การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

1 ที่มาและปัญหา

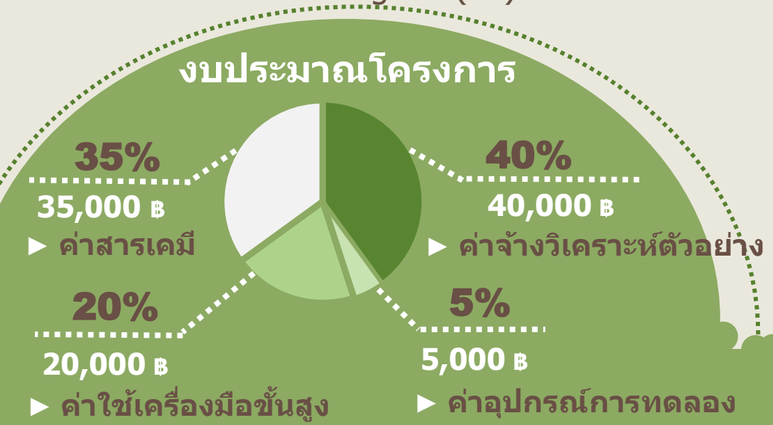
- ระบบก๊าซชีวภาพ**ไม่สามารถดำเนินการได้ต่อเนื่อง**
- ไม่มีการควบคุมระบบที่ถูกต้อง **ผ้าใบฉีกขาดมากว่า 7 ปี**
- **ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อย**สลายโมเลกุลขนาดใหญ่ ให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดแก๊ส

ช่วงที่ 1 ปรับปรุงระบบเดิม (งานที่ทำในระยะที่ 1)

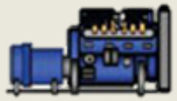
- ดูดตะกอนจากบ่อหมักสภาวะกรดและบ่อหมักก๊าซชีวภาพ
- ใส่จุลินทรีย์จากบ่อหมักสภาวะกรดและบ่อหมักก๊าซชีวภาพ
- เก็บผลการเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยง่าย
- ทำการทดลองแบบกะระดับห้องปฏิบัติการ

ช่วงที่ 2 (งานที่ทำในระยะที่ 2)

- ติดตั้งผ้าคลุมบ่อก๊าซชีวภาพ
- เดินระบบ Covered Lagoon (CL) อีกครั้ง



2 วัตถุประสงค์



- เพื่อลอกตะกอนเดิมในบ่อหมักสภาวะกรดและนำจุลินทรีย์มาเติม
- เพื่อนำตะกอนสะสมในบ่อหมักก๊าซและเติมจุลินทรีย์ใหม่
- เพื่อกำจัดกลิ่นเหม็นจากมูลสุกรที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน โดยรอบฟาร์ม มทส โดยเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยง่าย
- เพื่อบำบัดน้ำเสียจากมูลสุกรก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

4 ประโยนช์คาดว่าจะได้รับ

- สร้างระบบก๊าซชีวภาพให้สามารถดำเนินงานผลิตก๊าซชีวภาพได้อีกครั้ง
- ได้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ
- ลดกลิ่นมูลสุกร ลดปัญหาเรื่องกลิ่นที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนรอบข้าง ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ส่งเสริมภาพลักษณ์ตามนโยบาย GREEN AND CLEAN UNIVERSITY

3 วิธีการทดลอง

1. ทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการทำงานก๊าซชีวภาพระบบ CL ปัจจุบัน
2. เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียมูลสุกร
3. ทำการทดสอบพารามิเตอร์สำหรับการวิจัยสำหรับการทดลองแบบกะ ระยะเวลา 6 เดือน
4. หาระยะเวลาการกักเก็บ

5. สรุปผลการทดลองจากค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์และระยะเวลาการกักเก็บ
6. นำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองแบบกะ ไปควบคุมระบบ CL ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยฯ

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

1 ดูดกากตะกอนออกจากบ่อตกตะกอนทั้ง 2 บ่อ

2 ขุดบ่อหมักสภาวะกรดปริมาตร 113.33 m^3

3 สร้างระบบจำลองแบบกะ หากรดไขมันระเหยง่าย และองค์ประกอบก๊าซ

VFAs เริ่มต้น 1,688 mg/l

VFAs 2,000 mg/l : HRT 1 วัน

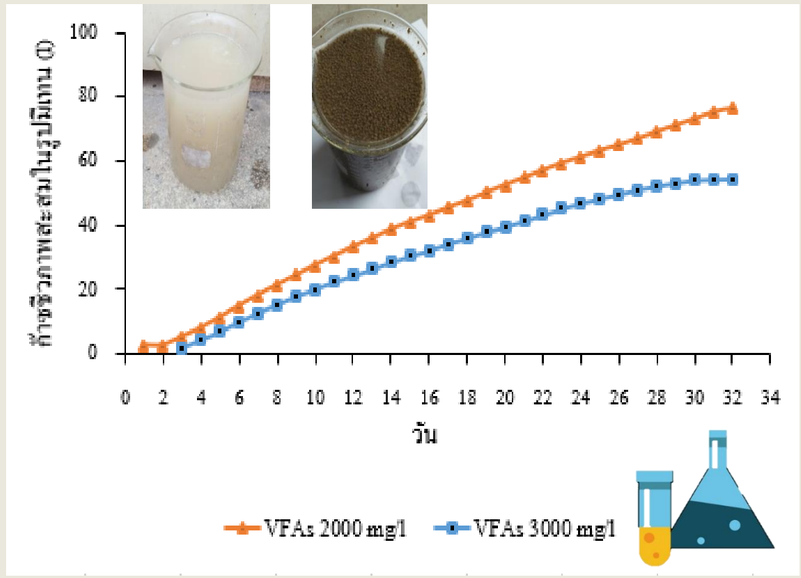
VFAs 3,000 mg/l : HRT 3 วัน

บ่อตกตะกอน (ปัจจุบัน)

บ่อหมักก๊าซชีวภาพ (ปัจจุบัน)

4 ปริมาณมีเทนที่กรดไขมันระเหย 2,000 mg/l และ 3,000 mg/l

Acid Forming Bacteria Methanogenic Bacteria



ปริมาณ VFAs (mg/l)	OLR (Kg/m^3)	$COD_{เข้า}$ (mg/l)	$COD_{ออก}$ (mg/l)	ปริมาณมีเทน (m^3/kg.SCOD Removal)
2,000	15.82	20,266	1,290	12.19
3,000	16.02	20,266	1,610	8.87

- VFAs 2,000 mg/l มีเทนต่อน้ำมูลสุกร 12.19 m^3/kg.SCOD Removal

- VFAs 3,000 mg/l มีเทนต่อน้ำมูลสุกร 8.87 m^3/kg.SCOD Removal

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

ลอกตะกอนเดิมในบ่อหมักกรดและนำจุลินทรีย์มาเติมอีกครั้ง

ก่อนก่อสร้างบ่อหมักสภาวะกรด

ก่อสร้างบ่อหมักสภาวะกรดและเติมจุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรด

นำตะกอนสะสมในบ่อหมักก๊าซและเติมจุลินทรีย์ใหม่

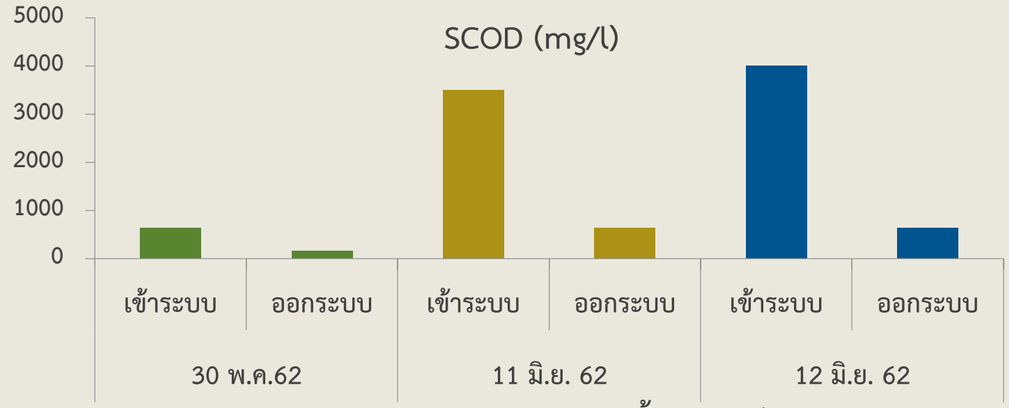
ก่อนเปลี่ยนผ้าใบและไม่มีการเติมจุลินทรีย์ในกลุ่มผลิตมีเทน

หลังเปลี่ยนผ้าใบและเติมจุลินทรีย์ในกลุ่มผลิตมีเทน

เพื่อกำจัดกลิ่นเหม็นจากมูลสุกรที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบฟาร์ม มทส. โดยเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยง่าย

จุลินทรีย์กลุ่มผลิตกรดย่อยสารอินทรีย์ → VFAs 2,000 mg/l → OLR 2.11 Kg.COD/m^3-day → F/M ratio 0.5 day^{-1} → เข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพลดปัญหากลิ่น

บำบัดน้ำเสียจากมูลสุกรก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

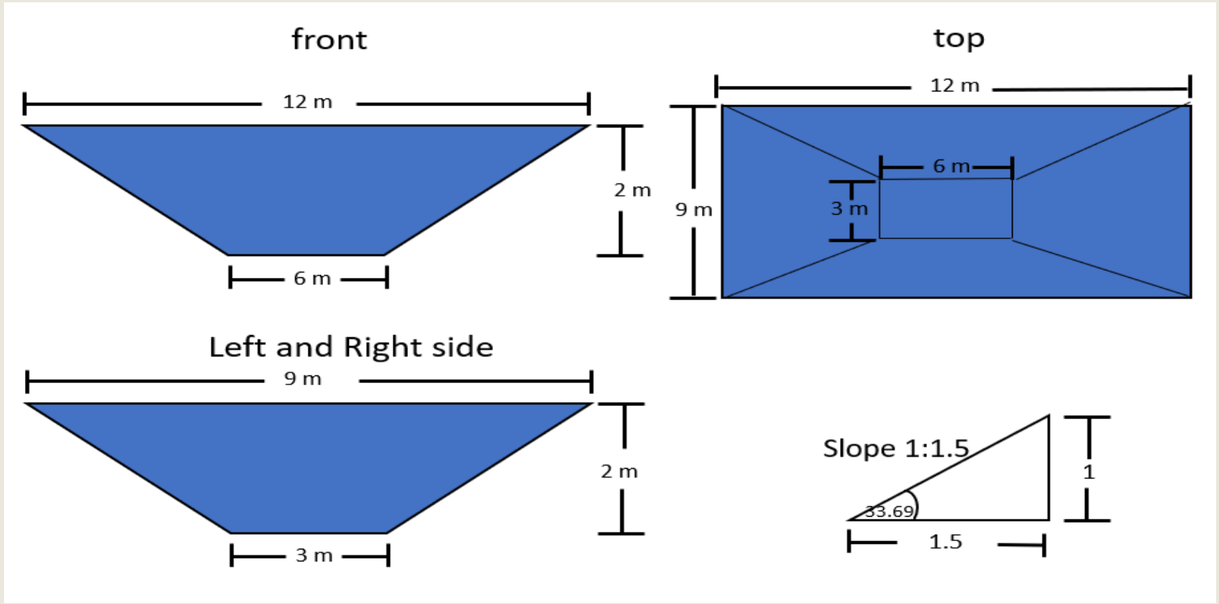


ประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 3 ครั้งจากฟาร์ม มทส. พบว่า การกำจัด SCOD ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพอยู่ที่ 75.0% 81.7% และ 84.0% ค่า ค่า SCOD ที่ออกจากระบบจะเข้าสู่ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งเพื่อจะกำจัดพารามิเตอร์ให้ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

การออกแบบระบบบ่อหมักกรด



การคำนวณ

กำหนดความลึก 2 m ขนาดบ่อ 9*12 m ใช้ความลาด 1:1.5

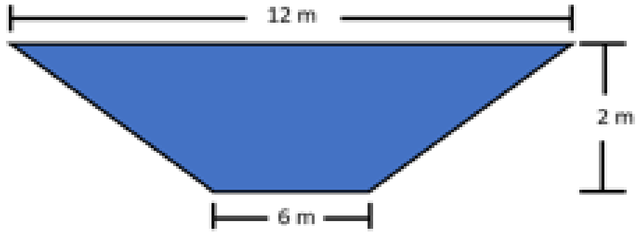
พื้นที่ปากบ่อ = 12*9 = 108 m^2
พื้นที่ก้นบ่อ = 6*3 = 18 m^2
พื้นที่ของบ่อ = พื้นที่ปากบ่อ + พื้นที่ก้นบ่อ + squareroot(พื้นที่ปากบ่อ x พื้นที่ก้นบ่อ)
= 108+18+44.09
= 170 m
ปริมาตรบ่อ = (พื้นที่บ่อ * ความสูง)/3
= (170*2)/3
= 113.33 m^3

การออกแบบบ่อหมักกรดออกแบบเพียงพอเพื่อรองรับการเกิดมูลน้ำสุกรที่เกิดขึ้นภายในฟาร์มสุกรขนาด 10 m^3/day โดยลักษณะการออกแบบจะใช้เป็นบ่อสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านบนขนาด 9 m x 12 m x 2 m โดยใช้อัตราความลาดเอียงของบ่อ 1:1.5 ซึ่งพื้นที่ก้นบ่อมีความกว้าง 3 m ความยาว 6 m โดยได้ทำการปูแผ่นพลาสติกเพื่อรองรับย้ำป้องกันการซึมของบ่อลงสู่ดิน โดยใช้แผ่น PE ที่นำมาต่อกันให้ได้ความกว้าง 12 เมตรความยาว 16.7 m เพื่อรองก้นบ่อและสามารถรองรับน้ำมูลสุกรได้สูงสุด 113.33 m^3 ก่อนที่จะนำน้ำมูลสุกรที่อยู่ในส่วนของบ่อหมักกรดนี้ เข้าสู่ระบบหมักก๊าซชีวภาพ

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

การคิดพื้นที่ผ้าใบ

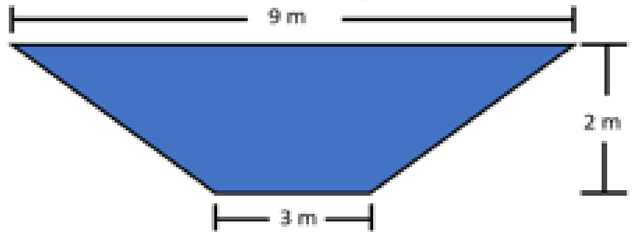


พื้นที่เฮือง $=\sqrt{3^2+2^2}$

$= 3.61$

พื้นที่ด้านหน้า = 6+3.61+3.61 = 13.2 m

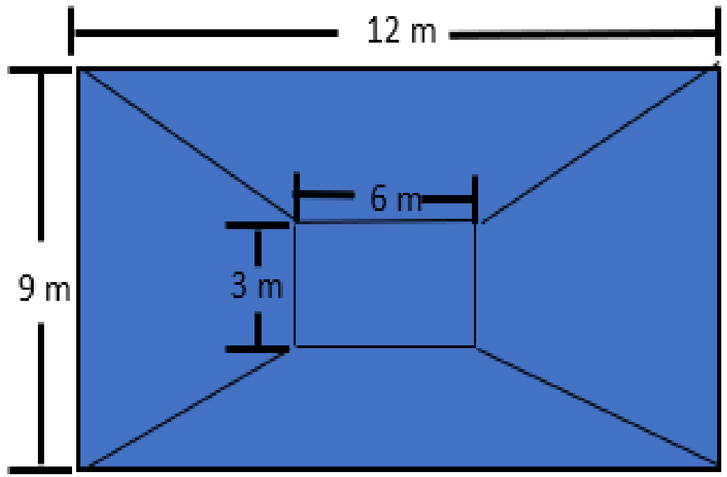
Left and Right side



พื้นที่เฮือง $=\sqrt{3^2+2^2}$

$= 3.61$

พื้นที่ด้านข้าง = 3+3.61+3.61 = 10.2 m



พื้นที่ด้านข้าง = 3+3.61+3.61 = 10.2 m

พื้นที่ผ้าใบด้านข้าง =พื้นที่ด้านข้าง+พื้นที่ผ้าใบขอบ

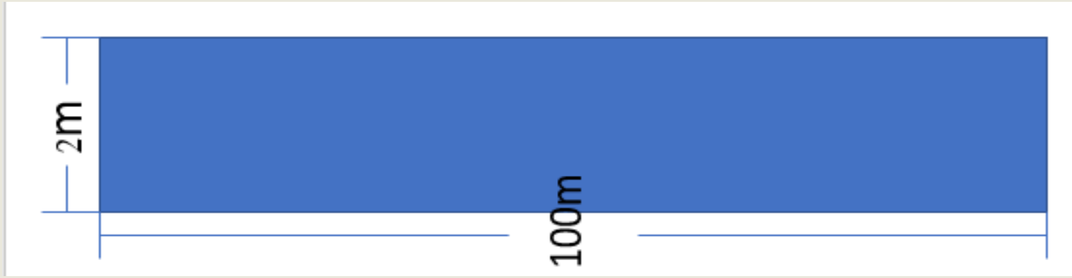
= 10.2 + 1 +1 = 12.2 m

พื้นที่ด้านหน้า = 6+3.61+3.61 = 13.2 m

พื้นที่ผ้าใบด้านข้าง =พื้นที่ด้านข้าง+พื้นที่ผ้าใบขอบ

= 13.2 + 1 +1 = 15.2 m

การตัดและต่อผ้าใบ



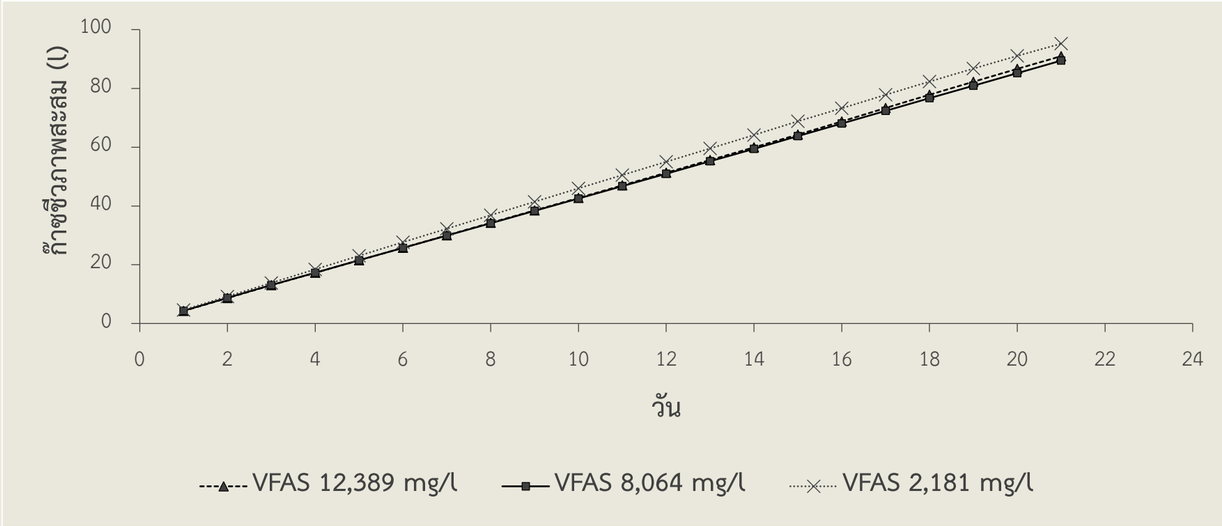
ผ้าใบเดิมกว้าง 2 m ยาว 100 m ตัดผืนตามความยาวผืนละ 16 m 70 cm จะได้ทั้งหมด 6 ผืน นำแนวยาวปะต่อกันทั้งหมด 6 ผืน จะได้ผ้าใบขนาด 12 m x 16.7 m

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

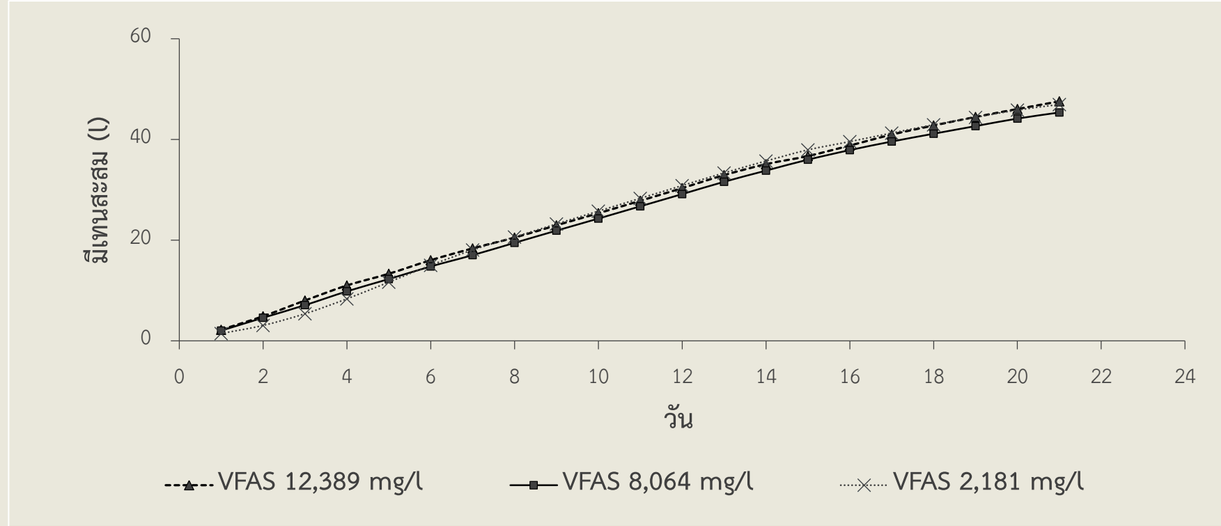
ผลการทดลองครั้งที่ 1

รูปที่ 1.1 ปริมาณก๊าซชีวภาพ ของ HRT 21 วัน ซึ่งมีค่า OLR = 5.18 5.09 และ 4.21 Kg/m^3-day ที่อยู่ในช่วง VFAs ต่างกัน



ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม และก๊าซชีวภาพสะสมในรูปของมีเทน มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดไขมันระเหย (VFAs) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่สูงสุดจะอยู่ที่ลักษณะชุดที่ 3 (VFAs=2,181 mg/l) ปริมาณสะสมใน 21 วันอยู่ที่ 95.23 ลิตร

รูปที่ 1.2 มีเทนสะสมต่อวันของ HRT 21 วัน ซึ่งมีค่า OLR = 5.18 5.09 และ 4.21 Kg/m^3-day ที่อยู่ในช่วง VFAs ต่างกัน



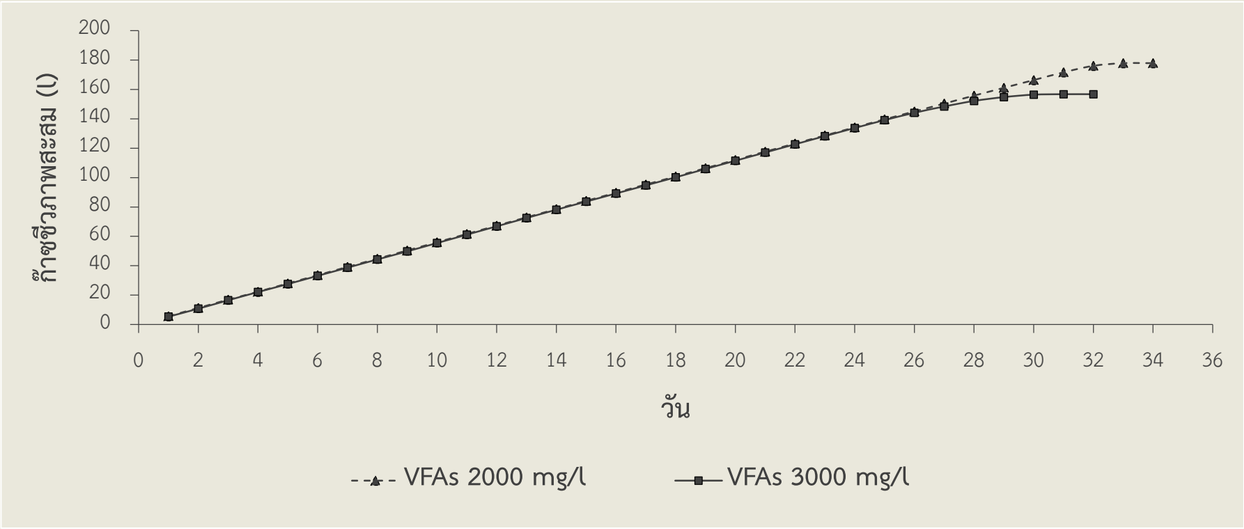
ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซชีวภาพในรูปของมีเทนสูงสุดที่ VFAs = 12,389 mg/l เห็นได้ว่าผลของมีเทนมีความใกล้เคียงกันระหว่าง VFAs = 12,389 mg/l กับ VFAs = 2,181 mg/l ดังนั้นในช่วง VFAs ที่ควรเลือกนำมาใช้คือ ช่วง 2,181 mg/l เนื่องจากเป็นช่วงของ VFAs ที่ทำให้เกิดปริมาณก๊าซชีวภาพได้สูงสุด

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

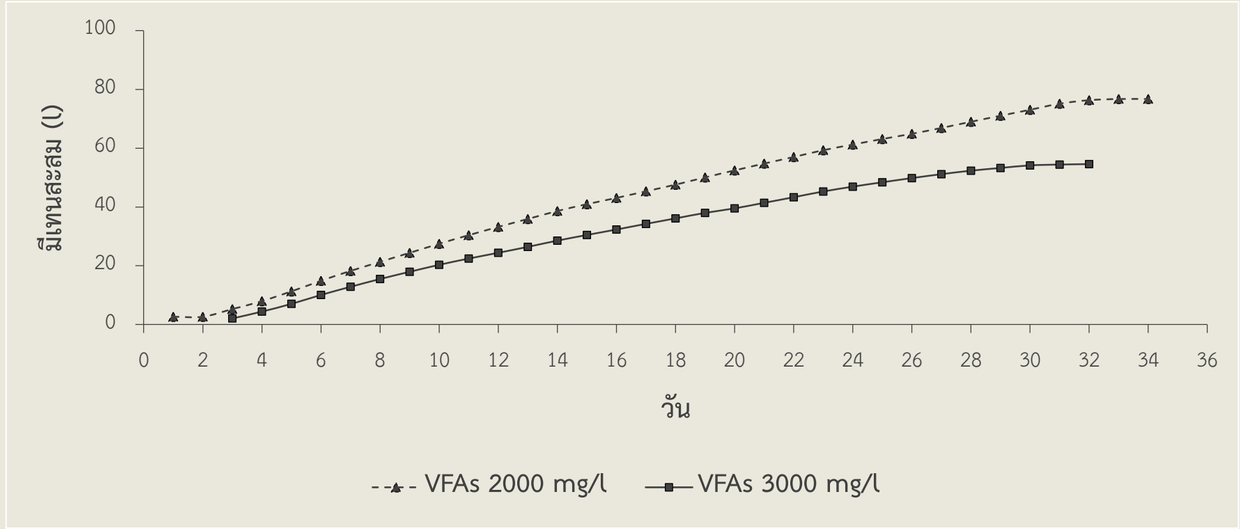
ผลการทดลองครั้งที่ 2

รูปที่ 2.1 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม โดยการทดลองการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพที่อยู่ในช่วง VFAs ต่างกันที่ 2,000 mg/l และ 3,000 mg/l



จะเห็นแนวโน้มของปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อค่า VFAs ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าแนวโน้มที่มีผลในการเกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือ VFAs = 2,000 mg/l ซึ่งมีปริมาณก๊าซชีวภาพเป็นเส้นแนวโน้มสูงที่สุดเมื่อเทียบกับ VFAs = 3,000 mg/l จาก HRT = 32 วัน

รูปที่ 2.2 มีเทนสะสมต่อวันของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาในการทดลองแบบกะ อยู่ในช่วง VFAs ต่างกันที่ 2,000 mg/l และ 3,000 mg/l



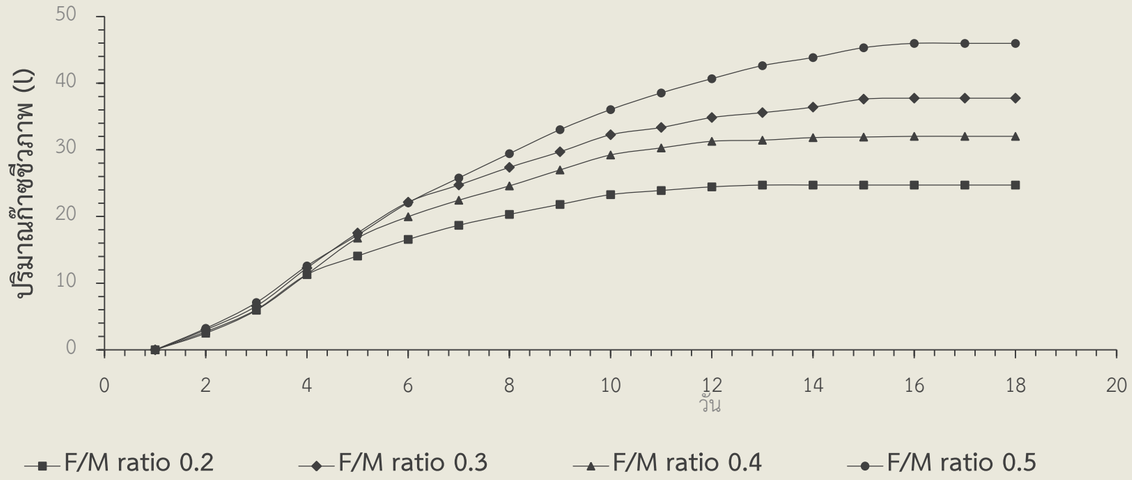
จะเห็นแนวโน้มของปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อค่า VFAs ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซชีวภาพในรูปของมีเทนสูงสุดที่ VFAs = 2,000 mg/l สรุป VFAs ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรคือที่ 2,000 mg/l

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปรับปรุง ระบบก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียมูลสุกรในฟาร์ม มทส. ระยะที่ 1

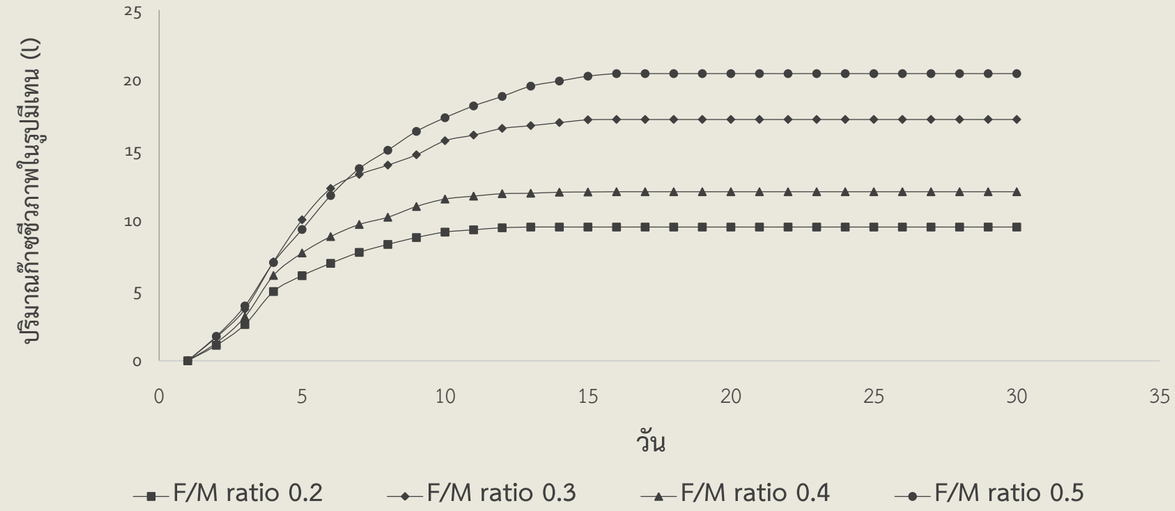
ผลการทดลองครั้งที่ 3

รูปที่ 3.1 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม โดยการทดลองการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพที่อยู่ในช่วง F/M = 0.2 0.3 0.4 และ 0.5



การทดลองการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพที่อยู่ในช่วง F/M = 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 มีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่สูงสุดจะอยู่ที่ปริมาณ F/M = 0.5 ปริมาณสะสมใน 30 วันอยู่ที่ 45.96 ลิตร เป็นปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด

รูปที่ 3.2 มีเทนสะสมต่อวันของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาการทดลองแบบกะ โดยการทดลองอยู่ในช่วง F/M = 0.2 0.3 0.4 และ 0.5



แนวโน้มของปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อค่า F/M_{ratio} ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าแนวโน้มที่มีผลในการเกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดคือ F/M = 0.5 ซึ่งมีปริมาณก๊าซชีวภาพเป็นเส้นแนวโน้มสูงที่สุดเมื่อเทียบกับค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ค่าอื่นๆที่ทำการเปรียบเทียบ จาก HRT 30 วัน

ผศ.ดร.นิตยา บุญเทียน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลองครั้งที่ 3 (ต่อ)

ตารางที่ 3.1 สรุปอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพต่อปริมาณ COD ที่เปลี่ยนไปในเป็นก๊าซชีวภาพ และประสิทธิภาพของระบบ

ชุดการทดลอง	HRT (day)	OLR (Kg COD /m^3-day)	COD เข้า (mg/l)	COD ออก (mg/l)	มีเทนสะสม(l)	ปริมาณมีเทน (m^3/kg.SCOD Removal)	COD removal (%)
F/M 0.2	18	1.39	2880.00	462.22	9.53	1.97	85.20
F/M 0.3	18	1.72	3,146.67	791.11	17.20	3.65	74.86
F/M 0.4	18	1.95	3,413.33	506.67	12.04	2.07	85.15
F/M 0.5	18	2.11	3,413.33	782.22	20.46	3.89	77.08

การคำนวณ

$$\text{ก๊าซมีเทน:SCOD:มูลสุกร} = \frac{\text{ก๊าซมีเทนสะสม } \boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{SCOD}\left(\frac{\boldsymbol{mg}}{\boldsymbol{l}}\right) \boldsymbol{x} \text{ น้ำมูลสุกร } \boldsymbol{l}}$$

$$\text{ก๊าซมีเทน:SCOD:มูลสุกรที่ VFAs 2,000 mg/l} = \frac{\mathbf{0.076335}\ \boldsymbol{m^3}}{\mathbf{18{,}976}\left(\frac{\boldsymbol{mg}}{\boldsymbol{l}}\right) \boldsymbol{x}\ \mathbf{0.33}\ \boldsymbol{l}}$$

$$= 12.19\ m^3 / \text{kg·SCODRemoval}$$

$$\text{ก๊าซมีเทน:SCOD:มูลสุกรที่ VFAs 3,000 mg/l} = \frac{\mathbf{0.0546235}\ \boldsymbol{m^3}}{\mathbf{18{,}656}\left(\frac{\boldsymbol{mg}}{\boldsymbol{l}}\right) \boldsymbol{x}\ \mathbf{0.33}\ \boldsymbol{l}}$$

$$= 8.87\ m^3 / \text{kg·SCODRemoval}$$