

ผลของอุณหภูมิและการรับภาระสารอินทรีย์ต่อการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจน ของน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

Effect of Temperature and Organic Loading on Methane Production from Hydrogenic Effluent of Oil Palm Mill Wastewater

อังคณา ลำเหละหมั่น¹ ชัยสิทธิ์ นิยะสม² และสมพงษ์ โอทอง^{2*}

Angkana Lahaman¹, Chaiyasit Niyasom², and Sompong O-Thong^{2*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและการรับภาระสารอินทรีย์ต่อศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง (60 องศาเซลเซียส) และ อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) ในระบบแบบกะและแบบต่อเนื่อง ศักยภาพในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.9 28.4 19.5 และ 17.2 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 727 646 444 และ 391 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ ศักยภาพในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.2 28.7 23 และ 23 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 709 652 526 และ 525 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยได้ การผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบต่อเนื่องภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 15 และ 10 วันให้ผลผลิตมีเทน 30.3 30.4 และ 24.9 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิสูงให้ผลผลิตมีเทน 31.6 30.3 และ 29.29 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ

คำสำคัญ : การผลิตมีเทน น้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจน น้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์ม

¹ นิสิตปริญญาตรี สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

² อ.ดร., ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

* Corresponding author: E-mail: sompong.o@gmail.com, Tel. 074-693992 ext. 2261

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 ปี 2555

Abstracts

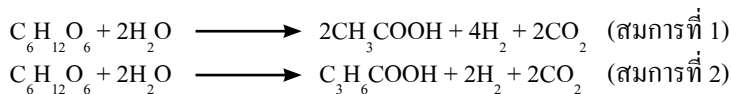
This research aims to study the effect of temperature and organic loading on methane production potential of the hydrogenic effluents under thermophilic and mesophilic conditions in batch and continuous reactor. Methane potential under mesophilic condition at initial organic loading of 17.6 26.4 35.2 and 44 were 31.9 28.4 19.5 and 17.2 L-CH₄/L-hydrogenic effluent, respectively corresponding to methane yield of 727 646 444 and 391 mL CH₄/gVS. Methane potential under thermophilic condition at initial organic loading of 17.6 26.4 35.2 and 44 were 31.2 28.7 23 and 23 L-CH₄/L-hydrogenic effluent, respectively corresponding to methane yield of 709 652 526 and 525 mL CH₄/gVS. Methane productions of hydrogenic effluent in continuous reactor under mesophilic condition at HRT 20 15 and 10 days were 30.3 30.4 and 24.9 while thermophilic condition was 31.6 30.3 and 29.3 L-CH₄/L-hydrogenic effluent, respectively.

Keywords : Methane Production, Hydrogenic Effluent, Palm Oil Mill Effluent

บทนำ

วิกฤตการณ์พลังงานเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องแก้ไข และหามาตรการป้องกัน เนื่องจากประเทศไทย มีทรัพยากรพลังงาน เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติน้อย จึงจำเป็นต้องพึ่งพาประเทศอื่นๆ ที่สามารถส่งออกพลังงาน ส่งผลให้ขาดความมั่นคงทางด้านพลังงาน ไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาด กระบวนการเผาไหม้ก๊าซไฮโดรเจนได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ จึงไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม [1] ไฮโดรเจนให้พลังงานสูง โดย 1 กิโลกรัมของไฮโดรเจน ให้พลังงานเท่ากับ 3.5 ลิตรของปิโตรเลียม O-Thong และคณะ [2] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเป็นสับสเตรตสำหรับกระบวนการผลิตไฮโดรเจนด้วยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ อุณหภูมิสูง พบว่ามีความเป็นไปได้และให้ผลผลิตไฮโดรเจนสูงถึง 9.1 ลิตรไฮโดรเจนต่อลิตรตั้งปฏิกิริยาต่อวัน ผลได้ไฮโดรเจนสูงสุดเท่ากับ 2.21 โมลไฮโดรเจนต่อโมลน้ำตาลเฮกโซส และอัตราการผลิตไฮโดรเจนที่ 17 มิลลิโมลต่อลิตรตั้งปฏิกิริยาต่อชั่วโมง นอกจากนี้ O-Thong และคณะได้แยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถสูงในการผลิตไฮโดรเจนจากตะกอนจุลินทรีย์ในระบบโดยให้ชื่อว่า *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* PSU-2 ที่มีความสามารถผลิตไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มได้สูงถึง 2.7 โมลไฮโดรเจนต่อโมลเฮกโซส [3]

การผลิตไฮโดรเจนโดยกระบวนการหมักไร้อากาศจุลินทรีย์เปลี่ยนวัตถุดิบมวลชีวภาพไปเป็นไฮโดรเจน ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์หลักได้เพียงร้อยละ 33 และในขณะเดียวกันก็เกิดผลพลอยได้เป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย อย่างเช่น กรดอะซิติก กรดบิวทิริก (สมการที่ 1 และ 2) สะสมอยู่ในน้ำหมักประมาณร้อยละ 77 ของสารอินทรีย์เริ่มต้น ทำให้น้ำหมักมีค่า COD สูง ไม่สามารถปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยตรงเนื่องจากอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษ ในสิ่งแวดล้อมตามมา ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีลดและกำจัดก่อนทิ้งน้ำเสียจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อมของโรงงานน้ำมันปาล์ม ซึ่งรายงานวิจัยที่มีอยู่ก่อนหน้านี้พบว่ากลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตมีเทนในสภาวะไร้อากาศ สามารถใช้กรดไขมันระเหยง่ายที่ความเข้มข้นสูง (5-10 กรัมต่อลิตร) เป็นสับสเตรตได้ทำให้สารอินทรีย์ (COD) ในน้ำเสียลดลงสูงถึงร้อยละ 88-100 [4]



ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนที่อุณหภูมิสูง ด้วยกลุ่มเชื้อ Thermoanaerobacterium จากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยศึกษาองค์ประกอบของน้ำทิ้ง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจน ศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลัง กระบวนการผลิตไฮโดรเจน และ ผลของอุณหภูมิและการบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นต่อการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้ง หลังการผลิตไฮโดรเจน และผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งการผลิตไฮโดรเจนที่อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) และ อุณหภูมิสูง (60 องศาเซลเซียส) ในระบบผลิตมีเทนแบบต่อเนื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาองค์ประกอบของน้ำทิ้งหลังกระบวนการผลิตไฮโดรเจน

น้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิสูงด้วยกลุ่มเชื้อ Thermoanaerobacterium ได้รับจากการทดลองของ นางสาวสุวริน เส้นบัตร ซึ่งได้ทดลอง ผลิตไฮโดรเจนที่อุณหภูมิสูงจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบต่อเนื่อง ในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ สิ่งแวดล้อม สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้แก่ พีเอช ค่าซีโอดี (COD) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งระเหยง่าย (VS) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) และ (VSS) กรดอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (total VFA) และวิเคราะห์หาสภาพต่าง [5]

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิและการบรรทุกสารอินทรีย์ต่อการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจน

2.1 เตรียมกล้ำเชื้อ

การปรับสภาพจุลินทรีย์กลุ่มไร้อากาศอุณหภูมิสูง นำตะกอนจุลินทรีย์จากระบบ Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) ดำเนินการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นกล้ำเชื้อ ผลิตมีเทนอุณหภูมิสูง โดยทำการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนเป็นแหล่งสารอินทรีย์ ปรับค่าสารอินทรีย์ในรูป COD เริ่มต้นเท่ากับ 10 กรัมซีโอดีต่อลิตร และปรับพีเอชเป็น 7.5 ด้วย NaHCO_3 บ่มที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าจะหยุดผลิตก๊าซชีวภาพ ทำการเพาะเลี้ยงกล้ำเชื้อแบบสลับเป็นกะในขวดแก้ว ขนาด 5 ลิตร ปริมาตรทดลอง 4 ลิตรโดยใช้น้ำทิ้งหลังกระบวนการผลิตไฮโดรเจนเดิมลงไปปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต่อวันที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 วัน วัดพีเอชเริ่มต้นและควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 7.0-8.0 ด้วย NaHCO_3 และทำการ ถ่ายน้ำทิ้งออกจากขวดทดลองวันละ 200 มิลลิลิตรก่อนการเติมน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนครั้งต่อไป นำเชื้อ จุลินทรีย์ที่ได้มาเป็นกล้ำเชื้อเริ่มต้นในการทดลองศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทนและการผลิตมีเทนในระบบต่อ เนื่อง ปรับสภาพจุลินทรีย์กลุ่มไร้อากาศอุณหภูมิห้อง นำจุลินทรีย์จากระบบ Cover lagoon ดำเนินการผลิตมีเทน จากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ที่อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) เป็นกล้ำเชื้อผลิตมีเทนอุณหภูมิ ห้องโดยเพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนเป็นแหล่งสารอินทรีย์ ปรับค่าสารอินทรีย์ในรูป COD เริ่มต้น เท่ากับ 10 กรัมซีโอดีต่อลิตร และปรับพีเอชเป็น 7.5 ด้วย NaHCO_3 บ่มที่อุณหภูมิ 28-33 องศาเซลเซียส จนกว่า จะหยุดผลิตก๊าซชีวภาพ ทำการเพาะเลี้ยงกล้ำเชื้อแบบสลับเป็นกะในขวดแก้วขนาด 5 ลิตร ปริมาตรทดลอง 4 ลิตร โดยใช้น้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนเดิมลงไปปริมาตร 200 มิลลิลิตรต่อวัน ที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 วัน วัดพีเอช

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 ปี 2555

เริ่มต้นและควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 7.0-8.0 ด้วย NaHCO_3 และทำการถ่ายน้ำทิ้งออกจากขวดทดลองวันละ 200 มิลลิลิตรก่อนการเติมน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนครั้งต่อไป ดำเนินระบบการเพาะเลี้ยงเพื่อเตรียมกล้าเชื้อไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้จากระบบเพาะเลี้ยงไปใช้เป็นกล้าเชื้อเริ่มต้นในการผลิตมีเทนต่อไป

2.2 สักยภาพในการผลิตมีเทน

เตรียมตัวอย่างน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนลงในขวดน้ำเกลือปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใช้อัตราส่วน สับสเตรตต่อกล้าเชื้อจุลินทรีย์ (S:I ratio) ที่ 1:5 ศึกษาศักยภาพในการผลิตมีเทนตามวิธีการของ Angelidaki และ คณะ [6] ชุบน้ำเกลือทางลบใส่น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง และ ชุบน้ำเกลือทางบวกใส่ 10 g/L Acetic acid 10 g/L Butyric acid และแปรผันการรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้นในช่วง 17-44 กรัมต่อลิตรทำการทดลอง 3 ขั้ว บ่มที่อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส วัดปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งน้ำที่อยู่ในขวดจะถูกแทนที่ด้วยก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลาย โดยจะทำการวัดปริมาตรก๊าซจนเข้าสู่สภาวะคงที่หรือไม่มีก๊าซเหลืออยู่ [7] วิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพด้วยวิธี Gas Chromatography (GC) เพื่อหาปริมาณ ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ตามวิธีการของ Hniman และ คณะ [8] คำนวณปริมาณ มีเทนสะสม ผลได้มีเทน คำนวณระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย (HRT) จากระยะเวลาที่เกิดก๊าซชีวภาพจนเข้าสู่สภาวะ คงที่หรือการย่อยสลายสมบูรณ์แล้วมาใช้ในการทำการทดลองผลิตมีเทนในระบบต่อเนื่อง

3. ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อศักยภาพในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบต่อเนื่อง

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเดินระบบการผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนจากโรงงาน สกัดน้ำมันปาล์มดิบในระบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ ที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 15 และ 10 วัน โดยนำตะกอนเชื้อจากการทดลองที่ 1 มาใช้เป็นกล้าเชื้อเริ่มต้นในการเริ่มระบบผลิตมีเทนแบบ Continuous stirred tank reactor (CSTR) โดยทำการทดลองในขวดแก้วขนาด 5 ลิตรปริมาตรทำการ 4 ลิตรกววนที่ความเร็วรอบ 200 รอบ ต่อนาที ใช้น้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนเป็นแหล่งสารอินทรีย์ โดยในการทดลองนี้จะศึกษาการเติมอาหารโดย เปรียบเทียบปริมาตรเป็น 3 ช่วง คือ 200 มิลลิลิตรต่อวัน (ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 วัน) 270 มิลลิลิตรต่อวัน (ระยะ พักกักเก็บน้ำ 15 วัน) และ 400 มิลลิลิตรต่อวัน (ระยะพักกักเก็บน้ำ 10 วัน) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซ ทุก 24 ชั่วโมง โดยในช่วง 7 วันแรกจะทำการป้อนน้ำทิ้งหลังกระบวนการผลิตไฮโดรเจนเข้าสู่ระบบปริมาตร 200 มิลลิลิตร และนำน้ำเสียออกจากระบบ 200 มิลลิลิตร ดูปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทุกวัน จนกระทั่งได้ปริมาณก๊าซ มีเทนสะสมคงที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตก๊าซชีวภาพน้อยกว่าร้อยละ 10 จึงเปลี่ยนระยะพักกักเก็บน้ำ ติดตาม การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช ความเป็นด่าง กรดอินทรีย์ระเหยง่าย องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. องค์ประกอบของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจน

น้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ชอบร้อน Thermoanaerobacterium มีลักษณะเป็นของเหลว มีสีน้ำตาลเข้ม ขุ่นและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบของน้ำทิ้งที่เหลือจากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนแสดงดังตารางที่ 1 พบว่า น้ำทิ้งที่เหลือจาก กระบวนการผลิตไฮโดรเจนมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่ายสูงถึง 10.4 กรัมต่อลิตร และยังมี องค์ประกอบหลักเป็นของแข็งระเหยง่ายประมาณ 44 กรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมด 96.13 กรัมต่อลิตร มีค่าความเป็นด่าง 1.9 กรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อลิตร ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นซับสเตรตที่ดีในการผลิตก๊าซมีเทน

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ชอบร็อน *Thermoanaerobacterium*

องค์ประกอบ	g/L
pH	4.8
COD	99.2
ของแข็งทั้งหมด (Total solid : TS)	96.1
ของแข็งระเหยง่าย (Volatile solid : VS)	44
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids : TSS)	8.7
ของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile suspended solid : VSS)	6.3
ความเป็นด่าง (Alkalinity) (g CaCO_3/L)	1.9
กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile fatty acid : VFA)	10.4

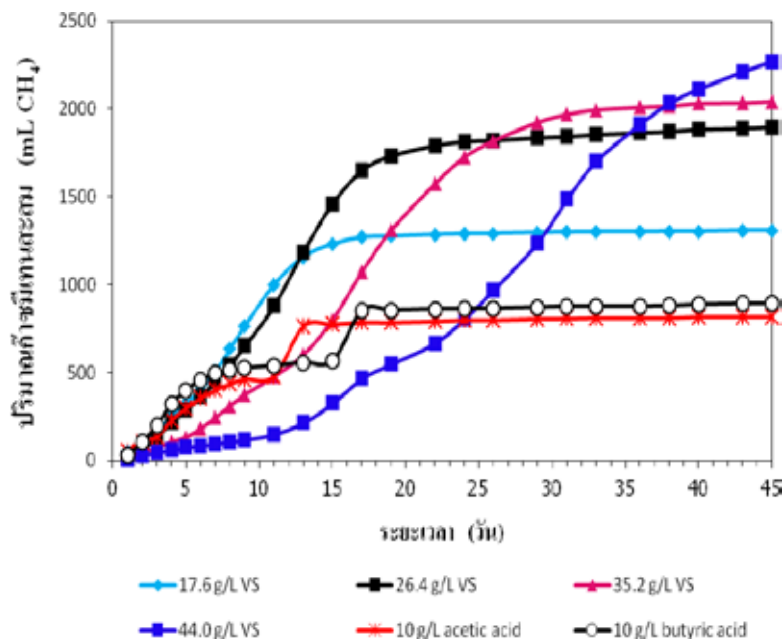
2. การผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง

ศึกษาภาพน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในการผลิตก๊าซมีเทนที่อุณหภูมิห้องแสดงในภาพที่ 1 ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสะสมที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 44 กรัมของแข็งระเหยง่าย/ลิตร มีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 2,268 มิลลิลิตร ส่วนที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้น 35.2 26.4 และ 17.6 กรัมของแข็งระเหยง่าย/ลิตร มีปริมาณมีเทนสะสมเท่ากับ 2,042 1,894 และ 1,308 มิลลิลิตร ตามลำดับ ผลผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.9 28.4 19.5 และ 17.2 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 727 646 444 และ 391 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยง่ายได้ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นที่ 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตรเกิดสภาวะที่มีสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้เกิดการยับยั้งกระบวนการผลิตมีเทน ดังนั้นภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตมีเทนที่อุณหภูมิห้องคือ 26.4 กรัมต่อลิตร

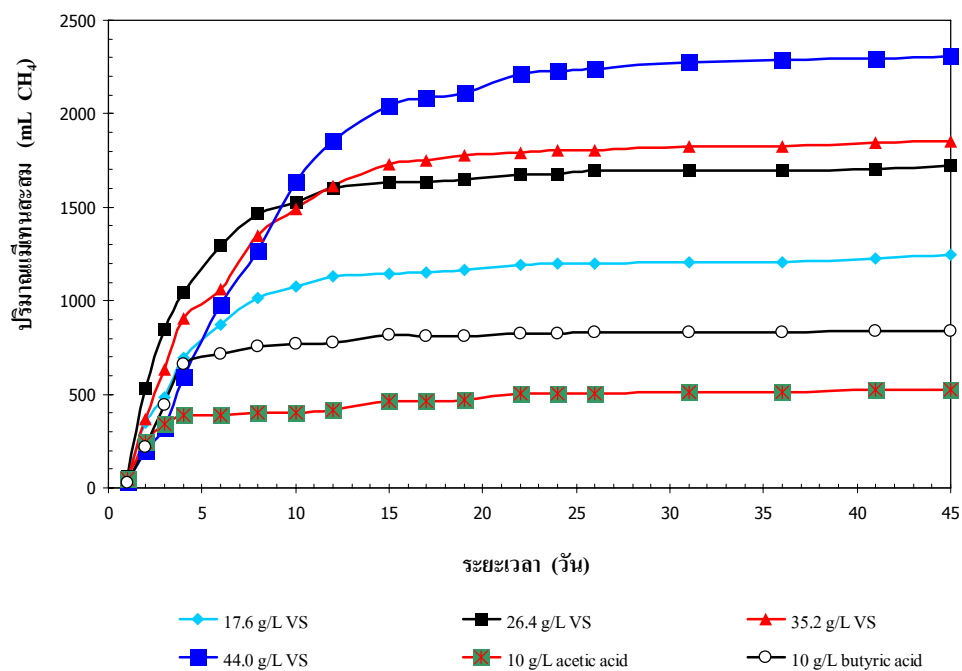
3. การผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้อุณหภูมิสูง (60 °C)

ศึกษาภาพในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสะสมที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 44 กรัมของแข็งระเหยง่าย/ลิตร มีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเท่ากับ 2311.4 มิลลิลิตร และรองลงมาคือ น้ำทิ้งหลังผลิตไฮโดรเจนที่การรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 และ 35.2 กรัมของแข็งระเหยง่ายต่อลิตร มีปริมาณมีเทนสะสมเท่ากับ 1248.9, 1721.6 และ 1850.1 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) จากกราฟแสดงให้เห็นว่าการรับภาระสารอินทรีย์เริ่มต้นต่ำเกินไปเชื้อชอบร็อนจะใช้เวลาในการย่อยสลายน้อย (5-10 วัน) ผลผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.2 28.7 23 และ 23 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 709 652 526 และ 525 มิลลิลิตรมีเทนต่อกรัมของแข็งระเหยง่าย การผลิตมีเทนที่อุณหภูมิสูงสามารถรับภาระสารอินทรีย์ได้สูงกว่าอุณหภูมิห้อง และได้ผลได้มีเทนใกล้เคียงกับผลการทดลองผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิสูง คือ 28.8 ลิตรต่อลิตรน้ำเสีย [9]

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 ปี 2555



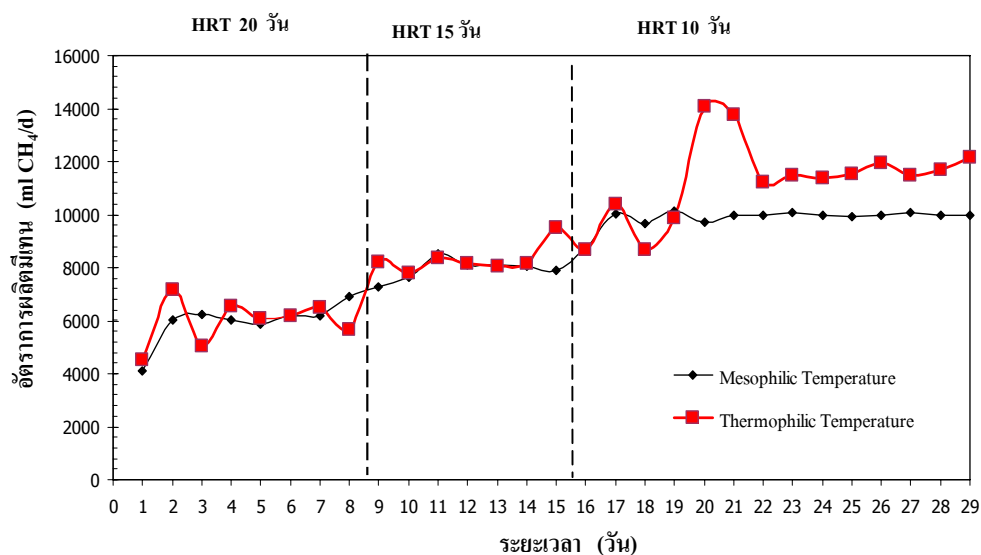
ภาพที่ 1 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากการหมักของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนที่แปรผันภาระบรรทุกเริ่มต้นที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากการหมักของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนที่แปรผันภาระบรรทุกเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 60 °C

4. การผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบต่อเนื่อง

การผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบต่อเนื่องภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 15 และ 10 วันให้ผลผลิตมีเทน 30.3 30.4 และ 24.9 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิสูงให้ผลผลิตมีเทน 31.6 30.3 และ 29.29 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ (ภาพที่ 3) การผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิสูงในระบบต่อเนื่องให้ผลผลิตมีเทนและผลได้มีเทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) การผลิตมีเทนจากน้ำหมักไฮโดรเจนให้ผลผลิตมีเทนใกล้เคียงกับการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโดยตรงและให้ผลได้มีเทนสูงกว่าการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโดยตรง Wang et al. (2012) [9] รายงานว่าการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งโรงงานแปรรูปแป้งมันสำปะหลังและใช้น้ำหมักไฮโดรเจนผลิตมีเทนให้ผลผลิตมีเทนมากกว่าการผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งโดยตรง เนื่องจากการผลิตไฮโดรเจนส่งเสริมการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนมีศักยภาพในการผลิตมีเทนและมีความเป็นไปได้ที่จะผลิตไฮโดรเจนและมีเทนแบบสองขั้นตอนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบผลิตแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 60 °C

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 ปี 2555

สรุปผลการวิจัย

ศึกษาในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิสูง ให้ผลผลิตมีเทน และผลได้มีเทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ศึกษาในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.9 28.4 19.5 และ 17.2 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 727 646 444 และ 391 มิลลิลิตร มีเทนต่อกรัมของแฉะระเหยได้ ศึกษาในการผลิตมีเทนของน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้น 17.6 26.4 35.2 และ 44 กรัมต่อลิตร คือ 31.2 28.7 23 และ 23 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ สอดคล้องกับผลได้มีเทน 709 652 526 และ 525 มิลลิลิตร มีเทนต่อกรัมของแฉะระเหยได้ การผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังการผลิตไฮโดรเจนในระบบต่อเนื่องภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง ที่ระยะพักกักเก็บน้ำ 20 15 และ 10 วันให้ผลผลิตมีเทน 30.3 30.4 และ 24.9 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิสูงให้ผลผลิตมีเทน 31.6 30.3 และ 29.29 ลิตรมีเทนต่อลิตรน้ำทิ้งตามลำดับ การผลิตมีเทนจากน้ำทิ้งหลังกระบวนการผลิตไฮโดรเจนที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิสูงให้ผลผลิตมีเทนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการผลิตมีเทนที่อุณหภูมิห้องจึงมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และ MEXT-ARDA project

เอกสารอ้างอิง

- [1] Yokoi H., Maki R., Hirose J. and Hayashi S. 2002. Microbial production of hydrogen from starch manufacturing wastes. **Biomass Bioenergy**. 22: 89-395.
- [2] O-Thong, S., Prasertsan, P., Intrasingkha, N., Dhamwichukorn, S., 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 Microbial and Technology**. 41:583-90.
- [3] O-Thong, S., Prasertsana, P., Intrasingkhab, N., Dhamwichukorn, S., Birkelandd, N. K. 2008. Optimization of simultaneous thermophilic fermentative hydrogen production and COD reduction from palm oil mill effluent by Thermoanaerobacterium-rich sludge. **International Journal of Hydrogen Energy**. 33: 1221 - 1231.
- [4] Nishio, N. and Nakashimada, Y. 2004. High rate production of hydrogen/methane from various substrates and wastes. **In Recent progress of biochemical and biomedical engineering in Japan I**, vol. 90, Springer-Verlag Berlin, Berlin, 63-87.
- [5] APHA. 1999. **Standard Method of the Examination of the Water and Wastewater**. 20th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- [6] Angelidaki I, Alves M, Bolzonella D, Borzacconi L, Campos JL, Guwy AJ, Kalyuzhnyi S., Jenicek P. and van Lier J.B. 2009. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. **Water Science and Technology**. 59:927-34.

- [7] O-Thong S., Boe K. Angelidaki I. 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.
- [8] Hniman A., Prasertsan P. and O-Thong S. 2011. Community analysis of thermophilic hydrogen-producing bacteria from Southern Thailand geothermal spring enriched with xylose and glucose. **International Journal of Hydrogen Energy**. 36(21):14217-14226.
- [9] Fang C., O-Thong S., Boe K., Angelidaki I. 2011. Comparison of UASB and EGSB reactors performance, for treatment of raw and deoiled palm oil mill effluent (POME). **Journal of Hazard Materials**. 189:229-34.
- [10] Wang W., Xie L., Luo G., Zhou Q. and Lu Q. 2012. Optimization of biohydrogen and methane recovery within a cassava ethanol wastewater/waste integrated management system. **Bioresource Technology**. 120: 165-172.