

ผลของอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทนและปริมาณสารยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนในถังหมักขยะเศษอาหารแบบไร้อากาศชนิด 2 ถัง

Effect of Organic Loading Rate on Methane Production and Methane Production Inhibitors in Food Waste using a Two-stage Digester

ปฐิม บำเรอพงศ์,^{1*} เพชร เพ็งชัย,² มณีรัตน์ องค์กรวรรณี³

Purim Bumrerpong,^{1*} Pech Penchai,² Maneerat Ongwandee³

Received: 1 March 2013 ; Accepted: 30 May 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์และชนิดสารยับยั้งที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทนจากเศษอาหารด้วยถังหมักแบบไร้อากาศชนิด 2 ขั้นตอน ระบบประกอบด้วยถังหมักกรดมีปริมาตรการหมัก 20 ลิตร และถังหมักสร้างก๊าซปริมาตรการหมัก 72 ลิตร ดำเนินระบบด้วยระยะเวลาเก็บกัก 35 วัน ด้วยอัตราการป้อนสารอินทรีย์ 3 ค่า คือ 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมชีโอดี/ลิตร/วัน ส่วนสารยับยั้งที่ทำการตรวจวัดมีอยู่ 3 ชนิด คือ ฟอสเฟต ซัลเฟต และแอมโมเนีย ผลการศึกษาพบว่าตลอดการทดลองปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมีค่าระหว่าง 0.50-1.50 กรัม/วัน ฟอสเฟตมีค่าระหว่าง 279.25-466.08 มิลลิกรัม/ลิตร ซัลเฟตมีค่าระหว่าง 249.93-492.50 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียมีค่าระหว่าง 1,803.40-3,632.70 มิลลิกรัม/ลิตร โดยกรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ เท่ากับ 5,000 มิลลิกรัมชีโอดี/ลิตร/วัน ระบบมีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุดเท่ากับ 1.50 กรัม/วัน ซึ่งสูงกว่ากรณีอื่น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราการเกิดก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเสมอไป เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารยับยั้งกับอัตราการเกิดก๊าซมีเทน สันนิษฐานได้ว่าอัตราการเกิดก๊าซมีเทนที่ลดลงเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนสารอินทรีย์นั้นอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณของซัลเฟตซึ่งเป็นสารยับยั้งชนิดหนึ่งในระบบ

คำสำคัญ: ถังหมักแบบไร้อากาศชนิด 2 ถัง อัตราการป้อนสารอินทรีย์ ขยะเศษอาหาร สารยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of organic loading rate (OLR) and methane production inhibitors on the methane production rate from food waste digestion. The digestion system consisted of a two-stage anaerobic reactor, 20 L acid digestion tank and a 72 L biogas production tank combined with the biogas collection equipment. The reactor was operated at a hydraulic retention time (HRT) of 35 days with different OLRs of 2,500 5,000 and 10,000 mgCOD/L/day respectively. The methane production inhibitors including phosphate, sulphate, and ammonia were monitored. The result indicated that the methane production rate reached 0.50-1.50 g/day, and phosphate was 279.25-466.08 mg/L, sulphate was 294.93-492.50 mg/L and ammonia was 1,803.40-3,632.70 mg/L. At 5,000 mg COD/L/day of OLR, highest methane production rate (1.50 g/L) was observed. It was noted that OLR values did not vary directly with methane production rates. The relationship between methane production inhibitors and methane production rate was examined. The decreasing of the methane production rate, when the OLR increased, might result from an increase of sulphate.

Keyword: two-stages anaerobic reactor, organic loading rate, food waste, methane production inhibitors

^{1*} นักศึกษาปริญญาโท, ^{2,3} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150 Email:

^{1*} Master degree Student, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Email: golfy-a04@hotmail.com,

^{2,3} Assistant Professor, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

บทนำ

งานวิจัยการผลิตก๊าซชีวภาพได้รับความสนใจทั้งในประเทศและต่างประเทศเนื่องจากโลกในยุคปัจจุบันกำลังเผชิญปัญหาพลังงานและปัญหาการจัดการขยะที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นทำให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพถูกนำมาใช้ในการจัดการขยะและผลิตพลังงานทดแทนเพื่อแก้ปัญหาภาวะ และเพิ่มแหล่งพลังงานอีกทั้งยังช่วยเพิ่มปุ๋ยชีวภาพที่มีคุณภาพ

งานวิจัยหลายเรื่องทำการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตก๊าซมีเทนโดยใช้ขยะจากเศษอาหาร อาริยา วิริชวรกร¹ ทำการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยวิธีการย่อยสลายในถังหมักแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน พบว่าที่ค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ 5,000 มก. ซีโอดี/ล./วัน ระยะเวลาที่เก็บ 35 วัน ระบบสามารถลดปริมาณความสกปรกคิดเป็นค่าซีโอดีได้สูงสุดถึง 90.1% และผลิตก๊าซชีวภาพโดยรวมเท่ากับ 31.2 ลิตร/วัน มีสัดส่วนมีเทน 57.3% ของปริมาณก๊าซทั้งหมด จีรสมัย ดลชม² ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการดอินทรีย์ระยะเหยที่ผ่านถังหมักกรดเข้าสู่ถังหมักก๊าซในระบบการหมักแบบสองขั้นตอนพบว่าเมื่อปริมาณกรดอินทรีย์ระยะเหยในระบบเพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซชีวภาพก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วยจนถึงระดับหนึ่ง คือที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) มีปริมาตรของเหลวกรดอินทรีย์ระยะเหยเข้าระบบ 12,109 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงที่สุด 1,118.96 ลิตรต่อวัน มีเปอร์เซ็นต์มีเทนร้อยละ 58.84 Elango และคณะ³ พบว่าค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมในการหมักขยะชุมชนในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 2.9 กก./VS/ลบ.ม./วัน หากค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์มากกว่าหรือน้อยกว่า 2.9 กก. VS/ลบ.ม./วัน อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจะลดลง แต่งานนี้ยังไม่ได้สำรวจว่าหากคิดในแง่อัตราการผลิตก๊าซมีเทนแล้วอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมจะยังคงเป็น 2.9 กก. VS /ลบ.ม./วัน หรือไม่ Kirtane และคณะ⁴ ศึกษาการหมักขยะผลไม้พบว่าค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่ให้ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุดในการหมักขยะเปลือกหับทิมอยู่ที่ 1.5 กก./VS/ลบ.ม./วัน หากค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์มากกว่าหรือน้อยกว่านี้ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนที่ผลิตได้จะลดลง อย่างไรก็ตามในงานวิจัยเหล่านี้ยังไม่ได้อธิบายถึงกลไกที่เกิดขึ้นภายในถังหมักที่เป็นสาเหตุให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ลดลงเมื่อเพิ่มหรือลดค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์จากค่าที่เหมาะสม Strik และคณะ⁵ ได้กล่าวไว้ในบทความวิจัยว่าแอมโมเนียเป็นสารอาหารจำเป็นของแบคทีเรียที่หายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงควรมีในระบบมากกว่า 40-70 มก.ไนโตรเจน/ล. แต่หากมีแอมโมเนียในระบบมากเกินไปปฏิกิริยาย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนก็อาจถูกยับยั้งได้ Jeong และคณะ⁶ ศึกษา

เกี่ยวกับการเกิดสารยับยั้งในกระบวนการย่อยสลายอย่างแบบไม่ใช้ออกซิเจนของระบบถังหมักต่อเนื่อง พบว่าอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเป็น 0.07, 0.13, 0.24, 0.31 และ 0.33 ล.มีเทน/ก.ซีโอดี เมื่อค่าสัดส่วนซีโอดีต่อซัลเฟตเริ่มต้นในระบบเท่ากับ 3.3, 5.0, 6.7, 10 และ 20 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อ COD ตั้งต้นเท่าเดิมค่าซัลเฟตที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนลดน้อยลง Eismann และคณะ⁷ ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร ได้พบว่าฟอสเฟตเป็นสารยับยั้งการสร้างก๊าซชีวภาพในระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนจากมูลสุกร เมื่อความเข้มข้นของฟอสเฟตมีค่าประมาณ 150 มก./ล. จึงสามารถยับยั้งการเกิดก๊าซมีเทนได้

จากข้อสันนิษฐานว่าการลดลงและเพิ่มขึ้นของอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเกิดขึ้นจากการเพิ่มและลดลงของสารยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน (inhibitor) ที่เกิดขึ้นขณะหมักขยะและอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับระยะเวลาที่เก็บ (hydraulic retention time, HRT) ของขยะภายในถังหมักด้วย การศึกษานี้จึงทดลองหมักขยะจากเศษอาหารแบบไร้อากาศที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่างกัน 3 ค่าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลของสารยับยั้งที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทน

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่มีผลต่อปริมาณสารยับยั้งต่อปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ในระบบ

เครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานและการประกอบอาหารจากโรงอาหารคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (วิทยาเขตขามเรียง) ทำการหมักภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในอุปกรณ์หมักแบบสองขั้นตอน (two-stages anaerobic reactor) ดังแสดงใน Figure 1 อุปกรณ์หมักประกอบด้วยถังสร้างกรดขนาด 20 ลิตรจำนวน 1 ถังมี HRT 8 วัน ถังสร้างก๊าซขนาด 72 ลิตรจำนวน 1 ถังดังแสดงใน Figure 1 ใช้มูลวัวสด 20 กก. เป็นเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น มี HRT 28.8 วัน รวมเป็น HRT ตลอดกระบวนการ 36 วัน เริ่มต้นเดินระบบด้วยการป้อนเศษอาหารที่ถังสร้างกรดทุกวันด้วยอัตราการซีโอดีต่อปริมาตรถังหมัก (Organic Loading Rate : OLR) 2,500, 5,000 และ 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. ตามลำดับ เมื่อมีการเติมอาหารในจุดที่ 1 จะเกิดน้ำล้นไหลออกที่ผ่านจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยนำตัวอย่างจากทั้ง 3 จุดนี้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นซีโอดี (COD), กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA), พีเอช (pH), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}), ซัลเฟต (SO_4^{2-}), และแอมโมเนีย (NH_3) ด้วยวิธี Closed reflux, วิธี Titrate, pH Meter, วิธี Ascorbic acid,

วิธี Titrate และวิธี Turbidimetric ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เก็บก๊าซก๊าซชีวภาพที่เกิดในถังสร้างก๊าซโดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำด้วยอากาศแล้ววัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวันจากปริมาณน้ำที่ถูกแทนที่ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นถูกนำไปวัดความเข้มข้นมีเทนด้วยวิธี Gas chromatography (GC/FID)

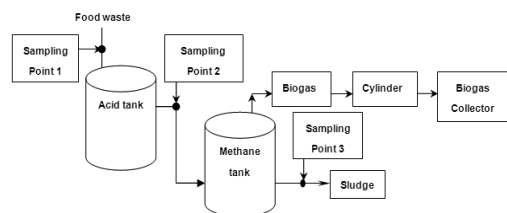


Figure 1 Two-stages anaerobic reactor

ผลการทดลอง

อัตราการเกิดก๊าซมีเทนรายวันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาทดลอง จากการพิจารณาความแตกต่างของความเข้มข้นซีโอดีในน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบพบว่า เมื่อเริ่มเดินระบบซีโอดีในน้ำออกมีค่ามากกว่าน้ำเข้า แสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกเศษอาหารที่ป้อนเข้าระบบยังไม่ได้ถูกย่อยสลาย ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในเริ่มต้นเดินระบบเป็นผลมาจากการย่อยสลายหัวเชื้อที่เดิมไว้ในถังหมักกรดและถังสร้างก๊าซ กรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์มีค่า 2,500 มก.ซีโอดี/ล./ว. เมื่อถึงวันที่ 42 ของการป้อนเศษอาหารเป็นต้นไปค่าซีโอดีในน้ำออกจึงเริ่มน้อยกว่าน้ำเข้า กล่าวได้ว่าก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 42 มาจากการย่อยสลายเศษอาหารที่ป้อนเข้าระบบ ในทำนองเดียวกันพบว่ากรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์เท่ากับ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. (Figure 2) พบว่าเมื่อถึงวันที่ 12 ของการเดินระบบก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมาจากการย่อยเศษอาหารและส่วนกรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์เท่ากับ 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. นั้นพบว่าก๊าซมีเทนจากการย่อยเศษอาหารเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 33 เป็นต้นไป สำหรับความเข้มข้นรายวันของฟอสเฟต ซัลเฟต แอมโมเนีย และ VFA พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาทดลองเช่นกัน ทั้งนี้ดูจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงในกราฟความเข้มข้นรายวัน ไม่สามารถกล่าวได้ว่าสารยับยั้งทั้ง 3 ทำหน้าที่ยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนอย่างชัดเจน (ดูตัวอย่างข้อมูลกรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์เท่ากับ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. ได้ใน Figure 3) ทั้งนี้คาดว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตก๊าซมีเทนในระบบมีมากกว่าหนึ่ง นอกจากความเข้มข้นของสารยับยั้งแล้ว ความไม่คงที่ของการเจริญเติบโตและความสามารถในการย่อยสลายอาหารของจุลินทรีย์ในระบบจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อัตราการเกิดก๊าซมีเทนไม่คงที่

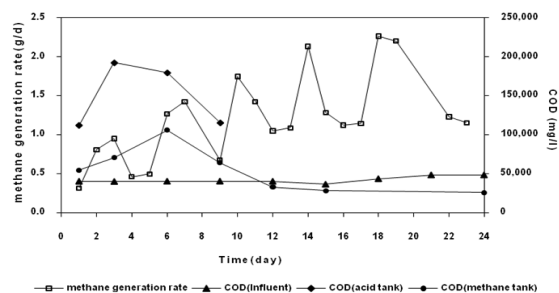


Figure 2 Relationship between COD and methane generation rate at OLR 5,000 mgCOD/l/d

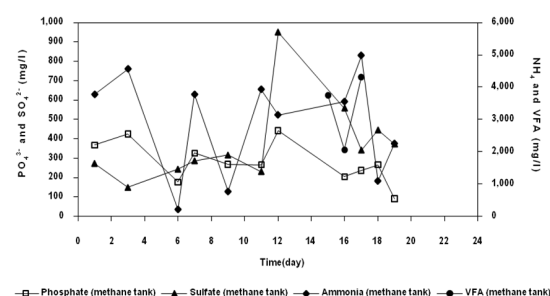


Figure 3 Inhibitors in methane tank at OLR 5,000 mgCOD/l/d

Table 1 แสดงค่าตัวแทนความเข้มข้นของสารต่างๆ สำหรับแต่ละค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ หากจากการนำข้อมูลความเข้มข้นของสารต่างๆตลอดการทดลองมาพล็อตกราฟแจกแจงความถี่เพื่อหาช่วงความเข้มข้นที่มีความถี่ของตัวอย่างมากที่สุด นำตัวอย่างที่จัดอยู่ในช่วงความถี่ดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแล้วใช้เป็นตัวแทนของระบบที่ค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์นั้นๆ

Table 1 Representatives of substances concentration

Parameters	OLR (mgCOD/l/d)		
	2,500	5,000	10,000
Methane (%)	7.4 (5.6-9.4) ^a	15.8 (12.0-23.0) ^a	14.7 (10.4-19.2) ^a
pH	7.24	7.59	7.20
COD ^b (mg/l)	47,200	52,880	75,200
Phosphate ^b (mg/l)	293.6 (131.8-482.7) ^a	279.3 (91.0-442.4) ^a	466.1 (122.4-1,150.6) ^a
Sulfate ^b (mg/l)	492.5 (414.7-595.9) ^a	294.9 (231.2-373.1) ^a	349.0 (82.9-610.7) ^a

Table 1 Representatives of substances concentrations (continue)

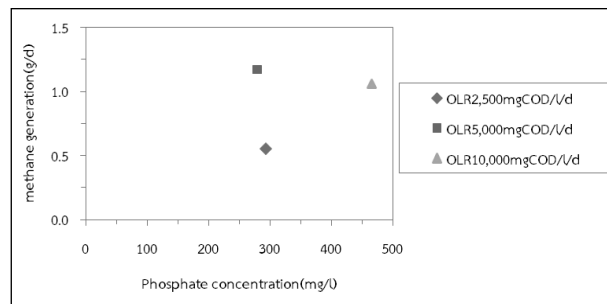
Parameters	OLR (mgCOD/l/d)		
	2,500	5,000	10,000
Ammonia ^b (mg/l)	1,803.4 (539.8-3,430.8) ^a	3,632.7 (3,139.8-3,929.7) ^a	2,386.4 (318.6-5,355) ^a
VFA ^b (mg/l)	1,496 (1,125-1,821) ^a	3,375 (2,063-4,312) ^a	3,382 (3,075-3,594) ^a
Digested COD (g/d) ^b	37.3	35.7	204.3
Methane generation rate (g/d) ^b	0.5 (0.2-0.7) ^a	1.5 (1.0-2.3) ^a	1.3 (0.7-2.5) ^a
Methane (g) / COD (g) ^b ratio	0.013	0.041	0.006
Operating period (day)	47	24	47

^amax – min, ^b The parameter were calculated in period that methane was considered as a result from OLR digestion Concentrations in methane tank

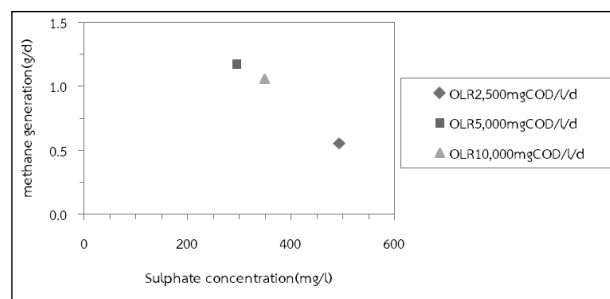
จาก Table 1 เห็นได้ว่าอัตราการผลิตก๊าซมีเทนมีค่าสูงสุด (1.5 กรัม/วัน) ในกรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์เท่ากับ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. เช่นเดียวกับสัดส่วนกรัมมีเทนที่เกิดต่อกรัมซีโอดีที่ถูกย่อยสลายซึ่งมีค่าสูงสุด (0.041) ในกรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ เท่ากับ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยของ อาริยา วิริชวรกร¹ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ค่าสัดส่วนมีเทนต่อซีโอดี และปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนในการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่า ทั้งๆที่เป็นระบบการย่อยสลายเศษอาหารภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอนเหมือนกัน (Table 2)

Table 2 Comparison of the results in this study to the study of Ariya at OLR 5,000 mgCOD/l/d

Parameter means	Ariya (2003)	This study
HRT (day)	35	35
Removal efficiency COD (%)	90.13	33.13
MethaneSTP (l/day)	16.20	3.09
Methane concentrations (%)	57.3	15.8
Methane (g) / COD (g) ratio	0.064	0.041

**Figure 4** Relationship between phosphate concentration and methane generation rate at OLR

จาก Figure 4 ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 5,000 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. มีความเข้มข้นฟอสเฟต 293.6, 279.3 และ 466.1 มก./ล. ตามลำดับ พบว่าที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. มีความเข้มข้นฟอสเฟตสูงสุด แต่เมื่อมีการพิจารณาเกี่ยวกับค่าอัตราการเกิดก๊าซมีเทน พบว่าที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 มีค่าอัตราการเกิดก๊าซมีเทนน้อยที่สุด ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าฟอสเฟตไม่มีผลยับยั้งการเกิดก๊าซมีเทน

**Figure 5** Relationship between sulfate concentration and methane generation rate at OLR

จาก Figure 5 ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 5,000 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. มีความเข้มข้นซัลเฟต 492.5, 294.9 และ 349.0 มก./ล. ตามลำดับ พบว่าที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 มก.ซีโอดี/ล./ว. ความเข้มข้นซัลเฟตมีค่าสูงสุด และยังพบว่ามีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนสารอินทรีย์ค่าอื่น สันนิษฐานได้ว่าสารซัลเฟตอาจมีผลยับยั้งการเกิดก๊าซมีเทน เพื่อเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยของ Jeong และคณะ⁶ ผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นซีโอดีต่อซัลเฟตเริ่มต้นในระบบพบว่าเท่ากับ 28,187.0 32,266.5 และ 52,664.6 ซีโอดี/ซัลเฟต ที่ค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 10,000 5,000 มก.ซี

โอดี/ล./ว. ตามลำดับ ส่วนอัตราการผลิตก๊าซมีเทนในหน่วย ล.มีเทน/ก.ซีโอดีนั้น มีค่า 0.46 0.34 0.20 ล.มีเทน/ก.ซีโอดี ที่ค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ 5,000 2,500 และ 10,000 ตามลำดับ จากผลดังกล่าวพบว่าหาก COD ตั้งต้นเท่าเดิม ค่าซีลเฟดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนลดลง สอดคล้องกับที่พบในงานวิจัยของ Jeong และคณะ⁶ โดยกลไกการยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนนั้นเกิดจากการที่ในระบบมีความเข้มข้นซีลเฟดมากเกินไปจนทำให้ sulfate reducing bacteria มีจำนวนมากจนไปแย่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทน

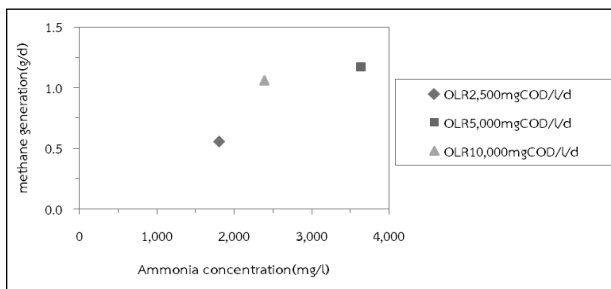


Figure 6 Relationship between ammonia concentration and methane generation rate at OLR

จาก Figure 6 ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2,500 5,000 10,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. แอมโมเนียมีค่า 1,803.4, 3,632.7 และ 2,386.4 มก./ล. ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นแอมโมเนียแปรผันตรงกับอัตราการเกิดก๊าซมีเทน แสดงว่าแอมโมเนียในระบบนี้ไม่ส่งผลกระทบหรือมีแนวโน้มเป็นสารยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน

จากผลข้างต้นกล่าวได้ว่าค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ ที่เหมาะสมในการหมักขยะเศษอาหารในกรณีนี้คือ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. การใช้ค่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ ที่มากกว่าหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้ทำให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลสารยับยั้งที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทนจากเศษอาหารด้วยถังหมักแบบไร้อากาศชนิด 2 ขั้นตอนพบว่าฟอสเฟตและแอมโมเนียไม่แสดงผลยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนในขณะที่ซีลเฟดแสดงผลยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนเมื่อมีความเข้มข้นในระบบเพิ่มขึ้นจาก 295 เป็นมากกว่าหรือเท่ากับ 492 มก./ล. กรณีที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์เท่ากับ 5,000 มก.ซีโอดี/ล./ว. ระบบมีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุดเท่ากับ 1.17 ก./ว. ซึ่งสูงกว่ากรณีอื่น ซึ่งให้เห็นว่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราการเกิดก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเสมอไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อภิญญา อ่อนสาร มรุตา กัลยาสน์ และ พิษญา นวลดี ในการวัดค่า ฟอสเฟต ซีลเฟด และ แอมโมเนีย ชีรนนท์ คะบุตร ในการสร้างอุปกรณ์ในการทดลอง และโรงพยาบาลคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (วิทยาเขตขามเรียง) สำหรับขยะเศษอาหารที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. อาริยา วิจิตรกร. การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษ อาหาร โดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2546.
2. จีรสมัย ดลชม. การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการดอินทรีย์ระเหยในระบบถังหมักแบบสองขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร; 2551.
3. Elango D, Pulikesi M, Baskaralingam P, Ramamurthi V, Sivanesan S. Production of biogas from municipal solid waste with domestic sewage. Journal of Hazardous Materials 2007;141:301-4.
4. Kirtane RD, Suryawanshi PC, Patil MR, Chaudhari AB, Kothari RM. Optimization of organic loading rate for different fruit wastes during biomethanization. Journal of scientific & Industrial Research 2009;68:252-5.
5. Strik DPBTB, Domnanovich AM, Holubar P.A pH-based control of ammonia in biogas during anaerobic digestion of artificial pig manure and maize silage. Process Biochemistry 2006;41:1235-8.
6. Jeong TY, Chung HK, Yeom SH, Choi SS. Analysis of methane production inhibition for treatment of sewage sludge containing sulfate using an anaerobic continuous degradation process. Korean J Chem Eng 2009;26(5):1319-22.
7. Eismann F, Glindemann D, Bergmann A, Kusch P. Effect of Free Phosphine on Anaerobic Digestion. Wat Res 1997;31(11):2771-4.