ชื่อวิทยานิพนธ์ การผลิตแก๊สไฮโดรเจนและมีเทนโดยการย่อยสลายร่วมแบบไร้อากาศสองขั้นตอนของน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มกับสาหร่ายพุงชะโด
ผู้เขียน นางสาวนิกานต์ณภัส อุสมันบาฮา
สาขาวิชา เคมีประยุกต์
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มสำหรับผลิตแก๊สไฮโดรเจนและมีเทน โดยการย่อยสลายร่วมกับสาหร่ายพุงชะโดด้วยกระบวนการไร้อากาศสองขั้นตอน ซึ่งมีการดำเนินงานทั้งแบบแบทช์และแบบต่อเนื่อง ในกระบวนการแบบแบทช์สองขั้นตอนที่อุณหภูมิเทอร์โมฟิลิก (55°C) สำหรับขั้นตอนที่หนึ่งและที่อุณหภูมิเมโซฟิลิก (35°C) สำหรับขั้นตอนที่สอง เมื่อใช้น้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับสาหร่ายพุงชะโดที่ความเข้มข้นรวมเริ่มต้น 10 g-VS/$L_{substrate}$ และมีอัตราส่วนผสมโดยปริมาณของของแข็งระเหยได้ (VS Basis) ต่าง ๆ (10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10) ผลผลิตไฮโดรเจนสูงสุด 65.35±3.37 mL-H_2/g-VS_{added} ได้จากการหมักที่อัตราส่วนการผสมของน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและสาหร่ายพุงชะโด เท่ากับ 9:1 (VS Basis) ผลผลิตไฮโดรเจนดังกล่าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 19 และร้อยละ 58 เมื่อเทียบกับการหมักเฉพาะน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและสาหร่ายพุงชะโดตามลำดับ และน้ำหมักจากขั้นตอนที่หนึ่งที่อัตราส่วนการผสม 9:1 ให้ผลผลิตมีเทนเท่ากับ 360.7±18.0 mL-CH_4/g-VS_{added} การศึกษาการผลิตไฮโดรเจนและมีเทนแบบต่อเนื่องด้วยกระบวนการไร้อากาศสองขั้นตอนในถังปฏิกรณ์กวนต่อเนื่องที่สภาวะอุณหภูมิเมโซฟิลิก (35°C) และถังปฏิกรณ์ชนิดท่อไหลที่สภาวะอุณหภูมิบรรยากาศตามลำดับ พบว่าถังปฏิกรณ์กวนต่อเนื่องที่ควบคุมระยะเวลากักเก็บน้ำ 4 วัน โดยใช้ความเข้มข้นของสาหร่ายร้อยละ 10 (VS Basis) ของซับสเตรทรวมให้ผลผลิตไฮโดรเจนได้ 81±1.2 mL-H_2/g-VS_{added} และถังปฏิกรณ์ชนิดท่อไหลที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน ที่มีการป้อนน้ำหมักจากขั้นตอนการผลิตไฮโดรเจน สามารถผลิตมีเทนได้ 424±4.6 mL-CH_4/g-VS_{added} น้ำหมักในขั้นตอนการผลิตไฮโดรเจนประกอบไปด้วยกลุ่มจุลินทรีย์หลักได้แก่กลุ่มแบคทีเรีย *Clostridium* sp., *Enterobacter* sp. ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียผลิตไฮโดรเจนและกลุ่มแบคทีเรีย *Weissella* sp., *Leuconostoc* sp. และ *Lactobacillus* sp. ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียผลิตแลคติกส่งผลให้ผลผลิตไฮโดรเจนลดลงได้ สำหรับน้ำหมักของขั้นตอนผลิตมีเทนพบกลุ่มจุลินทรีย์อาเคียร์ *Methanocorpusculum* sp., *Methanothrix* sp. และ *Methanoregula* sp. ซึ่งเป็นกลุ่มอาเคียร์ผลิตมีเทน กระบวนการย่อยสลายร่วมไร้อากาศสองขั้นตอนในงานวิจัยนี้ให้ผลผลิตไฮโดรเจน 4.13 L-H_2/ $L_{substrate}$ และมีเทน 23.15 L-CH_4/$L_{substrate}$ ซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปได้สำหรับการขยายขนาดกระบวนการย่อยสลายร่วมไร้อากาศสองขั้นตอนของน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและสาหร่ายไปเป็นระดับอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางนวัตกรรมที่เป็นไปได้สำหรับการใช้น้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับสาหร่ายพุงชะโดอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชีวภาพซึ่งเป็นแก๊สผสมระหว่างไฮโดรเจนและมีเทน

Thesis Title Hydrogen and Methane Production by Two-stage Anaerobic Co-digestion of Palm Oil Mill Effluent and *Ceratophyllum demersum*
Author Miss Nikannapas Usmanbaha
Major Program Applied Chemistry
Academic Year 2015

ABSTRACT

The aim of this research project was to utilize palm oil mill effluent (POME) co-digesting with *Ceratophyllum demersum* for hydrogen and methane production by using the two-stage anaerobic process in both batch and continuous mode. In batch cultivation at the initial organic concentration of 10 g-VS/L, various POME: *C. demersum* mixing ratios (VS Basis) of 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 and 0:10 were investigated under thermophilic (55°C) and mesophilic (35°C) conditions for the first stage and the second stage, respectively. Highest hydrogen production yield of 65.35±3.37 mL-H_2/g-VS_{added} was obtained from POME: *C. demersum*ratio of 9:1 (VS basis), which is 19% and 58% higher than that from single fermentation of POME and *C. demersum*, respectively. Subsequent methane production yield of 360.7±18.0 mL-CH_4/g-VS_{added} was achieved from hydrogenogenic effluent from POME: *C. demersum* ratio of 9:1 (VS basis). The two-stage anaerobic process for continuous hydrogen and methane production was subsequently investigated in the Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) operated under thermophilic (55°C) conditions and Plug Flow Reactor (PFR) operated at ambient condition, respectively. Specific hydrogen yield of 81±1.2 mL-H_2/g-VS_{added} using 10% of VS from *C. demersum* concentration in a mixed-substrate was obtained by operating at hydraulic retention time (HRT) of 2 days and methane yield of 424±4.6 mL-CH_4/g-VS_{added} was obtained by operating PFR at a hydraulic retention time (HRT) of 30 days. Dominant hydrogen-producing bacteria in CSTR were *Clostridium* sp. and *Enterobacte*r sp. Existance of *Weissella* sp., *Leuconostoc* sp. and *Lactobacillus* sp. could possibly cause lowering hydrogen production. Meanwhile, PFR broth was dominated with methanogens of *Methanocorpusculum* sp., *Methanothrix* sp. and *Methanoregula* sp. Hydrogen and methane yields of 4.13 L-H_2/ $L_{substrate}$ and 23.15 L-CH_4/$L_{substrate}$ satisfactory obtained from the continuous two-stage anaerobic process could be enable potentially for scale-up this two-stage process to the industrial scale. This research work thus demonstrated a novel and feasible approach for co-digesting POME with *C. demersum*to generate valuable gaseous biofuel, mixed hydrogen-methane gas, efficiently.

Prince of Songkla University Pattani Campus