



การศึกษาศักยภาพการผลิตต้นเลาสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ

Study of Potential of *Erianthus* sp. for Biogas Production

พินิจ จิรคกุล^{1*}, ทักษิณา คັນสยะวิชัย² และ ปรีชา กาเพชร²

Pinit Jirukkakul^{1*}, Taksina Sansayawichai², Preecha Kapetch²

¹ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

¹Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, Muang, Khon Kaen, Thailand 4000

²ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

²Khon Kaen Field Crops Research Center, Department of Agriculture, Muang, Khon Kaen, Thailand 4000

*Corresponding author: Tel: +6682-3055-175, Fax: +6643-255-038, E-mail: j_pinit12@yahoo.com

บทคัดย่อ

จากวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน ส่งผลให้ประเทศไทยเร่งส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพ และก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยปัจจุบันกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เร่งพัฒนาการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน เช่น หญ้าเนเปียร์ยักษ์ พางข้าว ฯลฯ การผลิตพลังงานทางเลือกจากพืชพลังงานที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่จะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิต ดังนั้นการผลิตต้นเลา (The98-242) สำหรับผลิตพลังงานทางเลือกจึงได้รับการศึกษาโดยการปลูกเชิงพาณิชย์ ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของต้นเลาที่มีอายุ 6 เดือน พบว่ามีปริมาณ C, H, N, S และ O มีค่าร้อยละ 45.232, 6.333, 0.678, 0.201 และ 47.557 ตามลำดับ ซึ่งสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 165.46 l kg⁻¹ (195.81 l kg⁻¹) ที่อินทรีสารที่ย่อยสลายได้ร้อยละ 90 และความชื้นมาตรฐานเปียกร้อยละ 54.5 ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพได้ 1,636.40 m³. Rai⁻¹ หรือสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1,963.68 kW-h. Rai⁻¹ โดยมีปริมาณ CH₄ และ CO₂ คิดเป็นร้อยละ 53.5 และ 46.50 ตามลำดับ ต้นเลาที่อายุ 7 เดือน (ระยะออกดอก) ที่ปลูกด้วยระยะห่างระหว่างต้น 0.5, 0.75 และ 1.0 m ให้น้ำหนักแห้ง 4.95, 3.45 และ 2.9 Ton. Rai⁻¹ ตามลำดับ

คำสำคัญ: เลา, ก๊าซชีวภาพ, พืชพลังงาน

Abstract

Due to the energy crisis, renewable energy production has been promoted in Thailand such as gasification and biogas production for electric power. Recently, the Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy has put emphases on the development of renewable energy from crops such as Napier, rice straw etc. The production of alternative energy plants suitable for growing area would be the way to increase productivity. Therefore, the production of *Erianthus* sp. (The98-242) on a commercial scale was studied. The chemical composition of 6-month old *Erianthus* sp. showed C, H, N, S and O contents of 45.232, 6.333, 0.678, 0.201 and 47.557%, respectively. This sample could yield biogas production of approximately 165.46 l.kg⁻¹ along with degradable organic matter of 90% at moisture content of 54.5%, which in total could provide biogas production of 1,636.40 m³. Rai⁻¹ or electricity generation of 1,963.68 kw-h. Rai⁻¹. The CH₄ and CO₂ contents in the biogas were 53.5 and 46.50%, respectively. The *Erianthus* sp. planted for 7 months with different plant spaces of 0.5, 0.75 and 1.0 m yielded dried matter of 4.95, 3.45 and 2.9 Ton. Rai⁻¹, respectively.

Keywords: *Erianthus* sp., Biogas, Renewable crop.

1 บทนำ

จากการส่งเสริมการใช้และผลิตพลังงานทดแทนจากชีวมวล ซึ่งมีหลายชนิด เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์จากปศุสัตว์ การผลิตพืชเพื่ออุตสาหกรรมพลังงาน โดยการพัฒนา

แหล่งผลิตชีวมวลเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งที่สร้างความมั่นคงด้านพลังงาน โดยปัจจุบันรัฐบาลได้มีการส่งเสริมโรงไฟฟ้าชุมชน ขนาด 1-2 MW แต่มีข้อจำกัดของการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคือต้องมีการรวบรวมจัดหาวัตถุดิบชีวมวล หรือหาแหล่งเศษวัสดุเหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรมเกษตร ทำให้โรงไฟฟ้าบางแห่งไม่ประสบ

ความสำเร็จเพราะมีชีวมวลไม่เพียงพอหรือไม่ต่อเนื่อง (วัฒนพงษ์, 2556) ซึ่งปัจจุบันสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานได้ตั้งเป้าหมายตามแผน (Alternative Energy Development Plan, AEDP) ปี 2555-2564 ผลิตพลังงานจากหญ้าเนเปียร์ 3,000 MW ซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตชีวมวล แต่เนื่องจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และแหล่งทรัพยากรน้ำที่มีจำกัด ทำให้การพัฒนาพลังงานทางเลือกจำเป็นต้องพัฒนาพันธุ์พืชที่ใช้งานควบคู่กับการพัฒนาเทคโนโลยี

จากการผลิตพืชเพื่อใช้หมักให้เป็นแก๊สจะมีความมั่นคงและสะดวกต่อการบริหารจัดการกว่าใช้อินทรีย์วัตถุจากแหล่งอื่น ได้มีการทดลองใช้ไบโอแก๊สจากหญ้าหมัก ระบบการผลิตหญ้าพลังงานที่เหมาะสมควรมีหญ้าหมักกับพืชที่มีโปรตีนและน้ำตาลสูง ตรึงไนโตรเจนได้ ตัดได้ทุก 6-10 สัปดาห์ เพื่อไม่ให้มีลิกโนเซลลูโลสและเซลลูโลสในลำต้นมาก ให้ผลผลิต 15-30 Ton.Hectare⁻¹.year⁻¹ ใช้หมักแก๊สได้ในรูปหญ้าสด หรือหญ้าหมัก(silage) ผลิตไบโอแก๊สได้ 500-600 m³ ต่อต้นหญ้าแห้ง ใช้พื้นที่ 500 hectare สำหรับโรงไฟฟ้า 10 MW (FACT, 2013)

อ้อยเป็นพืชสกุลหญ้าที่โตเร็วและให้ผลผลิตชีวมวลสูง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นได้ทำการปรับปรุงพันธุ์อ้อยและพืชสกุลใกล้เคียงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์สำหรับทั้งอุตสาหกรรมน้ำตาล และผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งขณะนี้สามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง (อ้อยโรงงาน) ได้แก่ อ้อยที่ปลูกทั่วไป 2. กลุ่มที่ให้ผลผลิตชีวมวลสูงความหวานต่ำกว่ากลุ่มแรก (อ้อยพลังงาน) ได้จากการการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างอ้อยน้ำตาลกับ พง (*Saccharum spontaneum*) ทำการคัดเลือกพันธุ์ให้ได้พันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตสูง ทั้งผลผลิตน้ำตาล กากน้ำตาลและชานอ้อย พันธุ์อ้อยพลังงานมีการเติบโตเร็ว ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าอ้อยน้ำตาล กลุ่มที่ 3. ให้ผลผลิตชีวมวลสูง จากการรวบรวมพันธุ์และปรับปรุงพืชสกุลใกล้เคียงอ้อยของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น พบว่า เล่า (*Erianthus arundinaceus* section *Ripidium* Henrard) มีศักยภาพให้ผลผลิตชีวมวลสูง เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับอ้อย ทรงกอตั้งตรง มีขนาดใหญ่ มีการแตกกอดี 50-70 ลำต่อกอ ระบบรากแข็งแรง ทนแล้งได้ดี ซึ่งพืชเหล่านี้สามารถนำมาพัฒนาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพและส่งเสริมเป็นพืชทางเลือกสำหรับการผลิตพลังงาน โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการผลิตพืชทางเลือกในการผลิตพลังงาน วิธีการที่เหมาะสมในการปลูก ดูแลรักษา เก็บเกี่ยว การจัดการหลังเก็บเกี่ยวเพื่อการผลิตชีวมวลเล่า *Erianthus* sp. สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพในโรงไฟฟ้าสำหรับชุมชน

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การทดสอบพันธุ์อ้อยพลังงาน

วางแผนการทดลองแบบ RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN (RCBD) 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย อ้อยพลังงานโคลนก้าวหน้า TPJ04-768 และ เล่า พันธุ์ ThE03-07

และ ThE03-242 เทียบกับอ้อยพันธุ์ ขอนแก่น 3 (KK3) และ หญ้าเนเปียร์ยักษ์ ขนาดของแปลงทดลองย่อย 5 แถว ยาว 8 m เกือบเกี่ยว 3 แถวกลาง ระยะแถว 1.5 m ระยะระหว่างต้น 1 m สถานที่ดำเนินงานในพื้นที่นิคมสร้างตนเองเชิงพนมและห้วยหลวง จ.อุดรธานี จำนวน 22 Rai ปลูกวันที่ 3 กรกฎาคม 2555 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูก 11 เมษายน 2556

2.2 การทดสอบระยะปลูกเลาที่เหมาะสมเพื่อผลิตชีวมวล

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 factorial in RCBD 4 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 คือ ปลูกด้วยต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด และ ต้นกล้าจากการชำข้อ

ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะปลูก โดยมี 3 ระยะปลูก ได้แก่ 1.5 X 0.5 m 1.5 X 0.75 m และ 1.5 X 1 m วิธีดำเนินการคือ ติดตามการเติบโตโดยการสุ่มต้น วัดความสูงและการแตกกอ ความกว้างทรงพุ่มทุกเดือน เก็บเกี่ยวเมื่อออกดอกจะตัดทั้งต้น

การบันทึกข้อมูล ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต สุ่มตัวอย่างหาน้ำหนักสดและนำเข้าอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งโดยช่วงเก็บเกี่ยวได้สุ่มตัวอย่างเลาแปลงย่อยละประมาณ 2 kg ซึ่งน้ำหนักสด แยกตัวอย่างเลาออกเป็นใบ ลำต้น และดอก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C นาน 48 h หรือจนกว่าตัวอย่างจะแห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง สถานที่ดำเนินงาน ศวร.ขอนแก่น ระยะเวลาดำเนินการ กุมภาพันธ์ 2555-กันยายน 2558

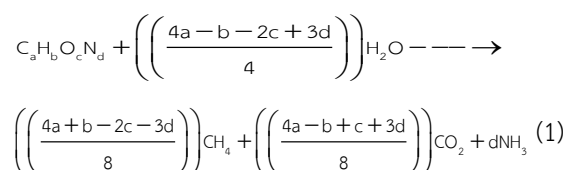
2.3 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีขององประกอบต้นเลา

วิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจน (CHN Analyzer) ยี่ห้อ LECO รุ่น 628 โดยวิเคราะห์ส่วนใบแห้ง ใบเขียว ลำต้น และยอด ของอายุ 6 เดือน และวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณ (Proximate Value) ของต้นเลา คือ ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matter) และ ปริมาณเถ้า (Ash Content) ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D1762-84

การวิเคราะห์ความหวานใช้เครื่องวัดความหวาน (Brix Refractometer) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ Brix

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ

จากสมบัติทางเคมีของต้นเลาสามารถประเมินปริมาณการผลิตก๊าซเชิงทฤษฎีโดยวิเคราะห์ได้จากองค์ประกอบของธาตุโดยใช้สมการ Buswell and Mueller (1962) และ สมมติให้ว่าอินทรีย์สารสามารถอธิบายได้ด้วยสูตร C_aH_bO_cN_d ด้วยสมการ (1) และนำไปคำนวณพื้นที่เพาะปลูกต้นเลาในการผลิตวัตถุดิบสำหรับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพขนาด 1 MW



3 ผลและวิจารณ์

การทดสอบพันธุ์อ้อยพลังงาน พบว่า หญ้าเนเปียร์และเลา ThE98-242 ให้น้ำหนักสดสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 10.70 และ 9.89 Ton.Rai⁻¹ ตามลำดับ และสูงกว่าพันธุ์โคลนอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยโรงงานพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้น้ำหนักสด 5.68 Ton.Rai⁻¹ โดยพันธุ์โคลนก้าวหน้าอื่นๆ ไม่แตกต่างในทางสถิติ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของ หญ้าเนเปียร์และเลา ThE98-242 ให้น้ำหนักแห้งสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 5.40 และ 4.50 Ton.Rai⁻¹ ตามลำดับ และสูงกว่าพันธุ์ต่อโคลนอื่นๆ ขอนแก่น 3 ให้น้ำหนักแห้ง 1.87 Ton.Rai⁻¹ โดยโคลน ThE03-07 มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งสูงที่สุด 52.9% โดยสูงกว่าทุกพันธุ์ต่อโคลน รองลงมาคือเนเปียร์ เลา ThE98-242 อ้อย TPJ04-768 และ ขอนแก่น 3 เท่ากับ 46.0, 45.3, 40.2 และ 33.0% ตามลำดับ ขอนแก่น 3 มีค่าบrixสูงที่สุด 26.2% สูงกว่าทุกพันธุ์ต่อโคลน อ้อยพลังงานมีค่าบrix 24.0% ดัง Table 1



Figure 1 *Erianthus* sp. at 6 months.

Table 1 The mass and total soluble solid of renewable crop.

Crops	Wet wt. (Ton.Rai ⁻¹)	Dry wt. (Ton.Rai ⁻¹)	Brix (%)	Dry wt. (%)
Napier	11.70 ^a	5.40 ^a	14.4 ^f	46.0 ^a
KK3	5.68 ^{bcd}	1.87 ^{cd}	26.2 ^a	33.0 ^b
ThE98-242	9.89 ^a	4.50 ^a	15.6 ^{ef}	45.3 ^a
ThE03-07	5.72 ^{bcd}	3.11 ^b	18.2 ^{cd}	52.9 ^a
TPJ04-768	3.98 ^{cd}	1.59 ^{cd}	24.0 ^b	40.2 ^{ab}

Note: Different superscripts in the same column indicate statistical difference ($p \leq 0.05$) by Duncan Multiple range test(DMRT).

Table 2 Planting spaces, high, width shape and survival rate of biomass.

Crops	Planting space (cm)	High (cm)	Width shape (cm)	Survival rate (%)
ThE03-07	1.5x0.5	47.68	139.63	84.00
	1.5x0.75	45.55	145.95	86.50
	1.5x0.10	45.58	137.25	82.50
Average		46.27 ^b	140.94 ^b	84.33 ^b
ThE98-242	1.5x0.5	74.53	146.27	97.25
	1.5x0.75	70.83	144.23	96.50
	1.5x0.10	71.05	153.68	98.50
Average		72.13 ^a	148.06 ^a	97.42 ^a

Note: Different superscripts in the same column indicate statistical difference ($p \leq 0.05$) by Least Significant Difference (LSD)

การทดสอบระยะปลูกเลาที่เหมาะสมเพื่อผลิตชีวมวล พบว่า เลาพันธุ์ ThE98-242 ที่ปลูกด้วยต้นกล้าจากการชำข้อมีเปอร์เซ็นต์ต้นรอดสูงกว่า เลาพันธุ์ ThE03-07 ที่ใช้ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นรอด 97.42 และ 84.33% ตามลำดับ ดัง Table 2 และได้เก็บเกี่ยวผลผลิตเลาเมื่อวันที่ 21 มกราคม 2556 อายุเก็บเกี่ยว 7

เดือน ซึ่งเป็นระยะการออกดอกและหยุดการสร้างมวล ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตแสดงใน Table 3 และ Table 4 โดยเลาพันธุ์ ThE98-242 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.77 Ton.Rai⁻¹ สูงกว่าพันธุ์ ThE03-07 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.16 Ton.Rai⁻¹ ที่ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำมีค่า 348, 317 cm และ 19.93, 13.42 cm ตามลำดับ ทำให้พันธุ์ ThE98-

242 ได้ผลผลิตสูงกว่า แม้ว่าพันธุ์ ThE98-242 จะมีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 8,272 Ton.Rai⁻¹ น้อยกว่าพันธุ์ ThE03-07 ที่มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 12,237 Ton.Rai⁻¹

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีขององประกอบธาตุแต่ละส่วนของต้นเลา ThE98-242 ที่อายุ 6 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ C, H, N และ O ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 45.232, 6.333, 0.678 และ 47.557% ตามลำดับ ดัง Table 4

เพราะฉะนั้นทุกส่วนของการผลิตชีวมวลสามารถนำไปผลิตได้โดยไม่แตกต่างกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ S มีค่าเฉลี่ย 0.201% โดยจะเป็นส่วนที่ก่อให้เกิด H₂S ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการกักตุนในเครื่องย่นต้นสดภายใน แต่มีปริมาณไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลจากมูลสัตว์ โดยช่วงการเพาะปลูกจะส่งผลต่อผลผลิตดัง Table 5 ซึ่งช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกจะเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนและเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน จะได้ชีวมวลสูงสุด

Table 3 The production of ThE03-07 and ThE98-242 varieties at the different plants space.

Varieties	Plants space (m)	Wet production (Ton.Rai ⁻¹)	Dry production (Ton.Rai ⁻¹)
ThE03-07	1.5 X 0.5.	3.53 ^b	1.73 ^{ab}
	1.5 X 0.75	3.43 ^b	1.69 ^{ab}
	1.5 X 1.0	2.53 ^c	1.27 ^b
Avg.		3.16	1.56
ThE98-242	1.5 X 0.5	4.95 ^a	2.28 ^a
	1.5 X 0.75	3.45 ^b	1.41 ^b
	1.5 X 1.0	2.9 ^{bc}	1.29 ^b
Avg.		3.77	1.66

Note: Different superscripts in the same column indicate statistical difference ($p \leq 0.01$).

Table 4 The ultimate analysis of ThE98-242 at 6 months.

Part	C(%)	H(%)	N(%)	S(%)	O(%)
Dry leaf	45.342	6.311	0.474	0.220	47.653
Fresh leaf	45.365	6.157	0.742	0.197	47.539
Stem	44.888	6.838	0.480	0.191	47.603
Top	45.334	6.024	1.016	0.194	47.432
Avg.	45.232	6.333	0.678	0.201	47.557

Table 5 The mass of TPJ04-452 at 6 months (2 times) and 12 months harvested period on 3 periods at Khon Kean Field Crops Research Center.

Period	Harvested period (month)	Dry wt. (Ton.Rai ⁻¹)
1. 25 April 2012	6 (2 times)	4.4303 ^a
	12	3.9632 ^a
2. 23 May 2012	6 (2 times)	1.7697 ^c
	12	2.8837 ^b
3. 25 June 2012	6 (2 times)	2.8912 ^b
	12	3.1991 ^b

Note: Different superscripts in the same column indicate statistical difference ($p \leq 0.05$).

Table 6 Ultimate analysis of renewable crop at 6 months.

Crop	C(%)	H(%)	N(%)	S(%)	O(%)
Napier	43.10	6.97	0.25	0.10	49.58
KK3	42.9	7.2	0.25	0.21	49.44
THE98-242	45.23	6.33	0.67	0.2	47.57
TPJ03-452	43.4	7.11	0.14	0.09	49.26
TPJ04-768	43.9	7.05	0.1	0.08	48.87

จาก Table 6 การวิเคราะห์ขององค์ประกอบธาตุของเลา อ้อยพลังงานและหญ้าเนเปียร์ พบว่า อัตราส่วนของ C:N มากกว่า 20:1 ซึ่งในการผลิตก๊าซชีวภาพควรจะปรับสภาพของ C:N ให้ได้ เพื่อประสิทธิภาพของการหมักแบบไร้อากาศ โดยสามารถใช้ยูเรียในการปรับสภาพหรือใช้กรรมวิธีการหมักอาหารสัตว์ก็จะทำให้มีประสิทธิภาพ การคำนวณปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพ

กำหนดให้อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายได้ประสิทธิภาพ 90% จากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณ (Proximate Value) ของต้นเลาแห้งตากแดด ความชื้นเริ่มต้นต้นเลามีค่าความชื้น 14.4%wb ,ของแข็งทั้งหมด Total Solid มีค่าเฉลี่ย 845 g.kg^{-1} ,ของแข็งระเหย Volatile Solid มีค่าเฉลี่ย 393.3 g.kg^{-1} และปริมาณเถ้าเฉลี่ย 1.28%

Table 7 Biogas calculation from ultimate analysis.

Crop	$\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}$	Biogas (l.kg^{-1})	% CH_4	% CO_2
1.Napier	$\text{C}_{23}\text{H}_{45.3}\text{O}_{19.4}\text{N}$	159.93	55.8	44.16
2.KK3	$\text{C}_{23}\text{H}_{47}\text{O}_{19.5}\text{N}$	78.40	56.8	43.19
3.THE98-242	$\text{C}_{23}\text{H}_{39.2}\text{O}_{17.9}\text{N}$	165.46	53.5	46.50
4.TPJ04-768	$\text{C}_{23}\text{H}_{45}\text{O}_{18.68}\text{N}$	124.74	56.3	43.73

Note: the performance of degradable organic matter 90%.

Table 8 Renewable crop production for biogas power plant 1 MW.

Crop	Biogas/area/year ($\text{m}^3.\text{Rai}^{-1}$)	Electric/area (kW.Rai^{-1})	Area (Rai.MW^{-1})
1.Napier	1871.18	2245.42	3527.184
2.kk3	445.31	534.37	14821.07
3.THE98-242	1636.40	1963.68	4033.26
4.TPJ04-768	496.47	595.76	13293.98

Note: work rate 330 days 24 h, Biogas 1 m^3 equal 1.2 kW-h at CH_4 53.5%.

จากข้อมูล Table 1 และ Table 7 สามารถประเมินพื้นที่ในการผลิตต้นเลาสำหรับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพขนาด 1 MW

จาก Table 8 แสดงถึงศักยภาพการผลิตต้นเลาเปรียบเทียบกับ หญ้าเนเปียร์ อ้อยน้ำตาล และอ้อยพลังงาน พบว่า ต้นเลามีศักยภาพในการผลิตวัตถุดิบสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยที่ผลผลิตของต้นเลาและหญ้าเนเปียร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการผลิตต้นเลาเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับโรงไฟฟ้าชุมชนขนาด 1 MW จะใช้พื้นที่ 4,033 Rai

4 สรุป

การศึกษาศักยภาพการผลิตต้นเลาสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยทำการศึกษาระบบการปลูกเชิงพาณิชย์และเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ และอ้อยพลังงาน พบว่า ผลผลิต

ของต้นเลาที่ อายุ 7 เดือน (ระยะออกดอก) ระยะปลูกระหว่างร่อง 1.5 m และระยะระหว่างต้น 0.5, 0.75 และ 1.0 m มีค่า 4.95, 3.45 และ 2.9 Ton.Rai-1 ตามลำดับ ซึ่งระยะที่เหมาะสมคือ ระยะระหว่างร่อง 1.5 m และระยะระหว่างต้น 0.5 m ซึ่งการปลูกด้วยท่อนพันธุ์และเมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์รอดร้อยละ 97.42 และ 84.33 ตามลำดับ โดยการปลูกด้วยท่อนพันธุ์จะมีเปอร์เซ็นต์รอดสูงกว่าการใช้เมล็ด 13.4% และการเก็บเกี่ยวควรเก็บเกี่ยวก่อนการออกดอกเนื่องจากต้นเลาจะหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งจะไม่สร้างชีวมวลต่อไป โดยการเก็บเกี่ยวควรเก็บเกี่ยวปีละ 2 ครั้ง (อายุ 6 เดือน) และวันปลูกจะมีผลต่อผลผลิต โดยช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกจะเป็นช่วงเดือน พฤศจิกายนและเก็บเกี่ยวเดือน เมษายน จะได้ชีวมวลสูงสุดและการใช้น้ำจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของแต่ละชิ้นส่วนของต้น
 เล้าที่อายุ 6 เดือน ค่าเฉลี่ย C, H, N, S และ O มีค่าเฉลี่ย 45.232,
 6.333, 0.678, 0.201 และ 47.557% โดยสมบัติทางเคมีของ
 ชิ้นส่วนต้นเล้านี้ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะใบแห้ง ใบสด
 และลำต้น ซึ่งเมื่อนำมาประเมินการผลิตก๊าซชีวภาพ สามารถ
 ผลิตก๊าซชีวภาพ 165.46 l.kg^{-1} ที่อินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ 90%
 และความชื้น 54.5%wb โดยมีปริมาณ CH_4 มีค่า 54.29% และ
 CO_2 มีค่า 45.70% การผลิตต้นเล้า ThE98-242 เพื่อผลิตก๊าซ
 ชีวภาพจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ $1636.40 \text{ m}^3.\text{Rai}^{-1}$ หรือ
 สามารถผลิตไฟฟ้าได้ $1963.68 \text{ kw-h}.\text{Rai}^{-1}$ ในการผลิตต้นเล้า
 เพื่อเป็นพลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้าสำหรับการผลิตก๊าซ
 ชีวภาพขนาด 1 MW จำเป็นต้องใช้พื้นที่ 4033 Rai สำหรับการ
 เก็บเกี่ยวปีละ 2 ครั้งต่อปี

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้การ
 สนับสนุนงบวิจัย ปี 2556 และกลุ่มเกษตรกรนิคมสร้างตนเองเชียง
 พินและห้วยหลวง จ.อุดรธานี ที่ให้ใช้พื้นที่ในการทดสอบ

6 เอกสารอ้างอิง

วัฒนพงษ์ คุโรวาท. 2556. แนวคิดการปรับเปลี่ยนระบบการรับ
 ซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจาก Adder เป็น แบบ
 Feed-in tariff สำหรับกลุ่มพลังงานชีวภาพ. แหล่งข้อมูล:
<http://www.eppo.go.th/FIT/part1.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 7
 ธันวาคม 2556.

Buswell, A.M., Mueller, H.F. 1962. Mechanisms of methane
 fermentations. Industrial Engineering Chemistry 44, 550.

FACT. 2013. Bioenergy Technology. Available at:
<http://www.fact-foundation.com>. Accessed on 7
 December 2013.