

ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเศษเหลือโรงงานน้ำมันปาล์มดิบและการหมักร่วม
ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง

Potential of Biogas Production of Oil Palm Mill Residues and its Anaerobic Co-digestion
under Thermophilic Condition

การเกตุ วัฒนสิทธิ์¹ เกษม อัสวตรีรัตนกุล² และสมพงษ์ โอทอง^{3*}
Karaket Wattanasit¹ Kasem Asawatreratanakul² and Sompong O-thong^{3*}

บทคัดย่อ

วัสดุเศษเหลือจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้แก่ น้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม กากตะกอนดีแคนเตอร์ ทะลายปาล์มเปล่า เส้นใยและขี้เถ้า ซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 80 ของวัตถุดิบทั้งหมด เป็นแหล่งสารอินทรีย์วัตถุที่สามารถนำมาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ จากการศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของวัสดุเศษเหลือ พบว่า น้ำทิ้ง กากตะกอนดีแคนเตอร์ ทะลายปาล์มเปล่า และเส้นใยปาล์มสามารถผลิตมีเทนได้เท่ากับ 356.6 293.6 180.2 และ 217.3 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย ตามลำดับ การหมักร่วมน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคนเตอร์มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีกว่าการหมักร่วมน้ำทิ้งกับวัสดุเศษเหลือชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ให้ผลได้มีเทน 613 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ที่อัตราส่วนร้อยละ 30 การผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคนเตอร์ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ให้ผลผลิตมีเทน 472 426 544 613 518 และ 549 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ตามลำดับ การย่อยสลายน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับวัสดุเศษเหลือภายในโรงงานสามารถเพิ่มผลผลิตมีเทนได้

คำสำคัญ : กากตะกอนดีแคนเตอร์ ก๊าซมีเทน น้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม วัสดุเศษเหลือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

³ อาจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

* Corresponding author: โทรศัพท์ : 074-63992 โทรสาร : 074-693992 e-mail : sompong.o@gmail.com

Abstract

Palm oil mill residues such as palm oil mill effluent, decanter cake, empty fruit bunch, fiber and ash were 80% of all raw materials. It comprised of organic matter that could be used to produce biogas. potential of biomethane production of palm oil mill effluent, decanter cake, empty fruit bunch and fiber were 356.6 293.6 180.2 and 217.3 mL CH₄/g VS respectively. Co-digestion of palm oil mill effluent with decanter cake gave higher potential than co-digestion with other wastes (P<0.05) with methane yield of 613 mL CH₄/g VS at 30% mixing ratio. Biomethane potential of co-digestion palm oil mill effluent with decanter cake at mixing ratio of 0, 10, 20, 30, 40 and 50 were 472 426 544 613 518 and 549 mL CH₄/g VS, respectively. Anaerobic co-digestion of palm oil mill effluent with decanter cake was shown great biomethane potential under thermophilic condition.

Keywords: Decanter cake, Methane, Palm Oil Mill Effluent, Palm oil mill residues.

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งเหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้น อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ของประเทศ บริเวณพื้นที่ที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูลและตรัง โดยจังหวัดกระบี่ ปลูกมากที่สุดจำนวน 537,637 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.40 และรองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี 405,213 ไร่ และจังหวัดชุมพร 216,798 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 29.70 และ 15.89 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศตามลำดับ [1] ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น เช่น ยางพาราและการทำนาข้าว จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก คาดว่าปริมาณความต้องการน้ำมันปาล์มภายในเพิ่มขึ้นมาก โดยในปี 2539 ส่วนแบ่งของน้ำมันปาล์มต่อการบริโภครวมของโลกเท่ากับร้อยละ 15.42 เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 17.81 22.00 และ 25.39 ในปี 2543 2553 และ 2563 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อสกัดน้ำมันปาล์มแล้วก็จะมีส่วนที่เป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มออกมามาก เช่น น้ำทิ้ง กากตะกอน เส้นใย ทะลายปาล์มเปล่า และจี๊ด้า อุดสาหกรรมปาล์ม น้ำมันมีวัสดุเศษเหลือที่เป็นมวลชีวภาพประเภทลิกโนเซลลูโลสจำนวนมาก เช่น เส้นใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า คิดเป็นปริมาณ 9.66 5.20 และ 17.08 ล้านตันต่อปี ตามลำดับ จากการศึกษาองค์ประกอบของชีวมวลจากส่วนต่างๆ พบว่า มีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส ร้อยละ 40-50 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 20-35 และลิกนินร้อยละ 16-29 ซึ่งอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันมีมวลชีวภาพที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์สูงถึงร้อยละ 80 และมีองค์ประกอบที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ [6]

แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการนำน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพอย่างแพร่หลาย แต่มักเป็นการใช้วัสดุหมักเพียงชนิดเดียว มีงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาการใช้วัสดุหมักมากกว่าหนึ่งชนิดในการผลิตก๊าซชีวภาพ เช่น Alastair [5] พบว่า ตัวอย่างร่วมมีความสำคัญในการช่วยเพิ่มการผลิตก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่ตัวอย่างร่วมจะเป็นมูลสัตว์ และวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร เพราะเป็นการเพิ่มแหล่งสารอาหารให้มากขึ้น นอกจากนี้ยังอาจเป็นแหล่งช่วยเพิ่ม

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้น้ำเสียร่วมกับวัสดุเศษเหลือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม หมักแบบกะในขวด 1 ลิตร ปริมาตรการหมัก 0.8 ลิตร สภาวะไร้อากาศ เวลา 12 วัน ใช้น้ำเสียเจือจาง 20 เท่า และน้ำเสียร่วมกับวัสดุเศษเหลือ ร้อยละ 0.5 ได้แก่ ทะลายปาล์ม เส้นใยปาล์ม และกากตะกอนดีแคเนเตอร์ พบว่า น้ำเสียร่วมกับกากตะกอนดีแคเนเตอร์ให้ ก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด 1,015 มิลลิลิตร และเมื่อศึกษากากตะกอนดีแคเนเตอร์ร่วมกับน้ำเสียร้อยละ 0 0.25 0.5 0.75 (น้ำหนักแห้งต่อปริมาตร) พบว่า กากตะกอนดีแคเนเตอร์ร้อยละ 0.5 ให้ก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด 1,068 มิลลิลิตร ชุดท้าย ทำการศึกษาผลของน้ำเสียเจือจาง 0 10 20 เท่าร่วมกับกากตะกอนดีแคเนเตอร์ร้อยละ 0.5 ในระบบการหมักแบบกึ่ง ต่อเนื่อง เติบระบบที่ระยะเวลาเก็บกัก 8 วัน พบว่า การใช้น้ำเสียที่ไม่ได้เจือจางร่วมกับกากตะกอนดีแคเนเตอร์ร้อยละ 0.5 ให้ก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด 15,752 มิลลิลิตร และสามารถลดค่าซีโอดีเท่ากับร้อยละ 73 และพีเอชชุดท้ายเท่ากับ 6.92

ก๊าซมีเทนสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 0-60 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปการดำเนินระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพสูงกว่าการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส [3] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเพิ่มผลผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยการหมักร่วมกับวัสดุเศษเหลืออื่นๆ จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ได้แก่ ทะลายปาล์มเปล่า เส้นใย ชี้เต้า และกากตะกอนดีแคเนเตอร์ เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตมีเทนในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม สามารถเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยแก่ผู้ที่สนใจและนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. วิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบ เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ อย่างเช่น กากตะกอนดีแคเนเตอร์ เส้นใย ทะลายปาล์มเปล่า ชี้เต้า เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบและศักยภาพในการผลิตมีเทนของวัสดุแต่ละชนิด โดยทำการวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งระเหยได้ (VS) ความชื้น และค่าซีโอดี (COD)
2. ศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทนของวัสดุเศษเหลือแต่ละชนิด โดยทำการทดลองในขวดน้ำเกลือขนาด 500 มิลลิลิตร น้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานน้ำมันปาล์มดิบมาทำการหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ โดยได้ใช้กล้าเชื้อ 80 มิลลิลิตรและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานน้ำมันปาล์ม 2 กรัมของแข็งระเหยง่าย หมักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน ทำการทดลองซ้ำชุดละ 2 ซ้ำ โดยการวัดปริมาตรก๊าซชีวภาพโดยการแทนที่น้ำและวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีทุกวัน และศึกษาระยะเวลาในการกักเก็บ (HRT) ของระบบ (O-Thong et al., 2012)
3. ศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทนจากการหมักร่วมของน้ำทิ้งกับวัสดุเศษเหลือ โรงงานน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำทิ้งกับวัสดุเศษเหลือแต่ละชนิดเป็น 50+50 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร โดยได้ใช้กล้าเชื้อ 80 มิลลิลิตร การวัดปริมาตรก๊าซชีวภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีทุกวัน
4. ศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมกันระหว่างกากตะกอนดีแคเนเตอร์และน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยทำการปรับความเข้มข้นของน้ำทิ้งและกากตะกอนดีแคเนเตอร์ที่ร้อยละที่ต่างกันคือ 50+50, 60+40, 70+30, 80+20 และ 90+10 โดยได้ใช้กล้าเชื้อ 80 มิลลิลิตร การวัดปริมาตรก๊าซชีวภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีทุกวัน

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ลักษณะของน้ำทิ้ง (POME) วัสดุเศษเหลือจากโรงงานน้ำมันปาล์มดิบ

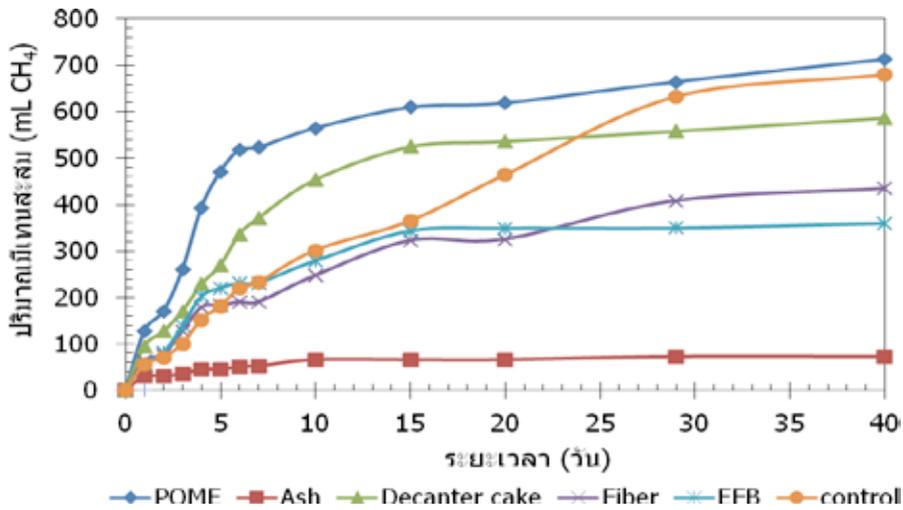
น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มดิบ (POME) มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล ทะลายปาล์มเปล่า (EFB) มีลักษณะเป็นใยนุ่มและเป็นไม้แหลมคล้ายหนาม เส้นใย (Fiber) ขี้เถ้า (Ash) และกากตะกอนดีแคนเตอร์ (Decanter cake) ซึ่งได้ทำการศึกษาค่าพีเอช (pH) ค่าความแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid; VS) ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solids; TS) ค่าความชื้น (Moisture) และค่าซีโอดี (COD) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือ โรงงานน้ำมันปาล์มดิบ

ลักษณะ	วัสดุเศษเหลือ โรงงานน้ำมันปาล์มดิบ				
	น้ำทิ้ง	ทะลายปาล์ม	เส้นใยปาล์ม	กากตะกอนดีแคนเตอร์	ขี้เถ้า
พีเอช (pH)	4.9	8.98	6.13	4.96	11
ของแข็งระเหยง่าย (%)	5.87	45.72	66.42	27.05	8.97
ของแข็งทั้งหมด (%)	6.79	53.83	75.49	53.71	89.85
ความชื้น (%)	93.20	46.17	24.51	46.29	10.14
ซีโอดี (มก./ล)	33,600	-	-	-	-

2. ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเศษเหลืออุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันดิบภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556



ภาพที่ 1 ปริมาณการผลิตมีเทนสะสมจากน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือโรงงานน้ำมันปาล์มดิบ

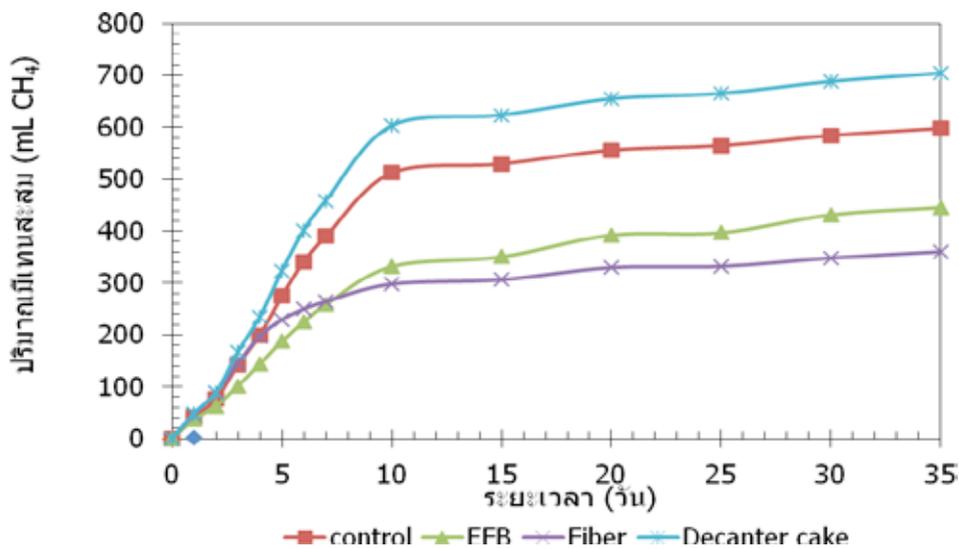
เมื่อนำน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานน้ำมันปาล์มดิบมาทำการหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ โดยได้ใช้กล้าเชื้อ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานน้ำมันปาล์ม 2 กรัมของแข็งระเหยง่าย พบว่า ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มดิบมีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1,697.43 มิลลิลิตร และรองลงมาคือ ทะลายปาล์มเปล่า กากตะกอนดีแคนเตอร์ เส้นใยปาล์มและขี้เถ้า มีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม เท่ากับ 1,548.63 1,505.61 1312.99 และ 451.00 มิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งจากการคำนวณปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพสะสม พบว่า ค่าที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นขี้เถ้าที่มีค่าปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเศษเหลือโรงงานน้ำมันปาล์มดิบชนิดอื่น ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า ทะลายปาล์มเปล่า กากตะกอนดีแคนเตอร์ และ เส้นใยปาล์มมีความสามารถมากพอที่จะใช้เป็นวัสดุหมักร่วม (Co-substrate) ในการเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ 2 ปริมาณมีเทนสะสมและผลผลิตมีเทนสูงสุดจากน้ำทิ้งและวัสดุเศษเหลือ โรงงานน้ำมันปาล์มดิบ

วัสดุเศษเหลือโรงงานน้ำมันปาล์มดิบ	ศักยภาพในการผลิตมีเทน	ผลผลิตมีเทน (ml CH ₄ /gVS)
น้ำทิ้ง	35.6 (ml CH ₄ /L POME)	356.575 ^a
ทะลายปาล์มเปล่า	72 (L/kg)	180.183 ^d
เส้นใยปาล์ม	86.8 (L/kg)	217.308 ^c
กากตะกอนดีแคนเตอร์	58.6 (L/kg)	293.582 ^b
ขี้เถ้า	3.6 (L/kg)	40.5102 ^e

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน และแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

3. ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมระหว่างน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มดิบกับวัสดุเศษเหลือประเภทของแข็ง ภายใต้ได้อุณหภูมิสูง



ภาพที่ 3 ปริมาณมีเทนสะสมจากการหมักร่วมระหว่างน้ำทิ้งกับวัสดุเศษเหลือประเภทของแข็ง

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

ผลจากการทดลองพบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคแคโนร์มีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 1,412 มิลลิลิตร และรองลงมาคือ น้ำทิ้งหมักร่วมกับทะเลสาบปาล์มเปล่า เท่ากับ 963 มิลลิลิตร น้ำทิ้งหมักร่วมกับเส้นใยปาล์ม เท่ากับ 816.5 มิลลิลิตร ซึ่งผลผลิตก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักร่วมกับกากตะกอนดีแคแคโนร์สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด เท่ากับ 789.9108 มิลลิลิตร/กรัมของแข็งระเหยง่าย และรองลงมาคือ การหมักร่วมกับทะเลสาบปาล์มเปล่า และการหมักร่วมกับเส้นใยปาล์ม เท่ากับ 538.0382 และ 438.9327 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย และปริมาณมีเทนสะสมที่เกิดจากการใช้น้ำทิ้งหมักร่วมกับวัสดุเศษเหลืออื่น การหมักร่วมกับกากตะกอนดีแคแคโนร์มีปริมาณมีเทนสูงสุด เท่ากับ 703.639 มิลลิลิตร และการหมักร่วมกับทะเลสาบปาล์มเปล่าและเส้นใยปาล์ม มีค่าเท่ากับ 446.2 และ 360.05 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3) และผลผลิตมีเทนที่ได้จากการทดลองพบว่าการหมักร่วมกับกากตะกอนดีแคแคโนร์มีค่าสูงสุด เท่ากับ 423.138 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย และการหมักร่วมกับทะเลสาบปาล์มเปล่าและเส้นใยปาล์ม มีค่าเท่ากับ 278.449 และ 221.933 มิลลิลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3) แสดงว่ากากตะกอนดีแคแคโนร์สามารถให้ผลผลิตก๊าซมีเทนสูงสุดเมื่อใช้น้ำทิ้งหมักร่วมกับน้ำทิ้ง ดังนั้นจึงนำกากตะกอนดีแคแคโนร์มาใช้ในการหมักร่วมกับน้ำทิ้งเพื่อเพิ่มผลผลิตของก๊าซมีเทนในการทดลองถัดไป

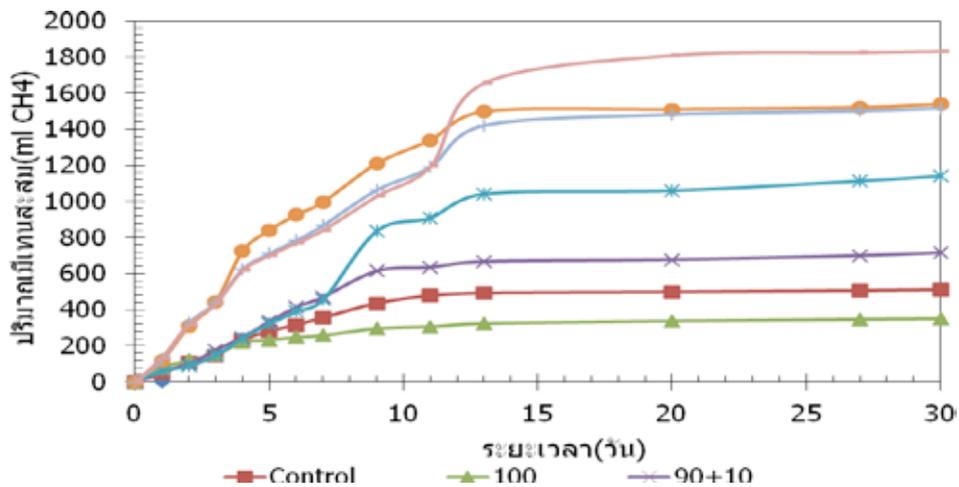
ตารางที่ 3 ปริมาณมีเทนสะสมและผลผลิตมีเทนสะสมจากการหมักร่วมระหว่างน้ำทิ้ง โรงงานน้ำมันปาล์มคิบบกับวัสดุเศษเหลือประเภทของแข็ง ภายใต้อุณหภูมิสูง

วัสดุเศษเหลือที่ใช้หมักร่วมกับน้ำทิ้ง	ศักยภาพในการผลิตมีเทน (L/L)	ผลผลิตมีเทน (ml CH ₄ /gVS)
ทะเลสาบปาล์มเปล่า	44.6	278.449 ^{ab}
เส้นใยปาล์ม	36	221.933 ^b
กากตะกอนดีแคแคโนร์	70.3	423.138 ^a

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4. ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมกันระหว่างกากตะกอนดีแคนเตอร์และน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ได้ศึกษาแนวโน้มในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมกันระหว่างน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคนเตอร์ โดยทำการปรับความเข้มข้นของน้ำทิ้งและกากตะกอนดีแคนเตอร์ที่ร้อยละที่ต่างกันคือ 50+50 60+40 70+30 80+20 90+10 และ 100+0 ตามลำดับ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4 พบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมจะสูงขึ้นตามการเพิ่มปริมาณของกากตะกอนดีแคนเตอร์ และที่ร้อยละ 50+50 มีปริมาณมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 1,831.932 มิลลิลิตร และอัตราส่วนของน้ำทิ้งและกากตะกอนดีแคนเตอร์ที่ร้อยละ 70+30 มีค่าผลผลิตมีเทนก๊าซมีเทนสูงสุด เท่ากับ 613.0026 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมของแข็งระเหยง่าย และที่อัตราส่วนร้อยละ คือ 50+50 60+40 80+20 90+10 และ 100+0 มีปริมาณก๊าซมีเทน มีค่าเท่ากับ 549.0003 518.8853 544.6697 426.246 และ 472.9005 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมของแข็งระเหยง่าย



ภาพที่ 4 ปริมาณมีเทนสะสมจากการหมักร่วมระหว่างร่วมกันระหว่างกากตะกอนดีแคนเตอร์และน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

ตารางที่ 4 ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยการหมักร่วมกันระหว่างกากตะกอนดีแคแคโนร์และน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ น้ำทิ้งและกากตะกอนดีแคแคโนร์	ก๊าซชีวภาพ		มีเทน	
	ผลผลิตสะสม (mL)	ผลผลิต (mL/g VS)	ผลผลิตสะสม (mL CH ₄)	ผลผลิต (ml CH ₄ /g VS)
ร้อยละ 50+50	4,200.5	1,140.747	1,831.932	549.0003 ^a
ร้อยละ 60+40	4,048.5	1,246.997	1,516.297	518.8853 ^a
ร้อยละ 70+30	3,282.5	1,151.903	1,537.159	613.0026 ^a
ร้อยละ 80+20	2,497.5	1,005.036	1,139.972	544.6697 ^a
ร้อยละ 90+10	1,662	664.1647	715.3815	426.246 ^{ab}
ร้อยละ 100+0	1,122	576.0861	597.604	472.9005 ^b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน และแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ซึ่งจะเห็นว่าการใช้กากตะกอนดีแคแคโนร์ในอัตราส่วนที่พอดีกับน้ำทิ้งในการผลิตก๊าซมีเทนนั้น จะได้ค่าปริมาณสะสมก๊าซมีเทนที่ดีกว่าการใช้น้ำทิ้งในการหมักเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการหมักร่วมกันระหว่างน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคแคโนร์สามารถเพิ่มปริมาณของก๊าซชีวภาพได้มากกว่าการหมักน้ำทิ้งเพียงชนิดเดียวหรือการหมักน้ำทิ้งร่วมกับวัสดุเศษเหลือของแข็งประเภทอื่น

สรุปผลการวิจัย

น้ำทิ้ง กากตะกอนดีแคแคโนร์ ทะลายปาล์มเปล่าและเส้นใยปาล์มสามารถผลิตมีเทนได้เท่ากับ 356.6 293.6 180.2 และ 217.3 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย ตามลำดับ จากการศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมระหว่างน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบกับวัสดุเศษเหลือประเภทของแข็ง พบว่า การหมักน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคแคโนร์มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีกว่าการหมักน้ำทิ้งร่วมกับวัสดุเศษเหลือชนิดอื่น อย่างมี

นัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยสามารถผลิตมีเทนได้เท่ากับ 423.1 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ และศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมน้ำทิ้งและกากตะกอนดีแคนเตอร์ อัตราส่วนร้อยละ 30 มีศักยภาพในการผลิตมีเทนได้สูงสุดถึง 613 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ การผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมน้ำทิ้งกับกากตะกอนดีแคนเตอร์ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ให้ผลผลิตมีเทน 472 426 544 613 518 และ 549 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ตามลำดับ การนำวัสดุเศษเหลือจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มหมักร่วมกับน้ำทิ้งสามารถเพิ่มผลผลิตมีเทนได้มากกว่าการหมักน้ำทิ้งเพียงชนิดเดียว อย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยในการหมักสามารถใช้กากตะกอนดีแคนเตอร์ หมักร่วมกับน้ำทิ้ง สามารถเพิ่มผลผลิตมีเทนได้ร้อยละ 72

เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2550). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2555, จาก <http://www.trang.ru.ac.th/LO/lo.1.html>
- [2] สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูลและคณะ. (2552). การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียร่วมกับวัสดุเศษเหลือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม. โครงการวิจัย: คณะอุตสาหกรรมเกษตร
- [3] สุพัฒน์ เผ่าพงษ์ไทย. (2538). ผลของสภาวะต่างๆในขั้นตอนการผลิตกรดอินทรีย์ที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทน. ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- [4] Archer, D.B. and B.H. Kirsop. (1991). The microbiology and control of anaerobic digestion, pp. 49-91. In A.W., ed. **Anaerobic Digestion: A Waste Treatment Technology**. Elsevier Applied Science Publisher, London.
- [5] Alastair, J. Phil, J. Peter, J. and David L. (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. **Bioresource Technol.**
- [6] Gutierrez, L.F., Sanchez, O.J., Cardon, C.A. (2009). **Process integration possibilities for biodiesel production.** palm oil using ethanol obtained from lignocellulosic residues of oil palm industry.
- [7] Lehtomaki, A., Huttunen, S., Rintala, A.J. (2006). Laboratory investigations on co-digestion of energy crops and crop residues with cow manure for methane production: **Effect of crop to manure ratio**
- [8] Macias-Corral, M., Samani, Z., Hanson, A., Smith, G., Funk, P., Yu, H. and Longworth, J. (2008). Anaerobic co-digestion of municipal solid waste and agricultural waste and the effect of co-digestion with dairy com manure. **Bioresource Technol.**
- [9] Mousa, L. and C.F. Forster. (1998). The effect of trace organics on the inhibition of gas production by anaerobic sludges : batch studies. **Wat. Res.**
- [10] Nasir, I.M., Mohd Ghazi, T.I., Omar, R. and Idris, A. (2012). "Palm Oil Mill Effluent as an Additive with Cattle Manure in Biogas Production" **Procedia Engineering** 50: 904 – 912

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ปี 2556

- [8] Macias-Corral, M., Samani, Z., Hanson, A., Smith, G., Funk, P., Yu, H. and Longworth, J. (2008). Anaerobic co-digestion of municipal solid waste and agricultural waste and the effect of co-digestion with dairy com manure. **Bioresource Technol.**
- [9] Mousa, L. and C.F. Forster. (1998). The effect of trace organics on the inhibition of gas production by anaerobic sludges : batch studies. **Wat. Res.**
- [10] Nasir, I.M., Mohd Ghazi, T.I., Omar, R. and Idris, A. (2012). "Palm Oil Mill Effluent as an Additive with Cattle Manure in Biogas Production" **Procedia Engineering** 50: 904 – 912
- [11] Nieves, D.C., Karimi, K. and Horvath, I.S. (2011). "Improvement of biogas production from oil palm empty fruit bunches (OPEFB)." **Industrial Crops and Products**. 34: 1097– 1101
- [12] Oswal, N. Sarma, PM. Zinjarde, SS. Pant, A. (2002). "Palm oil mill effluent treatment by tropical marine yeast," **Bioresource Technol.** 85: 35–7.
- [13] O-Thong, S., Prasertsan, P., Intrasungkha, N., Dhamwichukorn, S. and Birkeland, NK. (2007). "Improvement of biohydrogen production and pollution reduction from palm oil mill effluent with nutrient supplementation at thermophilic condition using an anaerobic sequencing batch reactor," **Enzyme Microb Technol.** 41: 583-590.
- [14] O-Thong, S. et. al. (2012). "Thermophilic anaerobic co-digestion of oil palm empty fruit bunches with palm oil mill effluent for efficient biogas production," **Applied Energy**. 93: 648-654.
- [15] Pagilla, K.R., H. Kim and T. Cheunbarn. (2000). Aerobic thermophilic and anaerobic mesophilic treatment of swine waste. **Wat. Res.**
- [16] Sosnowski, P., A. Wiczorek and S. Ledakowicz. (2003). Anaerobic co-digestion of sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes. **Advances in Environmental Research**.
- [17] Wong, M.H. and Y.H. Cheung. 1995. Gas production and digestion efficiency of sewage sludge containing elevated toxic metals. **Bioresource Technology**.
- [18] Yoochatchaval, w., Kumakura, S., Tanikawa, D., Yamaguchi, T., Chen, S. S., Kubota, K., Harada, H. and Syutsubo, K. (2011) "Anaerobic degradation of palm oil mill effluent (POME)." **Water Science and Technology**. 64.10.