

การศึกษาผลของศักยภาพการย่อยสลายทำให้เกิดก๊าซมีเทน ของผักตบชวา ร่วมกับน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด

ธนพล แสงสว่าง¹, หาญพล พึ่งรัมย์¹, อีระศักดิ์ หุดากร² และ ไพรัช อุศุภรัตน์¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเคมี สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาเครื่องกล

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

thanapon_sman911@hotmail.com

บทคัดย่อ

ผักตบชวา (water hyacinth) เป็นพืชน้ำล้มลุก มีลำต้นสั้นแตกใบเป็นกอลอยไปตามน้ำ ถ้าน้ำตื้นก็จะหยั่งรากลงดิน สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในแม่น้ำลำคลอง ปัจจุบันปัญหาใหญ่ที่เกิดจากผักตบชวา คือ มีการขยายพันธุ์แพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผักตบชวาเป็นพืชที่มีความขึ้นสูง มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์จำพวกคาร์โบไฮเดรต และใบผักตบชวามีโปรตีนสูง มีสัดส่วนของแข็งระเหยได้ ร้อยละ 80-86 ของน้ำหนักแห้ง ผักตบชวาขนาดพื้นที่ 1 ไร่ ที่รอบการเจริญเติบโต 1 ปี หากพิจารณานำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ อาจสามารถให้ก๊าซมีเทนประมาณ 4,200 ลบ.ม.หรือทดแทน LPG ได้ประมาณ 2,100 กิโลกรัม/ไร่/ปี

การศึกษาและค้นคว้าในงานวิจัยฉบับนี้ ได้นำสภาพปัญหาของผักตบชวา และน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม บวกกับแนวโน้มการใช้ LPG ภาคครัวเรือนที่มีราคาสูงขึ้นตามกลไกตลาด จึงมุ่งหมายศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพการเกิดก๊าซมีเทนที่ได้จากกระบวนการหมัก ผักตบชวาร่วมกับน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด ภายใต้สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic digestion) โดยการออกแบบการศึกษา และสร้างระบบหมักย่อยแบบถังเดียว โดยใช้ถังพลาสติก ขนาด 20 ลิตร ต่อเข้ากับชุดเก็บก๊าซที่สามารถอ่านปริมาณก๊าซที่ได้ ด้วยวิธีการแทนที่น้ำ (Fluid Displacement) พร้อมกำหนดขอบเขตของ ผักตบชวาและน้ำทิ้งที่นำมาใช้ศึกษาครั้งนี้ คือ ส่วนลำต้นของผักตบชวาสับละเอียด และน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด ที่มีค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ระหว่าง 40,000-45,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH 6.6-7 เริ่มต้นกระบวนการหมักแบบกะ (Batch fermentation) เดิมวัดจุดดับครั้งเดียว ทำการบันทึกข้อมูลกายภาพในการย่อยสลายให้เกิดมีเทน รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือแก๊สไข่เน่า พร้อมวิเคราะห์ศักยภาพก๊าซมีเทนจากอัตราส่วนที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาการหมัก (ผักตบชวา:น้ำเสีย) ในถังพลาสติก 20 ลิตร จำนวน 6 อัตราส่วน ดังนี้ 4:1, 2:1, 1:1, 0:1, 1:0 และ 1:2 โดยการหมักย่อยที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน แบบถังเดียว (Single-stage digester) พร้อมกัน ควบคุมอุณหภูมิที่ 35 ± 1 °C เป็นเวลา 50 วัน พบว่าที่อัตราส่วน 2:1 ให้ปริมาณก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดเฉลี่ย คือ 4.05 ลิตร โดยสามารถให้อัตราการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 50.3 อัตราการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยร้อยละ 37.4 ก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยร้อยละ 0.8 และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เฉลี่ย 4546 ppm ในวันที่ 50 โดยมีก๊าซชีวภาพสูงที่สุดในวันที่ 6 คือ 0.68 ลิตรต่อวัน และพบว่าที่อัตราส่วน 1:1 มีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 61.1 ในวันที่ 44 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผักตบชวาสามารถนำมาใช้ในการหมักร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพได้ทางหนึ่ง

คำสำคัญ: ผักตบชวา, การหมักที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน, ก๊าซชีวภาพ

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาใหญ่ที่พบในแม่น้ำลำคลองคือ ผักตบชวา เพราะผักตบชวาเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม มีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตในน้ำ การคมนาคมทางน้ำ และชาวบ้านที่อาศัยอยู่ตามริมแม่น้ำลำคลอง ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างมีระบบ ผักตบชวาเป็นพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ที่มีทุนลอยสามารถอยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล ผักตบชวา 1 ต้น สามารถให้เมล็ดได้ถึง 5,000 เมล็ด ในส่วนเมล็ดของผักตบชวา เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะมีชีวิตได้นานถึง 15 ปี การขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อของผักตบชวา 2 ต้น สามารถแตกใบและเจริญเติบโตเป็นต้นได้ถึง 30 ต้น ภายในเวลา 20 วัน หรือเพิ่มน้ำหนักขึ้น 1 เท่าตัว ภายใน 10 วัน ผักตบชวาจะเจริญเติบโตสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายน และมีการเจริญเติบโตต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม จึงเป็นเหตุที่ทำให้ผักตบชวาแพร่ระบาดอย่างรุนแรงก่อให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม [1] ให้ข้อมูลของผักตบชวา เป็นพืชที่มีความชื้นสูง มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์จำพวกคาร์โบไฮเดรต และใบผักตบชวามีโปรตีนสูง มีสัดส่วนของแข็งระเหยได้ ร้อยละ 80-86 ของน้ำหนักแห้ง ผักตบชวามีพื้นที่ 1 ไร่ ที่รอบการเจริญเติบโต 1 ปี หากพิจารณา นำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ อาจสามารถให้ก๊าซมีเทนประมาณ 4,200 ลบ.ม.หรือทดแทน LPG ได้ประมาณ 2,100 กิโลกรัม/ไร่/ปี

การบำบัดและปรับปรุงประสิทธิภาพของน้ำทิ้งอุตสาหกรรม มีหลายหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ในส่วนของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน หากต้องการบำบัดและปรับปรุงประสิทธิภาพองค์ประกอบของน้ำทิ้งบางส่วน โดยการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง ด้วยกระบวนการหมักย่อยที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน อาจทำให้สารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง ถูกย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) และแปรสภาพเป็นก๊าซได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

การศึกษาและค้นคว้าในงานวิจัยฉบับนี้ จึงได้เล็งเห็นถึงการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ เป็นทางเลือกในการลดการใช้เชื้อเพลิงชนิดก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ระดับครัวเรือน โดยใช้เทคโนโลยี “ก๊าซชีวภาพ” หรือ Biogas ซึ่งกระบวนการนี้เกิดจากการย่อยสลายของสารประกอบ ได้แก่ โปรตีน, ไขมัน, คาร์โบไฮเดรต ของวัสดุอินทรีย์ จากพืช สัตว์ หรือแม้แต่ของเสียจากสัตว์ รวมถึงขยะมูลฝอยของเสีย ที่เป็นขยะอินทรีย์ โดยกระบวนการย่อยสลายทั้งหมด เกิดขึ้นจากการทำงานของแบคทีเรียที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะใช้ผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นองค์ประกอบนำมาทำการหมักย่อยร่วมกับน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด ภายใต้เงื่อนไขที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic digestion) [2] ได้พิจารณาถึงความสามารถในการดูดซับสารชีวมวล และการลดความเข้มข้นของพารามิเตอร์บางส่วนทางเคมี เพื่อประเมินใช้เป็นแนวทางและเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการหาศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทน และความเป็นไปได้ในการประยุกต์เป็นทางเลือกด้านพลังงาน และเพื่อลดปริมาณของผักตบชวาทางหนึ่ง

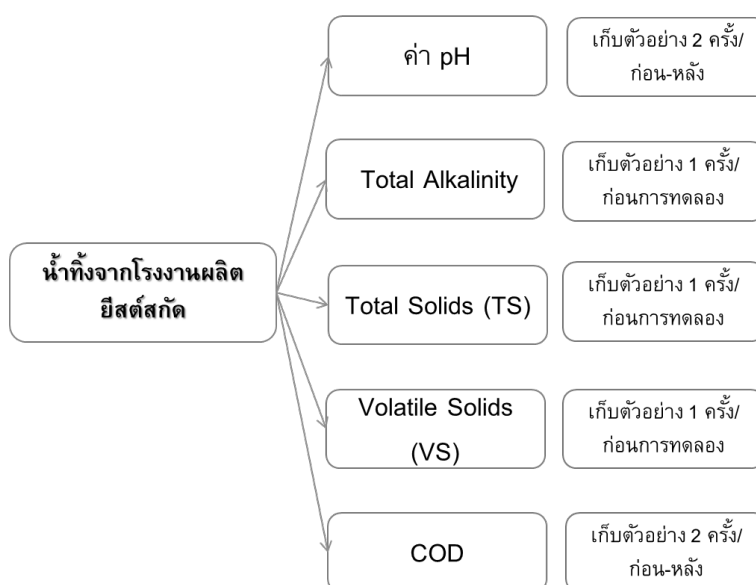
วิธีการวิจัย

ทำการสร้างอุปกรณ์การหมักย่อย จากถังพลาสติก ขนาด 20 ลิตร ขนาดกว้าง 20 cm x ยาว 35 cm x สูง 40 cm ด้านบนเจาะรูต่อเข้ากับชุดเก็บก๊าซที่สามารถอ่านปริมาณก๊าซที่ได้ ด้วยวิธีการแทนที่น้ำ (Fluid Displacement) โดยใช้กระบอกตวงขนาด 250 ml เติมวัตถุติดครั้งเดียว จำนวน 4 ชุดๆ ละ 3 ชั่วโมง (ไม่รวม Blank 2 ชุด) โดยใช้ปริมาตรของวัตถุติด (80% biogas reactor) รวม 16 ลิตร โดยมีอัตราส่วน (ผักตบชวา : น้ำเสีย) ดังนี้

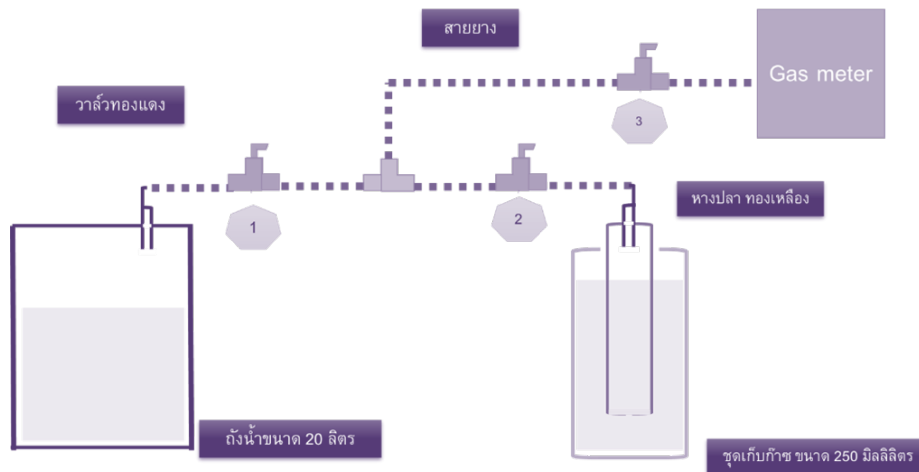
อัตราส่วน	ผักตบชวา (กิโลกรัม)	น้ำเสีย (ลิตร)
4 : 1	12.8 ลิตร (7.84 kg)	3.2 ลิตร
2 : 1	10.67 ลิตร (6.53 kg)	5.33 ลิตร
1 : 1	8 ลิตร (4.90 kg)	8 ลิตร
0 : 1 (Blank)	-	16 ลิตร
1 : 0 (Blank)	16 ลิตร (9.80 kg)	-
1 : 2	5.33 ลิตร (3.26 kg)	10.67 ลิตร

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วัตถุดิบที่ทำการหมักย่อย คือ ผักตบชวา โดยใช้เฉพาะส่วนลำต้น สับละเอียด โดยทำการสุ่มขนาดจากการสับ มีขนาดที่ 0.5-1.5 cm และน้ำเสีย (น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด) ที่มีค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ระหว่าง 40,000-45,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH 6.6-7 เริ่มต้นกระบวนการหมักย่อยทุกอัตราส่วนพร้อมกัน ควบคุมอุณหภูมิที่ 35 ± 1 °C เป็นเวลา 50 วัน

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD), ของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS), ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid, VS), pH และ Total Alkalinity ทำการวัดก่อนนำเข้าสู่ระบบหมักย่อย และทำการบันทึกปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทุกวัน และบันทึกองค์ประกอบก๊าซชีวภาพ (Biogas Composition) ประกอบด้วย มีเทน, คาร์บอนไดออกไซด์, ออกซิเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ พร้อมวัดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง หลังจากเสร็จสิ้นการเดินระบบในระยะเวลา 50 วัน



รูปที่ 1 การเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2 ชุดการหมักย่อยที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน แบบถังเดี่ยว (Single-stage digester)

เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย

- เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ (Biogas) Gas meter
- การตรวจวิเคราะห์ปริมาณและการเปลี่ยนแปลงใช้วิธีมาตรฐานของ APHA AWWA และ WEF, 2005
- การคำนวณหาปริมาณซีโอดี (COD) ที่ถูกย่อยสลาย

$$\text{ซีโอดีที่ถูกกำจัด} = \text{ซีโอดี}_{(\text{เข้า})} - \text{ซีโอดี}_{(\text{ออก})} \text{ หรือ } \text{COD}_{\text{removed}} (\text{mg/L}) = \text{COD}_{\text{in}} (\text{mg/L}) - \text{COD}_{\text{out}} (\text{mg/L})$$

ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (COD)

$$\% \text{ การกำจัดซีโอดี} = [(\text{COD}_{\text{in}} (\text{mg/L}) - \text{COD}_{\text{out}} (\text{mg/L})) / \text{COD}_{\text{in}} (\text{mg/L})] \times 100$$

การหาค่าอัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ (Specific Methane Yield)

อัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมด (L) / น้ำหนักของซีโอดีที่ถูกย่อยสลาย (kg)

$$\% \text{BMP} = \frac{\text{ปริมาณของก๊าซมีเทนสะสมทั้งหมด (L)}}{\text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามทฤษฎี (L)}} \times 100$$

จากทฤษฎี COD 1 kg เปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทน 350 L

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ [3].

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 รายละเอียดชุดการทดลองการหมักย่อย (ผักตบชวา : น้ำเสีย) ที่สภาวะไม่ต้องการออกซิเจน

ชุดทดลอง	รายละเอียดวัตถุดิบชุดทดลอง		อัตราส่วน	จำนวนชุดทดลอง
	ผักตบชวา	น้ำเสีย		
ชุดที่ 1	16 ลิตร (9.80 kg)	-	1 : 0 (Blank)	1 ครั้ง
ชุดที่ 2	-	16 ลิตร	0 : 1 (Blank)	1 ครั้ง
ชุดที่ 3	8 ลิตร (4.90 kg)	8 ลิตร	1 : 1	3 ครั้ง
ชุดที่ 4	10.67 ลิตร (6.53 kg)	5.33 ลิตร	2 : 1	3 ครั้ง
ชุดที่ 5	12.8 ลิตร (7.84 kg)	3.2 ลิตร	4 : 1	3 ครั้ง
ชุดที่ 6	5.33 ลิตร (3.26 kg)	10.67 ลิตร	1 : 2	3 ครั้ง

ตารางที่ 2 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำเสีย (น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด)

COD (mg/L)	Total Solids (TS) (mg/L)	Volatile Solids (VS) (mg/L)	Total Alkalinity (mg CaCO ₃ /L)	pH
43,700	35.57	24.14	2,405	6.6

ตารางที่ 3 อัตราส่วนความเข้มข้นของก๊าซมีเทน และก๊าซอื่นๆ (สูงที่สุดเฉลี่ย) ที่เกิดขึ้นจากการหมักย่อย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนความเข้มข้นสูงที่สุด เฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง				วันที่เกิดอัตราส่วนสูงสุด
	อัตราส่วน CH ₄ (ร้อยละ)	อัตราส่วน CO ₂ (ร้อยละ)	อัตราส่วน O ₂ (ร้อยละ)	อัตราส่วน H ₂ S (ppm)	
ชุดที่ 1 (Blank)	39.0	46.1	1.3	197	วันที่ 47
ชุดที่ 2 (Blank)	18.8	30.3	1.6	8899	วันที่ 25
ชุดที่ 3	61.1	25.5	0.9	1141	วันที่ 44
ชุดที่ 4	50.3	37.4	0.8	4546	วันที่ 50
ชุดที่ 5	9.9	74.5	0.9	5137	วันที่ 13
ชุดที่ 6	24.7	30.7	1.0	8889	วันที่ 50

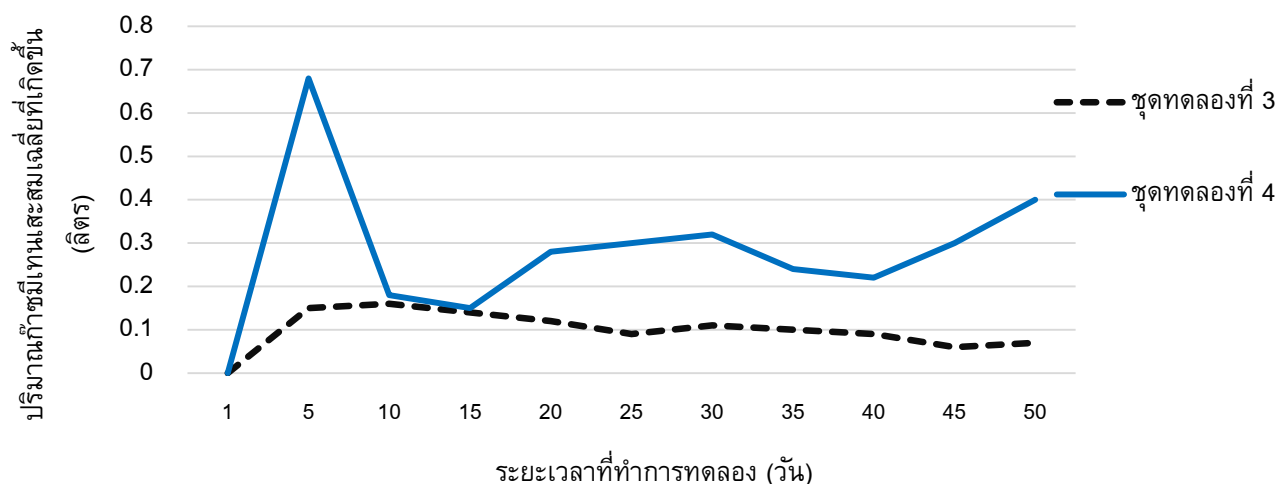
ตารางที่ 4 ปริมาณก๊าซมีเทนสะสมที่เกิดขึ้นจากการหมักย่อย

ชุดทดลอง	ปริมาณก๊าซมีเทนทั้งหมดจากการทดลอง (L)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Average
ชุดที่ 1 (Blank)	0.53	-	-	(0.53)
ชุดที่ 2 (Blank)	0.28	-	-	(0.28)
ชุดที่ 3	1.68	1.75	1.76	(1.73)
ชุดที่ 4	4.08	3.95	4.12	(4.05)
ชุดที่ 5	0.32	0.30	0.28	(0.30)
ชุดที่ 6	0.89	1.20	0.93	(1.00)

ตารางที่ 5 ปริมาณของ %CH₄, ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%), Specific Methane Yield และ %BMP

ชุดทดลอง	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%)	Specific Methane Yield (m ³ CH ₄ /kg COD _{removed})	%BMP
ชุดที่ 1 (Blank)	-	-	-
ชุดที่ 2 (Blank)	20.78	0.023	2.59
ชุดที่ 3	36.62	0.108	4.57
ชุดที่ 4	47.62	0.194	5.95
ชุดที่ 5	72.71	0.009	9.08
ชุดที่ 6	53.35	0.043	6.66

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของแต่ละชุดการทดลอง (ยกเว้นชุดการทดลองที่ 1 : Blank ของผักตบชวาไม่มีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ) ซึ่งอัตราการย่อยสลายมีเทนมีค่าใกล้เคียงกัน พบว่าในชุดการทดลองที่ 5 (อัตราส่วน 4:1) มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุด ร้อยละ 72.71 แต่ให้ผลของอัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์น้อยที่สุด เท่ากับ 0.009 m³ CH₄/kg COD_{removed} เป็นที่น่าสังเกตว่าการหมักย่อยที่อัตราส่วนผสม ในชุดการทดลองที่ 4 (อัตราส่วน 2:1) มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีต่ำกว่า แต่ให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ สูงสุดที่ 0.194 m³ CH₄/kg COD_{removed} อาจเป็นผลเนื่องจาก ชุดการทดลองที่ 5 มีปริมาณของผักตบชวามากกว่าวัตถุดิบน้ำเสียที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซมีเทน จึงทำให้ไม่สามารถให้ผลของอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงที่สุดได้



รูปที่ 3 การเกิดปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ย ของอัตราส่วน ชุดที่ 3 และชุดที่ 4

จากรูปที่ 3 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ยที่เกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง พบว่าการหมักย่อยของผักตบชวา ร่วมกับน้ำเสีย (น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด) สูงที่สุดในชุดการทดลองที่ 4 และ 3 ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีอัตราการการผลิตก๊าซมีเทนอย่างต่อเนื่องทุกวัน ในชุดการทดลองที่ 4 (อัตราส่วน 2:1) มีปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.05 L รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 3 (อัตราส่วน 1:1) มีปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 1.73 L ทำให้ทราบได้ว่าการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ชนิดสร้างกรดและชนิดสร้างมีเทนเกิดขึ้นได้ดี ต้องอาศัยการปรับอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบให้สมดุลกัน โดยในการทดลอง ศึกษาครั้งนี้ เป็นการทดลองแบบ Batch โดยการเติมสารอินทรีย์ผสมเข้าระบบเพียงครั้งเดียว เมื่อดำเนินการทดลองจุลินทรีย์จะทำการ ย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในระบบลดลง ดังนั้นอัตราส่วนที่มีสารอินทรีย์น้อยหรือไม่สมดุลกัน อาจทำให้การย่อยสลายเพื่อเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนก็จะน้อยลงตามไปด้วย

ผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาศักยภาพการย่อยสลายทำให้เกิดก๊าซมีเทนของผักตบชวา ร่วมกับน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด ด้วยชุดหมักย่อยจากถังพลาสติก ขนาด 20 ลิตร และวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ด้วยการต่อเข้ากับชุดเก็บก๊าซด้วยวิธีการแทนที่น้ำ (Fluid Displacement) ที่อัตราส่วนแตกต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองศึกษา พบว่าทุกอัตราส่วนมีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น เฉลี่ยในช่วง 0.28-4.05 L และมีอัตราส่วนความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยสูงสุด ของแต่ละชุดการทดลอง ทั้ง 3 ครั้ง ในช่วง 9.9-61.1 % ของการทดลองในระยะเวลา 50 วัน ซึ่งอัตราส่วนที่ให้ปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ยสูงสุดในการทดลองศึกษาครั้งนี้ คือ ชุดการทดลองที่ 4 (อัตราส่วน 2:1, ผักตบชวา 10.67 ลิตร (6.53 kg) : น้ำเสีย 5.33 ลิตร) แสดงให้เห็นว่ามวลของผักตบชวามีศักยภาพและความสามารถในการเพิ่มปริมาณของก๊าซมีเทนสะสมได้ และแสดงให้เห็นถึงผลของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างน่าพอใจ [4] ซึ่งหากพิจารณาน้ำวัตถุดิบ ทั้ง 2 ชนิด มาทำการหมักย่อยร่วมกัน ในสภาวะที่ไม่ต้องการออกซิเจนสามารถให้ผลผลิตก๊าซมีเทนได้ดีกว่าการหมักย่อยผักตบชวา หรือน้ำเสีย (น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตยีสต์สกัด) เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ [5] ได้พูดถึงผักตบชวามีปริมาณโปรตีนอยู่สูง ถือเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมักย่อยได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการหมักย่อย (ผักตบชวา:น้ำเสีย) จำนวน 6 อัตราส่วน ดังนี้ 4:1, 2:1, 1:1, 0:1, 1:0 และ 1:2 สามารถให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ (Specific Methane Yield) (ยกเว้นชุดการทดลองที่ 1 : Blank ของผักตบชวาไม่มีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ) อยู่ในช่วง 0.009-0.194 m³ CH₄/kg COD_{removed} มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี อยู่ในช่วง 20.78-72.71% และมีศักยภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้ก๊าซมีเทน (%BMP) อยู่ในช่วง 2.59-9.08 % โดยอัตราส่วน ชุดทดลองที่ 4 มีปริมาณก๊าซมีเทนสะสมเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.05 L โดยมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยในชุดการทดลองทั้ง 3 ครั้ง สูงสุดที่ 50.3 % (0.2 L) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยที่ 37.4 % (0.15 L) ก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยที่ 0.8 % และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เฉลี่ยที่ 4546 ppm ในวันที่ 50 และในอัตราส่วนชุดการทดลองที่ 3 ให้ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยในชุดการทดลองทั้ง 3 ครั้ง สูงสุดที่ 61.1 % ในวันที่ 44 ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ในการให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่และอุปกรณ์ พร้อมด้วยสำนักงานพลังงานจังหวัดนครปฐม กระทรวงพลังงาน ในการประสานงานกับบริษัทเอกชนเพื่อนำน้ำเสียมาเป็นวัตถุดิบของงานวิจัยฉบับนี้ และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิของภาควิชาเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

- [1] ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง, ศุภลักษณ์ ศรีจารนัย และ เฉลิมเรือง วิริยะชัย. (2530). การตรวจสอบส่วนประกอบทางเคมีของผักตบชวา. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 15 ฉบับที่ 3, หน้า 180-186.
- [2] E. S. Priya and P. S. Selvan. Department of Pharmaceutical Technology, Anna University, BIT Campus, Tiruchirappalli 620024, Tamilnadu, India.
- [3] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ (2554). BMP. เอกสารการวิเคราะห์หาค่า BMP.
- [4] B. A. Adanikin, G. A. Ogunwande and O. O. Adesanwo. Evaluation and kinetics of biogas yield from morning glory (*Ipomoea aquatica*) co-digested with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Ecol. Eng. 2017; 98, 98-104.
- [5] J Nigam. Bioconversion of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) hemicellulose acid hydrolysate to motor fuel ethanol by xylose-fermenting yeast. J. Biotechnol. 2002; 97, 107-16.