพืชทั้ง 6 ชนิดมีลักษณะคล้าย ๆ กัน คือ จะเกิดก๊าซมากที่สุดในวันแรกหรือวันที่สองของการหมัก แล้วปริมาณก๊าซจะค่อย ๆ ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่สามถึงวันที่ห้า และหลังจากวันที่ห้าปริมาณก๊าซจะค่อย ๆ ลดลงจนมีก๊าซน้อยมากในวันที่ 30 ดังแสดงโดยกราฟ Figure 1 และ Figure 2 ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลที่ทดลองโดย Amon et. al. (2006), Gunaseelan (2006) และ Lehtomaki (2006) แสดงว่าแบคทีเรียเริ่มการย่อยสลายทันทีหลังจากบ้อนพืชลงในถังหมัก โดยมะละกอยังคงให้ปริมาณก๊าซมากที่สุดคือ 165  $L_N$ /kg.ODM/day ในวันแรกของการหมัก ซึ่งเป็นตัวเลขที่สูงมากเมื่อเทียบกับพืชที่เหลือ เมื่อพิจารณาจากตัวเลขของปริมาณก๊าซที่ขึ้นถึงจุดสูงสุดจะเรียงลำดับพืชจากมากไปน้อยได้แตกต่างจากที่เรียงด้วยค่าเฉลี่ย ดังนั้นคือ มะละกอ อ้อย ผักกาดขาว กล้วย ข้าวโพดและผักตบชวา ซึ่งมีปริมาณก๊าซ 165.00, 75.37, 69.05, 55.83, 45.51 และ 12.90  $L_N$ /kg.ODM/day ตามลำดับ

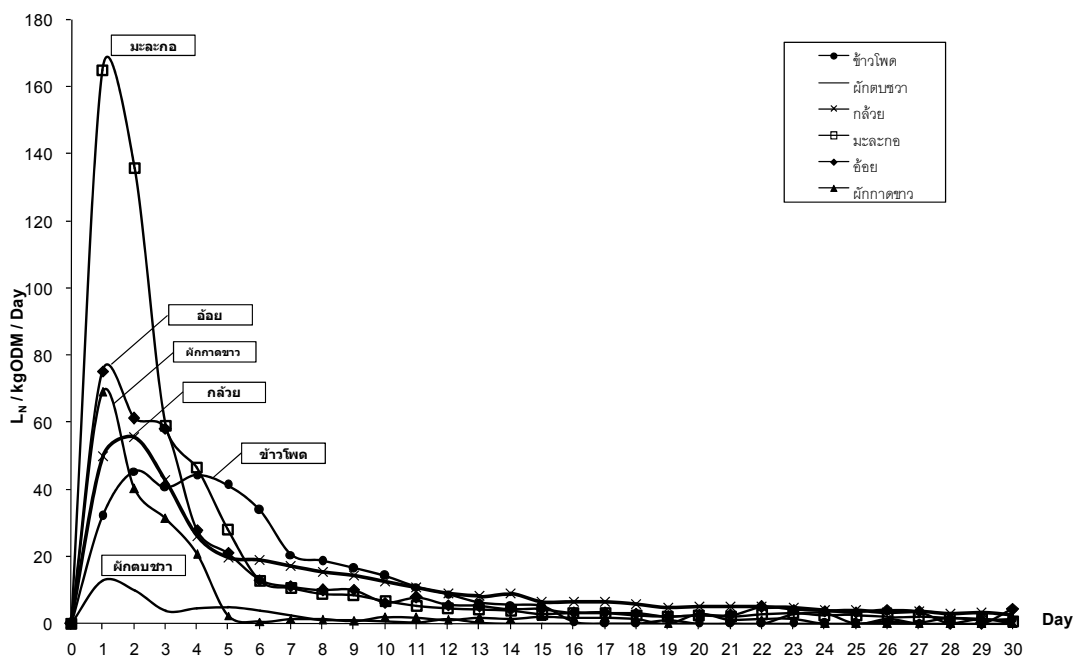


Figure 1 Biogas yield per kg.ODM per day of energy crops at STP

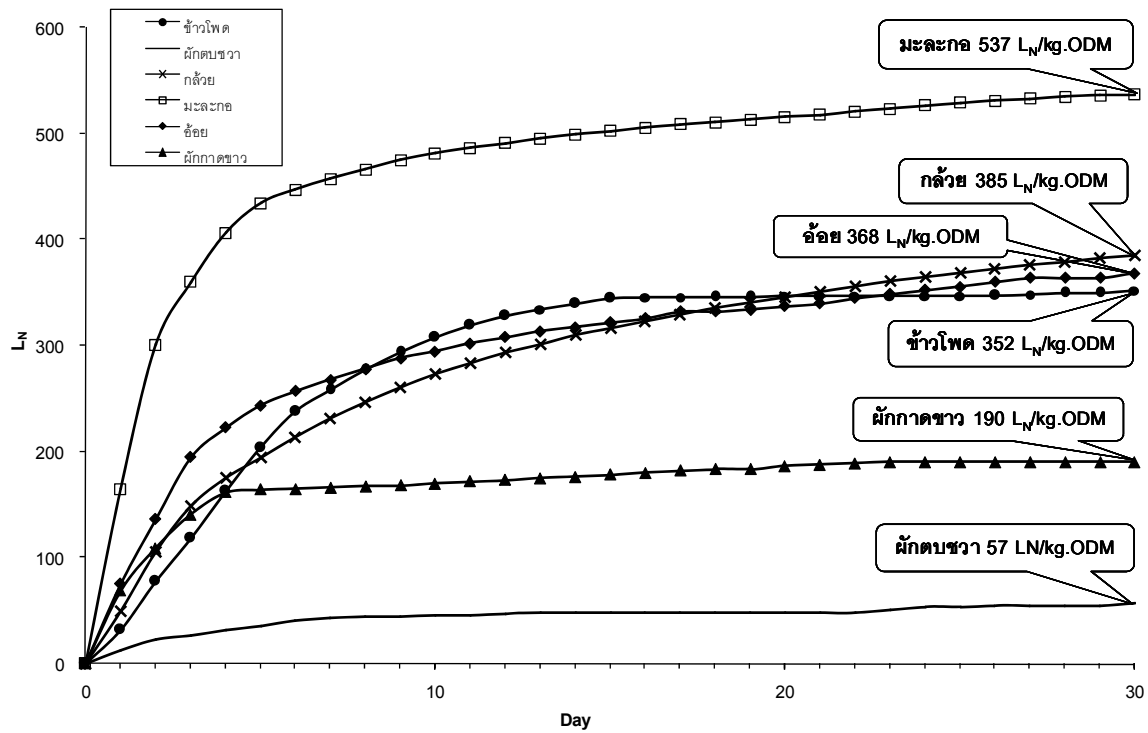


Figure 2 Accumulated biogas yield per kg.ODM of energy crops at STP

Table 3 %Methane (CH<sub>4</sub>) of biogas of energy crops

Energy Crops	% Methane of biogas	
	Maximum (%)	Average (%)
ข้าวโพด	49.7	49.3
ผักตบชวา	46.7	46.1
กัลฉวย	54.5	51.8
มะละกอล	58.8	55.7
อ้อย	52.5	41.7
ผักกาดขาว	48.5	40.1

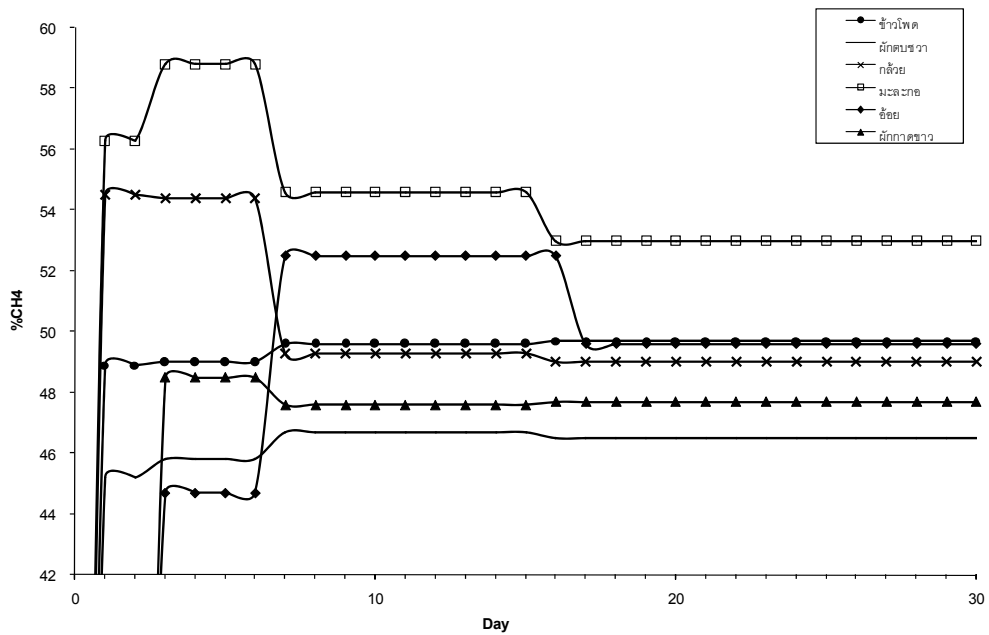


Figure 3 %Methane (CH<sub>4</sub>) of biogas

พืชที่มีศักยภาพต้องให้ปริมาณไบโอแก๊สที่มากและมีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน (CH<sub>4</sub>) ที่สูงด้วย เมื่อพิจารณา Table 3 มะละกอให้แก๊สที่มีเปอร์เซ็นต์มีเทนสูงถึง 58.8% ส่วนผักกาดขาวให้ค่าเปอร์เซ็นต์มีเทนต่ำสุด 48.5% เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์มีเทนเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักพบว่า มะละกอให้ค่าสูงสุดคือ 55.7% รองลงมาคือ กล้วย ข้าวโพด ผักตบชวา อ้อยและผักกาดขาว ตามลำดับ และมีเพียงกล้วยและมะละกอเท่านั้นที่ให้ค่าเฉลี่ยมีเทนมากกว่า 50 % จากการดูผลการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาพบว่าเปอร์เซ็นต์มีเทนมีค่าต่ำในช่วงแรก และจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งหลังจากนั้นจะมีค่าต่ำลง ที่เป็นเช่นนี้เพราะในช่วงวันทำยูนิต ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีค่าเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์มีเทนตามระยะเวลานี้แตกต่างกันไปดังแสดงใน Figure 3

จากผลการทดลองทั้งหมดพืชที่สามารถนำมาหมักเป็นไบโอแก๊สและใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้โดยตรงน่าจะเป็น มะละกอและกล้วย เพราะมีค่ามีเทนสูงกว่า 50% เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดลอง ซึ่งเป็นข้อกำหนดการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ส่วนใหญ่ ข้าวโพดและอ้อย ที่บางช่วงเวลามีค่ามีเทนต่ำกว่าหรือมีค่าใกล้เคียง 50% ถ้าจะนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์อาจต้องมีการนำไปผ่านขบวนการทำความสะอาดแก๊สเพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์มีเทน ซึ่งอาจต้องใช้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แต่ถ้านำไปใช้เพื่อการหมักนั้นสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหมักได้โดยตรง ส่วนผักกาดขาว และผักตบชวานั้นน่าจะเหมาะสำหรับนำไปหมักเป็นแก๊สเพื่อใช้ในการหมักมากกว่าเพราะมีเปอร์เซ็นต์มีเทนค่อนข้างต่ำ อีกทั้งการที่มีปริมาณ dry matter น้อย นั้นอาจไม่คุ้มค่าในการที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อหมักเป็นแก๊สในระบบการผลิตไฟฟ้าชุมชน

### สรุปผลและเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองมะละกอผลิตไบโอแก๊สมากที่สุดคือ 537.02 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day ส่วนผักตบชวาผลิตไบโอแก๊สได้น้อยที่สุดคือ 56.62 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day กล้วย อ้อย ข้าวโพด ผักกาดขาว ผลิตไบโอแก๊สได้ 537.02, 385.10, 368.31, 352.07, และ 190.54 L<sub>N</sub>/kg.ODM/30day ตามลำดับ

2. ปริมาณก๊าซสูงสุดพบในวันที่หนึ่ง หรือ สอง โดยมละกะกอบให้ค่าสูงสุดคือ 165.00  $L_N/kg.ODM/day$  รองลงมาคือ อ้อย 75.37  $L_N/kg.ODM/day$  ผักกาดขาว 69.05  $L_N/kg.ODM/day$  กัลฉวย 55.83  $L_N/kg.ODM/day$  ข้าวโพด 45.51  $L_N/kg.ODM/day$  และผักตบชวา 12.90  $L_N/kg.ODM/day$  ตามลำดับ

3. มีเทนสูงสุด คือ 55.7% จากมละกะกอบ

4. จากผลการทดลองสามารถจัดพีชเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับชุมชนได้ 3 กลุ่มคือ มละกะกอบและกัลฉวย ใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง ข้าวโพดและอ้อย ใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ถ้าผ่านกระบวนการทำความสะอาดก๊าซ ผักกาดขาวและผักตบชวาเหมาะที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม

### เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกศักดิ์ เขียมโอบาส. 2551. บทบรรณาธิการ. ระบบผลิตพลังงานทดแทนและการจัดการสิ่งแวดล้อม 5(1).

Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Machmuller, A., Zollitsch, W., Mayer, K., Gruber, L., 2006a.

Biogas production from maize and dairy cattle manure – influence of biomass composition on the methane yield. Agriculture & Ecosystems & Environment, 173-182.

Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Machmuller, A., Hopfner-Sixt, K., Bodiroza, V., Hrbek, R.,

Friedel, J., Potsch, E., Wagentristsl, H., Schreiner, M., Zollitsch, W., 2006b. Methane production through Anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations. Bioresource Technology.

Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie Staff(CB). 2004. Planing and installing bioenergy

systems : A guide for installers, architects and engineers. Toronto, ON, CAN: Earthscan Canada, 53-100.

Gunaseelan, V.N., 2006. Regression models of ultimate methane yields of fruits and vegetable

solid wastes, sorghum and napiergrass on chemical composition. Bioresource Technology, 1270-1276.

Lehtomaki, A., 2006. Biogas production from energy crops and crop residues. Publishing Unit,

University Library of Jyvaskyla. University of Jyvaskyla.