เล่มที่ 5/5

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

คู่มือการดำเนินการและบำรุงรักษา ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

ศึกษาต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จากขยะตลาดสด กทม.

BIOGAS

ตุลาคม
2553

เอกสารโครงการ ประกอบด้วย

เล่มที่	**1/5**	รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)
เล่มที่	**2/5**	แบบก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
เล่มที่	**3/5**	รายงานสรุปผู้บริหาร (Executive Summary) (ภาษาไทย)
เล่มที่	**4/5**	รายงานสรุปผู้บริหาร (Executive Summary) (ภาษาอังกฤษ)
เล่มที่	**5/5**	คู่มือการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

สารบัญ

สารบัญ

หน้า

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ 1-1

บทที่ 2 พื้นฐานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

2.1 ความหมายของก๊าซชีวภาพ 2-1

2.2 หลักการเกิดก๊าซชีวภาพ 2-1

2.3 ประโยชน์ที่ได้จากการใช้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 2-3

2.3.1 ด้านพลังงาน 2-3

2.3.2 ด้านสิ่งแวดล้อม 2-3

2.3.3 ด้านอื่นๆ 2-3

บทที่ 3 องค์ประกอบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 3-1

3.2 องค์ประกอบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 3-2

3.2.1 โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์ 3-2

3.2.2 บ่อสูบและเครื่องสูบขยะอินทรีย์ 3-3

3.2.3 ถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) 3-3

3.2.4 ถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) 3-4

3.2.5 ถังตกตะกอน (Settling Tank) 3-5

3.2.6 ถังเก็บตะกอนส่วนเกิน (Sludge Holding Tank) 3-5

3.2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (Wastewater Treatment System) 3-6

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
3.2.8	ลานตากตะกอน	3-7
3.2.9	Biogas Conditioning Tank	3-7
3.2.10	บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)	3-7
3.2.11	ระบบเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน (Biogas Flare)	3-8
บทที่ 4	**การเดินระบบและการดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ**	
4.1	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4-1
4.1.1	การเตรียมขยะ	4-1
4.1.2	การขนย้ายขยะ	4-2
4.1.3	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4-3
4.2	การควบคุมระบบ	4-16
4.2.1	การตรวจสอบวาล์ว	4-16
4.2.2	การตรวจสอบ Over pressure	4-22
4.3	การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	4-23
4.3.1	การตรวจสอบรายวัน	4-25
4.3.2	การตรวจสอบรายเดือน	4-31
4.3.3	การตรวจสอบรายปี	4-31
4.4	การเริ่มต้นเดินระบบ	4-32
4.4.1	หลักการเริ่มต้นเดินระบบ	4-32
4.4.2	การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับการเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	4-32
บทที่ 5	**การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน**	
5.1	ขั้นตอนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน	5-1
5.2	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน	5-2
5.2.1	ถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Biogas Conditioning Tank)	5-2

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
5.2.2	บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)	5-2
5.2.3	ระบบระบายก๊าซฉุกเฉิน (Over pressure)	5-3
5.2.4	ระบบเผาก๊าซส่วนเกิน (Biogas Flare)	5-3
5.2.5	ระบบเพิ่มแรงดันก๊าซ (Biogas Blower)	5-4
บทที่ 6	**ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน**	
6.1	การป้องกันอุบัติเหตุ	6-2
6.2	ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	6-3
6.3	การปฐมพยาบาลเนื่องจากอุบัติเหตุภายในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	6-4

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	แสดงขั้นตอนการเกิดก๊าซชีวภาพ	2-2
3-1	ขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	3-1
3-2	โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์ และเครื่องบดขยะอินทรีย์	3-2
3-3	บ่อสูบและเครื่องสูบขยะอินทรีย์	3-3
3-4	แสดงถังหมักกรด	3-4
3-5	ถังหมักก๊าซชีวภาพ	3-4
3-6	ถังตกตะกอน	3-5
3-7	ถังเก็บตะกอนส่วนเกิน	3-5
3-8	ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (Wastewater Treatment System)	3-6
3-9	ลานตากตะกอน	3-6
3-10	Biogas Conditioning Tank	3-7
3-11	บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)	3-7
3-12	ระบบเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน (Biogas Flare)	3-8
4-1	แสดงขยะอินทรีย์ที่สามารถเอาเข้าระบบได้	4-1
4-2	แสดงสิ่งที่ต้องทำการคัดแยกออก	4-2
4-3	แสดงโรงขยะและพื้นที่กองขยะก่อนนำมาคัดแยก	4-2
4-4	ขยะอินทรีย์ที่ขนย้ายมารวมไว้หน้าโต๊ะคัดแยกก่อนทำการคัดแยก	4-3
4-5	แสดงการชั่งน้ำหนักขยะ และจดบันทึกก่อนเริ่มคัดแยก	4-3
4-6	แสดงการคัดแยกขยะบนโต๊ะคัดแยก	4-4
4-7	แสดงขยะที่คัดแยกออกมาและไม่สามารถเข้าระบบได้	4-4
4-8	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์ตู้ควบคุมเครื่องบดขยะอินทรีย์และการบด	4-5
4-9	นำขยะที่คัดแยกแล้วลงในช่องบดขยะ	4-6
4-10	แสดงขยะที่คัดออกและชั่งน้ำหนักขยะที่คัดออก	4-7
4-11	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบขยะเข้าถังหมักกรด	4-7
4-12	รูปแสดงแก้ปัญหาหากสูบขยะไม่ขึ้น	4-8
4-13	แสดงการล้างทำความสะอาดหลังคัดแยกเสร็จ	4-9

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4-14	แสดงน้ำที่เหลือค้างอยู่ในบ่อสูบ และการทำความสะอาดโดยการตักออก	4-10
4-15	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบเวียนตะกอน	4-11
4-16	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบขยะเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ	4-12
4-17	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์ใบกวนตะกอนในถังหมักก๊าซชีวภาพ	4-13
4-18	แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ	4-14
4-19	แสดงการแก้ปัญหาหากเครื่องจักรเกิดการ Overload	4-15
4-20	แสดงลักษณะวาล์วที่เปิด-ปิด	4-16
4-21	แสดงสภาพวาล์วในเครื่องสูบเวียนตะกอนในถังหมักกรด	4-17
4-22	แสดงสภาพวาล์วในเครื่องสูบขยะในถังหมักกรดเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ	4-18
4-23	แสดงสภาพวาล์วบริเวณท่อนำก๊าซชีวภาพจากถังหมักก๊าซชีวภาพ	4-18
4-24	แสดงสภาพวาล์วในท่อนำก๊าซชีวภาพไป Overpressure	4-19
4-25	แสดงสภาพวาล์วเข้าถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	4-19
4-26	แสดงสภาพวาล์วเข้าบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ	4-20
4-27	แสดงสภาพวาล์วจากบอลลูนเก็บก๊าซไปยัง Over pressure	4-20
4-28	แสดงสภาพวาล์วของครื่องสูบตะกอนเวียนกลับของถังตกตะกอน	4-21
4-29	แสดงสภาพวาล์วท่อน้ำล้นของถังตกตะกอน	4-21
4-30	แสดงสภาพวาล์วจากถังหมักก๊าซชีวภาพเข้าถังเก็บตะกอนส่วนเกิน	4-22
4-31	แสดงระดับน้ำใน Over pressure	4-23
4-32	แสดงจุดเก็ยตัวอย่างน้ำในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)	4-29
4-33	แสดงจุดเก็ยตัวอย่างน้ำในถังหมักก๊าซชีวภาพ Digester	4-30
5-1	แสดงขั้นตอนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน	5-1
5-2	แสดงถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	5-2
5-3	แสดงบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ	5-2
5-4	แสดงระบบระบายก๊าซฉุกเฉิน	5-3
5-5	ระบบเผาก๊าซส่วนเกิน (Biogas Flare)	5-4
5-6	แสดงระบบเพิ่มแรงดันก๊าซ (Biogas Blower)	5-4

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-7	แสดงจุดใช้งานก๊าซชีวภาพตลาด อตก.	5-5
6-1	แสดงตัวอย่างป้ายความปลอดภัย	6-2

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	ตารางจดบันทึกขยะเข้าประจำวัน	4-31
4-2	ตารางจดบันทึกผลวิเคราะห์น้ำเสีย	4-31
4-3	ตารางเปรียบเทียบหัวเชื้อแบคทีเรียในการเริ่มต้นเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	4-32

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และด้านพลังงานได้ส่งผลกระทบต่อประชากรในด้านต่างๆ ได้แก่ ปัญหาเรื่องน้ำเน่าเสีย ปัญหาเรื่องการจัดการขยะ ปัญหาโลกร้อนอันเนื่องมาจากก๊าซเรือนกระจก และปัญหาน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงมีแนวคิดในการก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ของตลาดสด กทม. โดยรองรับขยะอินทรีย์ได้ 2 ตันต่อวัน ระบบดังกล่าวจะเป็นต้นแบบในการนำพลังงานจากก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งและเป็นองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้ประโยชน์แทนเชื้อเพลิง โดยในก๊าซชีวภาพปริมาณ 1 ลบ.ม. สามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้ 0.6 ลิตร และทดแทนก๊าซ LPG ได้ 0.46 กิโลกรัม

แม้ว่าก๊าซชีวภาพที่ได้จะทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วนที่ไม่มาก แต่สามารถลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน เช่น ลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่จะต้องนำไปกำจัด และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกซึ่งทำให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน เป็นต้น

การคัดเลือกสถานที่สำหรับก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2 ตันต่อวัน มาจากการคัดเลือกตลาดสดที่อยู่ใน กทม.ทั้งหมด 148 แห่ง ให้เหลือเพียงแห่งเดียว โดยได้พิจารณาความเหมาะสมทั้งในด้านปริมาณขยะอินทรีย์ ความเหมาะสมในด้านพื้นที่ก่อสร้างระบบ และการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน เป็นต้น ซึ่งพบว่าที่ตลาด อตก. เป็นสถานที่ที่เหมาะสมและมีความพร้อมที่สุด

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการนำขยะอินทรีย์มาผลิตเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพ จึงได้จัดทำโครงการออกแบบและก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขึ้นรวมถึงจัดทำคู่มือการเดินระบบ เพื่อให้ตลาด อตก. สามารถดำเนินการดูแลระบบ และใช้ประโยชน์จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างยั่งยืน

บทที่ 2

พื้นฐานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

บทที่ 2

พื้นฐานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

2.1 ความหมายของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ องค์ประกอบทั่วไปของก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน(CH_4) ประมาณ 60% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 38% และก๊าซอื่นๆ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) อีกประมาณ 2%

2.2 หลักการเกิดก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ โดยมีปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งต้องอาศัยเอนไซม์หรือตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยในการทำปฏิกิริยา การย่อยสลายเริ่มจากสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จะถูกย่อยโดยแบคทีเรียชนิดสร้างกรดโดยการหลั่งเอนไซม์ (น้ำย่อย) ออกมานอกเซลล์ ผลที่ได้คือ สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่จะถูกย่อยสลายกลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก กล่าวคือ คาร์โบไฮเดรตถูกย่อยกลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โปรตีนถูกย่อยกลายเป็นกรดอะมิโน และไขมันถูกย่อยกลายเป็นกรดไขมัน เป็นต้น หลังจากนั้นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียชนิดสร้างกรด และทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กภายในเซลล์ให้กลายเป็นกรดอะเซติกและก๊าซไฮโดรเจนแล้วขับออกมานอกเซลล์ ต่อจากนั้นแบคทีเรียชนิดสร้างก๊าซมีเทนจะทำการย่อยสลายเปลี่ยนกรดอะเซติกและก๊าซไฮโดรเจนให้กลายเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะลอยตัวออกไปสู่ชั้นบรรยากาศหรือถูกรวบรวมนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนต่อไป

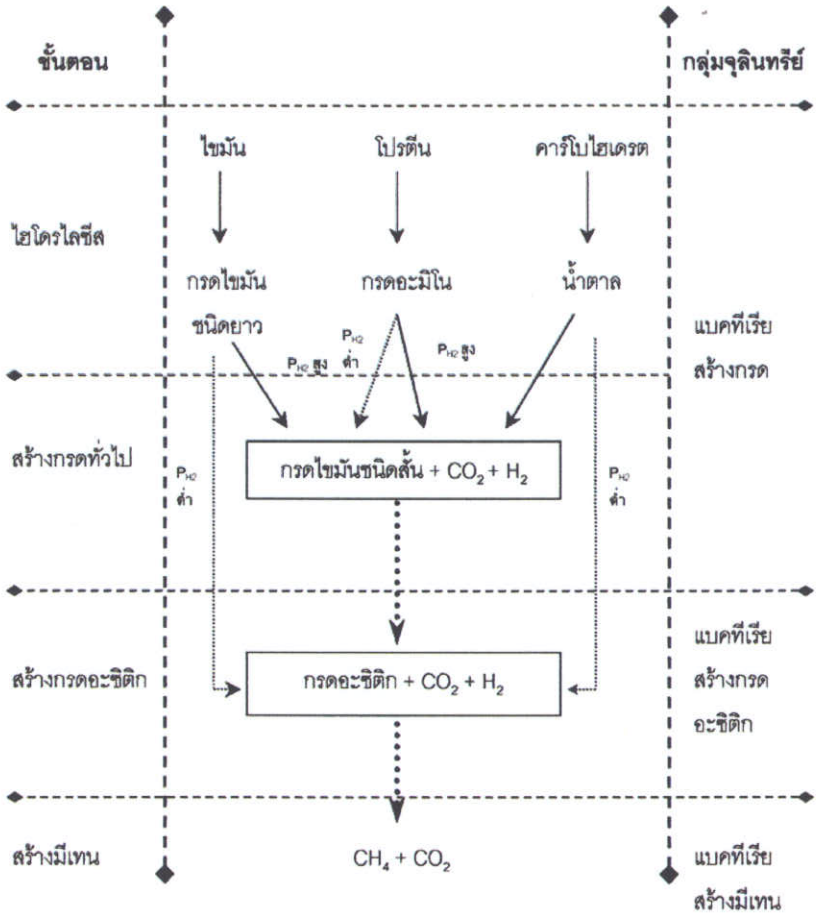
กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ เพื่อให้ได้ก๊าซชีวภาพ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) เป็นปฏิกิริยาการแตกตัวที่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง คือเป็นขั้นตอนที่มีเอนไซม์ทำการย่อยสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำให้กลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กที่ละลายน้ำได้

2) การสร้างกรด (Acid Formation) หรือ Acetogenesis เป็นการที่แบคทีเรียชนิดสร้างกรดอินทรีย์ ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กให้กลายเป็นกรดต่างๆขึ้นมา โดยจะมีก๊าซไข่เน่า (H_2S) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารละลายแอมโมเนีย และฟอสเฟตมาด้วย กรดที่สำคัญและเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ ได้แก่ กรดอะเซติก (Acetic acid) ซึ่งจะเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการถัดไป

3) การสร้างมีเทน (Methane Formation) หรือ Methanogenesis เป็นการที่กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนสร้างกรดถูกแบคทีเรียชนิดสร้างมีเทนย่อยสลายกลายเป็นก๊าซมีเทน

แผนภาพแสดงขั้นตอนในการเกิดก๊าซชีวภาพ และกลุ่มแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน แสดงใน**รูปที่ 2-1**



รูปที่ 2-1 แสดงขั้นตอนการเกิดก๊าซชีวภาพ

2.3 ประโยชน์ที่ได้จากการใช้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

2.3.1 ด้านพลังงาน

- ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารได้โดยตรงเหมือน LPG หรือใช้แทนถ่านไม้ ไม้ฟืน
- เดินเครื่องยนต์เพื่อผลิตไฟฟ้า เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตา เบนซิน หรือดีเซล
- ใช้กับตะเกียง เพื่อให้แสงสว่าง
- ใช้กับหัวเผา (Burner) ใน Boiler เพื่อต้มน้ำสำหรับผลิตไอน้ำ ใช้ในอุตสาหกรรม
- เผาให้ความร้อนในกระบวนการผลิต (Direct Heating)

อัตราการทดแทนการใช้พลังงานต่างๆ ของก๊าซชีวภาพ สามารถสรุปเป็นตัวเลขได้ดังนี้

ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม สามารถทดแทน

- LPG	0.46	กิโลกรัม
- น้ำมันดีเซล	0.67	ลิตร
- น้ำมันเบนซิน	0.60	ลิตร
- ฟืนไม้	1.50	กิโลกรัม
- ผลิตกระแสไฟฟ้า	1.2-1.4	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.3.2 ด้านสิ่งแวดล้อม

- ลดปัญหาของกลิ่นและก๊าซพิษ ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน
- ลดปัญหาการเกิดโรค ไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ หรือแพร่พันธุ์เชื้อโรค และสัตว์นำโรค
- ลดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก
- ลดปัญหาต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดแหล่งน้ำสาธารณะเน่าเสีย

2.3.3 ด้านอื่น ๆ

- ใช้น้ำผ่านการย่อยสลายจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพไปเป็นปุ๋ยน้ำ รดน้ำต้นไม้ หรือนำกลับมาหมุนเวียนใช้ในกระบวนการผลิตได้
- กากตะกอนที่ผ่านการย่อยสลาย สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย ปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น

บทที่ 3

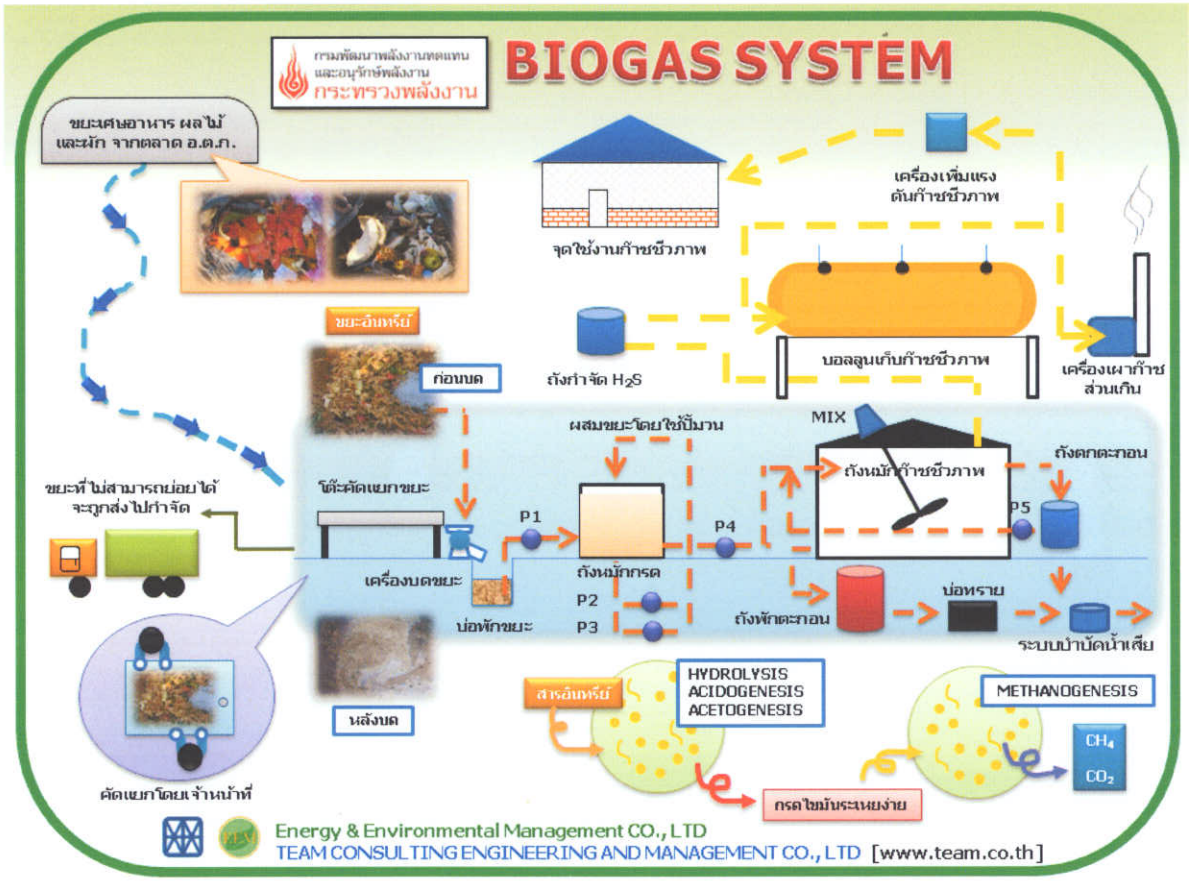
องค์ประกอบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

บทที่ 3

องค์ประกอบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะมีองค์ประกอบของระบบแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ ส่วนหมักกรด และส่วนหมักก๊าซชีวภาพ ส่วนหมักกรดจะทำหน้าที่หมักขยะอินทรีย์ให้เกิดกรดอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งได้แก่ กรดอะเซติก เป็นต้น ต่อจากนั้นกรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่เกิดขึ้นจะเป็นอาหารให้กับแบคทีเรียชนิดสร้างก๊าซมีเทนในถังหมักก๊าซชีวภาพ ขั้นตอนและองค์ประกอบในการผลิตก๊าซชีวภาพแสดงใน**รูปที่ 3-1**

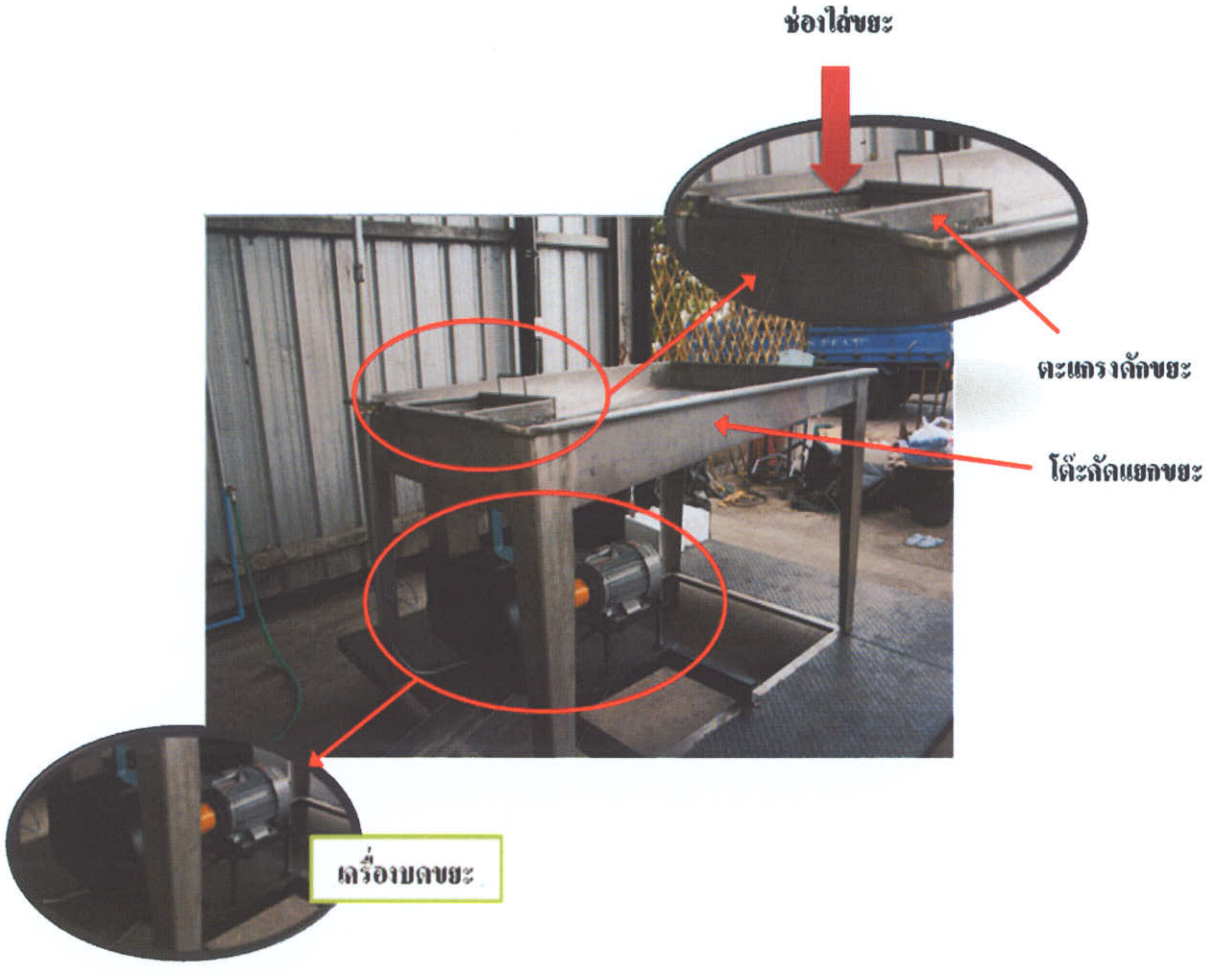


รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

3.2 องค์ประกอบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

3.2.1 โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์

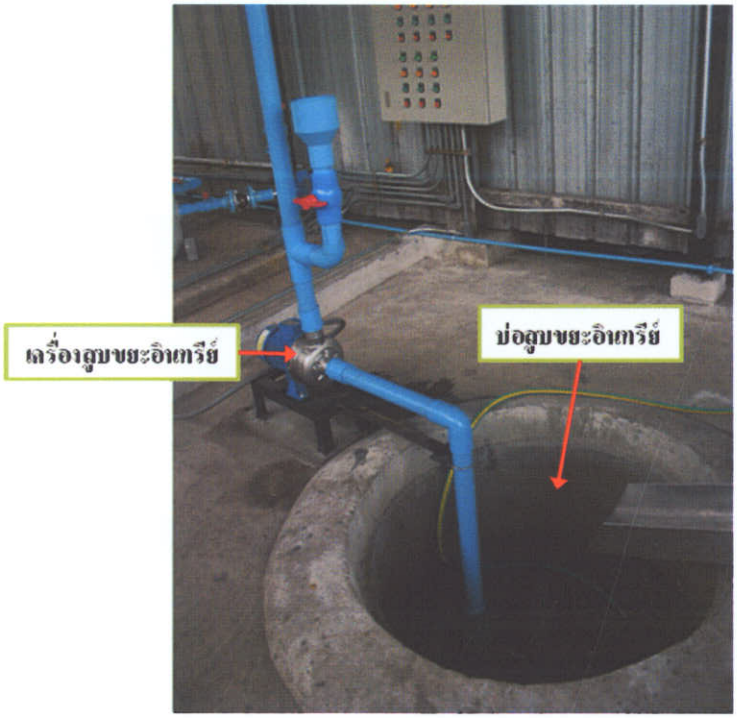
โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์ประกอบด้วย โต๊ะคัดแยก ตะแกรงป้องกันไม่ให้ขยะหลุดลงไปในเครื่องบดก่อนที่จะคัดแยก ช่องเทขยะอินทรีย์ลงเครื่องบด และเครื่องบดขยะอินทรีย์ โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์ใช้สำหรับคัดแยกขยะที่ไม่เหมาะสมกับระบบได้ ได้แก่ ไม้จิ้มฟัน กระดูก เปลือกผลไม้ที่มีความหนาและเหนียว เช่น เปลือกทุเรียน กากใยจากส้มโอ ขั้วกิ่งไม้บนผลสับปะรด เปลือกลูกอม หลอดพลาสติก ช้อน ส้อม นอกจากนี้เปลือกมังคุดและผักจำพวกสะเดาจะต้องถูกคัดออกด้วย เนื่องจากในเปลือกมังคุดมีสารที่เป็นพิษต่อแบคทีเรียในระบบ รูปแสดงโต๊ะคัดแยกและส่วนประกอบต่างๆ แสดงใน**รูปที่ 3-2**



รูปที่ 3-2 โต๊ะคัดแยกขยะอินทรีย์ และเครื่องบดขยะอินทรีย์

3.2.2 บ่อสูบและเครื่องสูบขยะอินทรีย์

ขยะอินทรีย์ที่ถูกบดหลังทำการคัดแยกแล้วจะไหลลงบ่อสูบ โดยจะทำการผสมน้ำกับขยะอินทรีย์ในบ่อสูบและสูบขยะอินทรีย์ไปไว้ในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) ต่อไป



รูปที่ 3-3 บ่อสูบและเครื่องสูบขยะอินทรีย์

3.2.3 ถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)

ถังหมักกรดเป็นถังสำหรับพักขยะที่บดแล้วอย่างน้อยหนึ่งวันเพื่อให้เกิดกระบวนการหมักทางชีวภาพ ผลผลิตที่ได้คือกรดอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น กรดอะเซติก ซึ่งจะเป็นอาหารของแบคทีเรียผลิตก๊าซชีวภาพที่อยู่ในถังหมักก๊าซชีวภาพต่อไป การหมักกรดในถังหมักกรดนั้นจะต้องทำการกวนขยะอินทรีย์ที่อยู่ภายในถังให้ทั่วถึงโดยใช้เครื่องสูบเวียนตะกอนไปมาในระบบ และให้เกิดการสัมผัสกันได้อย่างทั่วถึงระหว่างขยะอินทรีย์ที่บดแล้วกับจุลินทรีย์ภายในถังหมักกรด เมื่อเกิดการหมักของขยะอินทรีย์ภายในระบบแล้ว จะมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเกิดขึ้นแสดงว่าเกิดกรดอินทรีย์ระเหยง่าย จากนั้นจะทำการสูบขยะอินทรีย์ที่ผ่านการหมักในถังหมักกรดไปยังถังหมักก๊าซชีวภาพ

รูปที่ 3-4 แสดงถังหมักกรด

3.2.4 ถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester)

เมื่อสูบขยะอินทรีย์จากถังหมักกรดเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียในถังหมักก๊าซชีวภาพจะทำหน้าที่ผลิตก๊าซมีเทนโดยกินกรดอะเซติกที่ได้จากขยะอินทรีย์ ภายในถังหมักก๊าซชีวภาพจะติดตั้งใบกวนตะกอนซึ่งจะช่วยกวนตะกอนและทำให้แบคทีเรียกับขยะอินทรีย์สัมผัสกันอย่างทั่วถึง ด้านบนของถังหมักก๊าซชีวภาพจะมีท่อนำก๊าซชีวภาพซึ่งต่อไปยังบอลลูนเก็บก๊าซต่อไป

รูปที่ 3-5 ถังหมักก๊าซชีวภาพ

3.2.5 ถังตกตะกอน (Settling Tank)

น้ำที่ล้นออกมาจากถังหมักก๊าซชีวภาพจะมาเข้าถังตกตะกอน ตะกอนที่ออกมาพร้อมกับน้ำจะตกตะกอนในถังตกตะกอน โดยชั้นบนของถังตกตะกอนจะเป็นชั้นน้ำใส ส่วนด้านล่างจะเป็นตะกอนของเชื้อแบคทีเรียที่ไหลหลุดมาพร้อมกับน้ำ เชื้อตะกอนดังกล่าวจะถูกดูดกลับไปยังถังหมักก๊าซชีวภาพอีกครั้งโดยเครื่องสูบตะกอนที่ติดตั้งอยู่กับถังตกตะกอน

รูปที่ 3-6 ถังตกตะกอน

3.2.6 ถังเก็บตะกอนส่วนเกิน (Sludge Holding Tank)

ถังพักตะกอนใช้สำหรับเก็บตะกอนส่วนเกินในระบบอันเกิดจากการสร้างเซลล์ใหม่ของแบคทีเรียในถังหมักก๊าซชีวภาพ และส่วนของขยะอินทรีย์ที่แบคทีเรียย่อยไม่ได้ในระบบ

รูปที่ 3-7 ถังเก็บตะกอนส่วนเกิน

3.2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (Wastewater Treatment System)

ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปนี้จะติดตั้งที่ใต้ดิน และทำหน้าที่รับน้ำที่ล้นออกมาจากถังตกตะกอนเพื่อทำการบำบัดต่อโดยเป็นระบบเติมอากาศ เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

รูปที่ 3-8 ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (Wastewater Treatment System)

3.2.8 ลานตากตะกอน

ตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้นหลังจากนำมาพักในถังเก็บตะกอนแล้วจะถูกนำมาตากแดดต่อในลานตากตะกอนเพื่อให้ตะกอนส่วนเกินที่ได้แห้งพอที่จะทำเป็นปุ๋ยต่อไป

รูปที่ 3-9 ลานตากตะกอน

3.2.9 Biogas Conditioning Tank

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในถังหมักก๊าซชีวภาพจะถูกนำมาผ่าน Biogas Conditioning Tank เพื่อกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า ก่อนนำไปเก็บในบอลลูนเก็บก๊าซ

รูปที่ 3-10 Biogas Conditioning Tank

3.2.10 บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกนำมาเก็บในบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพที่ทำจากวัสดุ PVC ชนิดพิเศษ

รูปที่ 3-11 บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)

3.2.11 ระบบเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน (Biogas Flare)

ระบบเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน เป็นอุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยใช้สำหรับเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน เมื่อภายใน บอลลูนเก็บก๊าซ (Biogas Holder) มีความดันมากกว่า 5 มิลลิบาร์ เพื่อป้องกันความเสียหายของบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ

รูปที่ 3-12 ระบบเผาก๊าซชีวภาพส่วนเกิน (Biogas Flare)

บทที่ 4

การเดินระบบและการดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

บทที่ 4

การเดินระบบและการดูแลรักษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

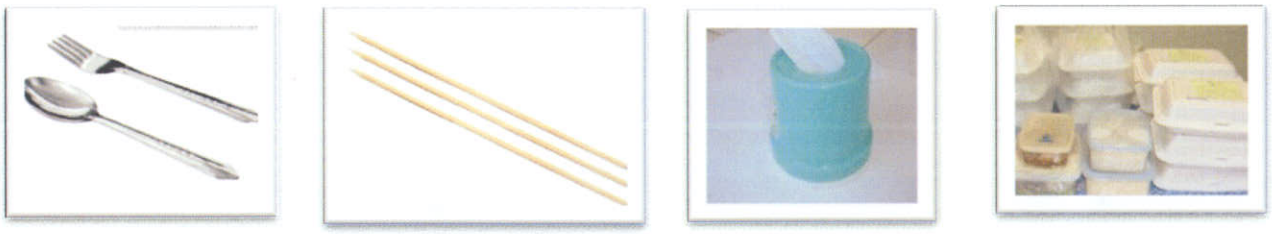
4.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.1.1 การเตรียมขยะ

ขยะอินทรีย์ในตลาด อตก. ที่สามารถนำเข้าในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่ เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหารที่ได้จากร้านค้าต่างๆภายในตลาด โดยปกติขยะต่างๆเหล่านี้ทำการคัดแยกมาแล้วในเบื้องต้น และถูกรวบรวมมาเก็บที่บริเวณโรงขยะซึ่งเป็นบริเวณที่มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพตั้งอยู่ ทำให้สะดวกต่อการเลือกขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมมาเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งปริมาณขยะอินทรีย์ที่ได้ต่อวันของตลาด อตก. มีประมาณ 1-2 ตัน ประโยชน์ของการนำขยะอินทรีย์มาเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพนั้นจะช่วยลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัด และสามารถนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้หุงต้มในร้านขายอาหารที่อยู่ในตลาด อตก. ได้อีกด้วย รูปแสดงขยะอินทรีย์ที่สามารถนำเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพแสดงใน**รูปที่ 4-1**

รูปที่ 4-1 แสดงขยะอินทรีย์ที่สามารถนำเข้าระบบได้

ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้ ได้แก่ ขยะประเภทอนินทรีย์ที่ต้องคัดแยกออก เช่น ขยะจำพวกโลหะ พลาสติก กระดาษชำระ ช้อน-ส้อม ตะเกียบ ไม้จิ้มฟัน เศษกระดูก โฟม แก้วน้ำ เปลือกผลไม้แข็ง เป็นต้น



รูปที่ 4-2 แสดงสิ่งที่ต้องทำการคัดแยกออก

4.1.2 การขนย้ายขยะ

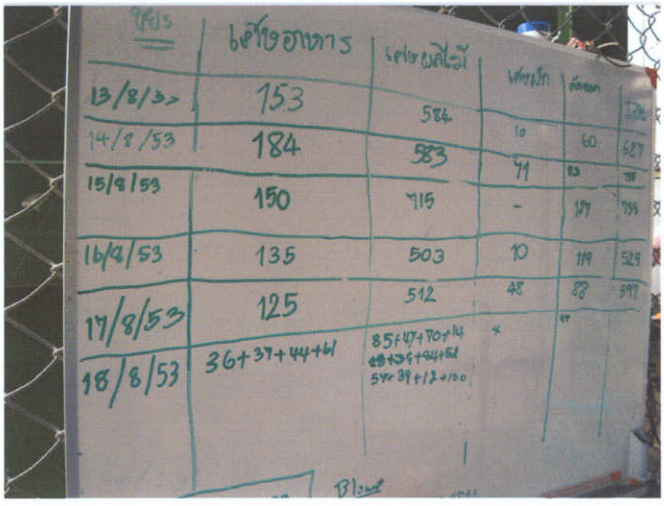
การขนย้ายขยะของตลาด อตก. นั้น จะทำการขนย้ายมาไว้ที่โรงขยะประมาณวันละ 4 รอบ เริ่มจาก รอบเช้าเวลา 5.30 น. รอบสายเวลา 9.30 น. รอบกลางวันเวลา 12.30 น. และรอบเย็นเวลา 16.30 น. โดยแต่ละรอบนั้นการคัดแยกจะเลือกเฉพาะขยะอินทรีย์ที่สามารถเข้าระบบได้มากองรวมไว้ที่หน้าโต๊ะคัดแยกขยะ และเวลาคัดแยกขยะจะแบ่งเป็น 2 รอบต่อวัน คือ เริ่มคัดแยกเวลาประมาณ 11.00 น. ของทุกวัน ในรอบเช้า และคัดแยกเวลา 16.30 น.ในรอบบ่าย

รูปที่ 4-3 แสดงโรงขยะและพื้นที่กองขยะก่อนนำมาคัดแยก

รูปที่ 4-4 ขยะอินทรีย์ที่ขนย้ายจากแผงในตลาดมารวมไว้หน้าโต๊ะคัดแยกก่อนทำการคัดแยก

4.1.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1) ชั่งน้ำหนักของขยะที่เครื่องชั่งและจดบันทึกบนกระดานไวท์บอร์ด



รูปที่ 4-5 แสดงการชั่งน้ำหนักขยะ และจดบันทึกก่อนเริ่มคัดแยก

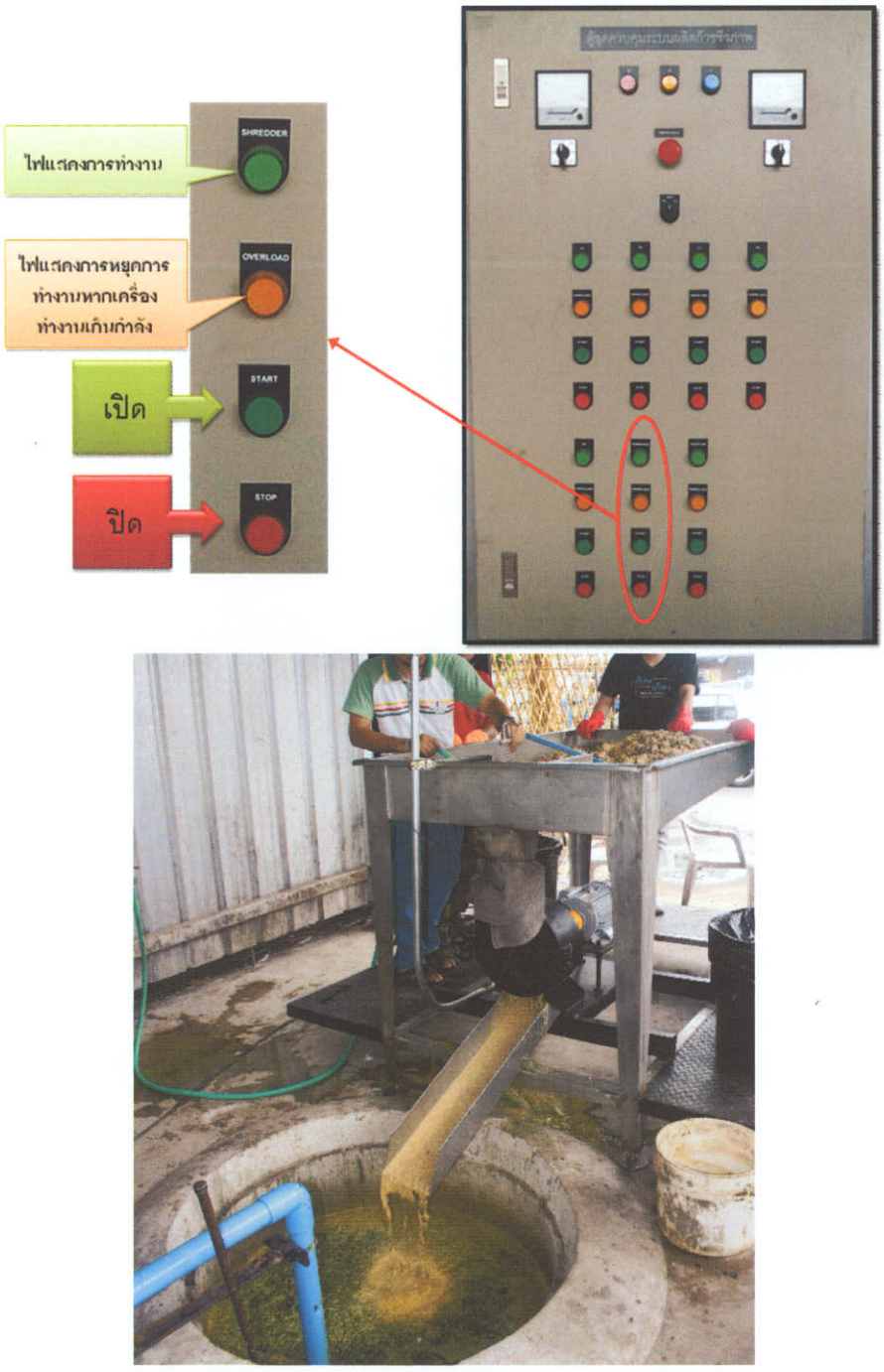
2) เทขยะลงบนโต๊ะคัดแยก (Sorting Table)

รูปที่ 4-6 แสดงการคัดแยกขยะบนโต๊ะคัดแยก

3) คัดแยกขยะที่ไม่สามารถเข้าระบบได้ออกโดยแยกไว้ในถังขยะเปล่าที่เตรียมไว้

รูปที่ 4-7 แสดงขยะที่คัดแยกออกมาและไม่สามารถเข้าระบบได้

4) เปิดเครื่องบดขยะอินทรีย์ (Shedder) โดยในระหว่างที่บดอาจเติมน้ำเพื่อให้ขยะบดได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 4-8 แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์ตู้ควบคุมเครื่องบดขยะอินทรีย์และการบด

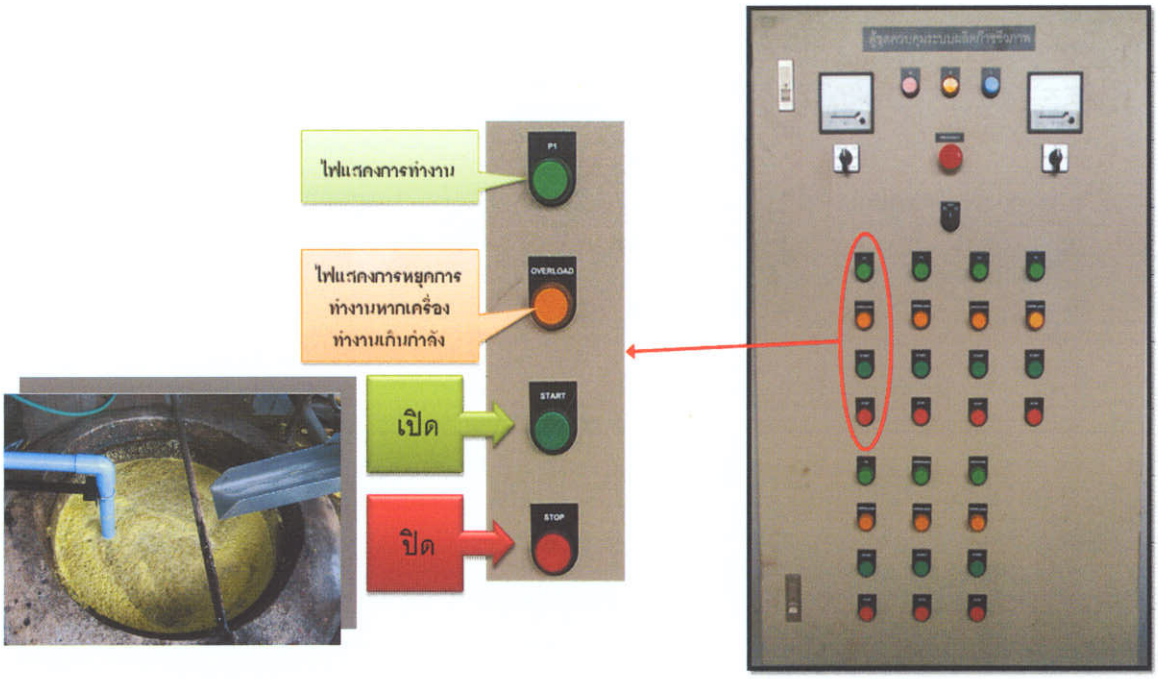
5) ส่งขยะอินทรีย์ที่ผ่านการคัดแยกแล้วเข้าเครื่องบดขยะอินทรีย์ (Shredder)

รูปที่ 4-9 นำขยะที่คัดแยกแล้วลงในช่องบดขยะ

6) ชั่งน้ำหนักขยะที่คัดออกแล้วจดบันทึก

รูปที่ 4-10 แสดงขยะที่คัดออกและชั่งน้ำหนักขยะที่คัดออก

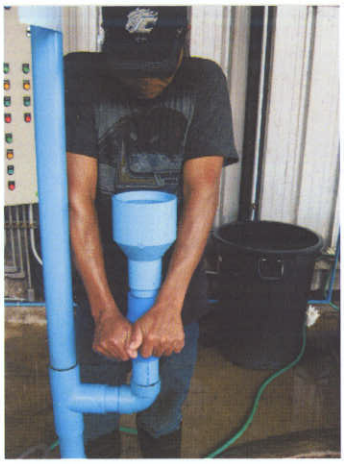
7) เปิดเครื่องสูบน้ำในบ่อสูบเพื่อสูบน้ำไปยังถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)



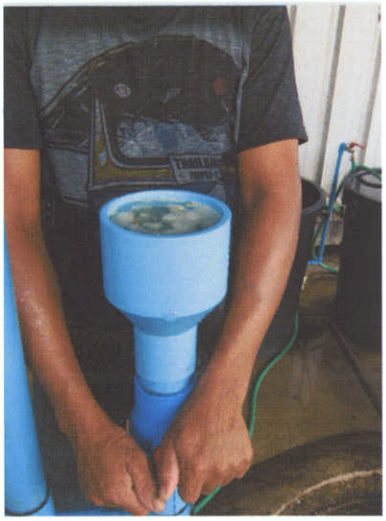
รูปที่ 4-11 แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบขยะเข้าถังหมักกรด

หมายเหตุ : ในระหว่างการสูบขยะจากบ่อสูบเข้าถังหมักกรด หากสูบไม่ขึ้น แสดงว่าอาจมีอากาศเข้าไปในเครื่องสูบระหว่างสูบ ให้ทำการเปิดวาล์วตรงท่อของบ่อสูบเพื่อไล่อากาศที่ค้างในท่อสูบ โดยจะต้องค่อยๆเปิดวาล์วเพื่อไล่อากาศออก ในระหว่างเปิดอาจมีขยะดันออกมาจากท่อ ให้ทำการตักขยะออกและเทกลับไปในบ่อสูบ ค่อยๆทำไปเรื่อยๆจนสามารถสูบขยะได้อีกครั้ง และจะต้องทำการเติมน้ำให้เต็มท่อด้วยทุกครั้งก่อนสูบเพื่อป้องกันไม่ให้มีอากาศเข้าไปอยู่ในระบบ

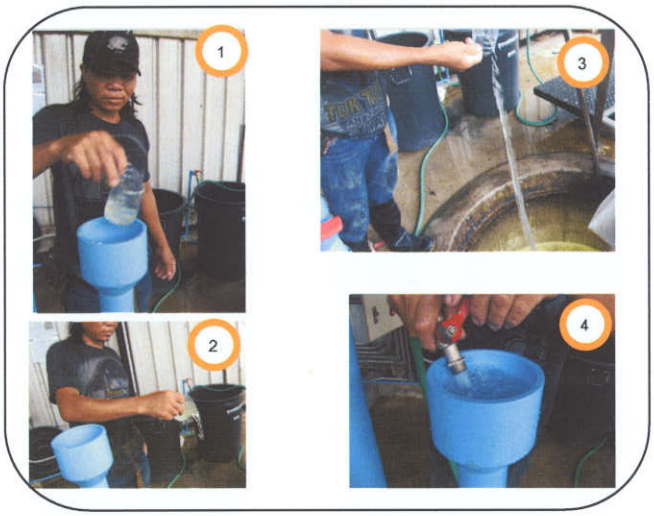
1. ตรวจวาล์วล่อน้ำของเครื่องสูบขยะอินทรีย์



2. ค่อยๆเปิดวาล์วล่อน้ำเพื่อไล่อากาศ



3. เมื่อในท่อสูบมีอากาศเข้าไป จะดันให้น้ำภายในท่อสูบออกมา



4. ตักน้ำขยะที่ล้นออกมาใส่กลับในบ่อสูบ และเติมน้ำสะอาดลงไปให้เต็มท่อ

รูปที่ 4-12 รูปแสดงแก้ปัญหาหากสูบขยะไม่ขึ้น

8) เปิดน้ำล้างโต๊ะคัดแยกขยะและบ่อสูบให้สะอาด แล้วสูบน้ำที่ล้างเข้าถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)

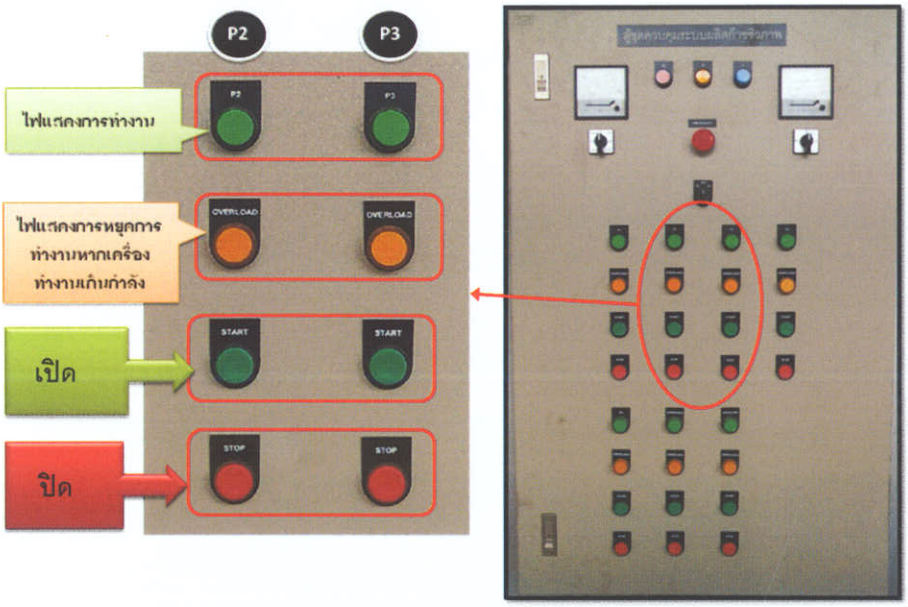
รูปที่ 4-13 แสดงการล้างทำความสะอาดหลังคัดแยกเสร็จ

คำแนะนำ หลังจากล้างทำความสะอาดและสูบน้ำที่ใช้ล้างเข้าถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีน้ำที่เหลือจากการทำความสะอาดค้างอยู่ในบ่อสูบประมาณ 20 ลิตร ที่เครื่องสูบน้ำไม่สามารถสูบขึ้นไปได้ ให้ทำการตักออกให้หมด และนำไปทิ้งใส่ถุงรวมกับขยะที่คัดทิ้ง

รูปที่ 4-14 แสดงน้ำที่เหลือค้างอยู่ในบ่อสูบ และการทำความสะอาดโดยการตักออก

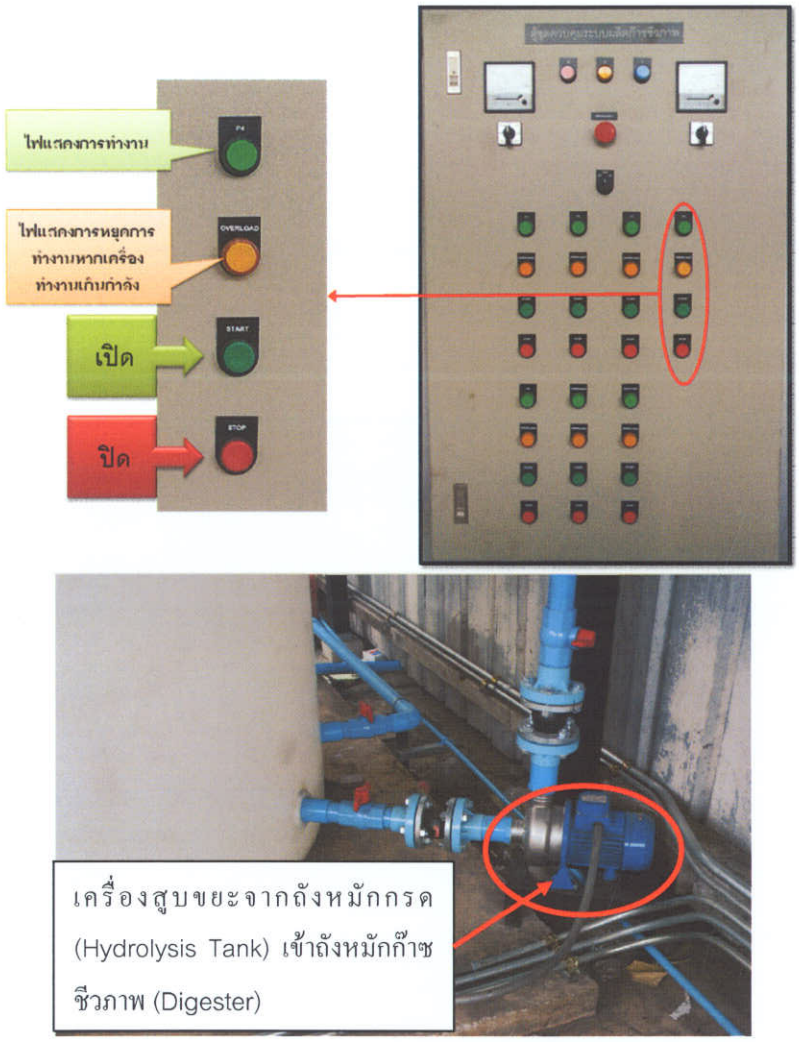
9) เปิดเครื่องสูบเวียนตะกอนในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) เพื่อให้ขยะที่บดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วกันเป็นเนื้อเดียว โดยรอประมาณ 15-20 นาที ก่อนสูบเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ

การเปิดเครื่องสูบเวียนตะกอนอาจเปิดเครื่องสูบ P2 หรือ P3 ตัวใดตัวหนึ่งเพื่อสลับกันทำงาน หรือเปิดพร้อมกันก็ได้เพื่อเพิ่มความแรงในการหมุนเวียนตะกอนในถังและให้คลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันได้เร็วยิ่งขึ้น



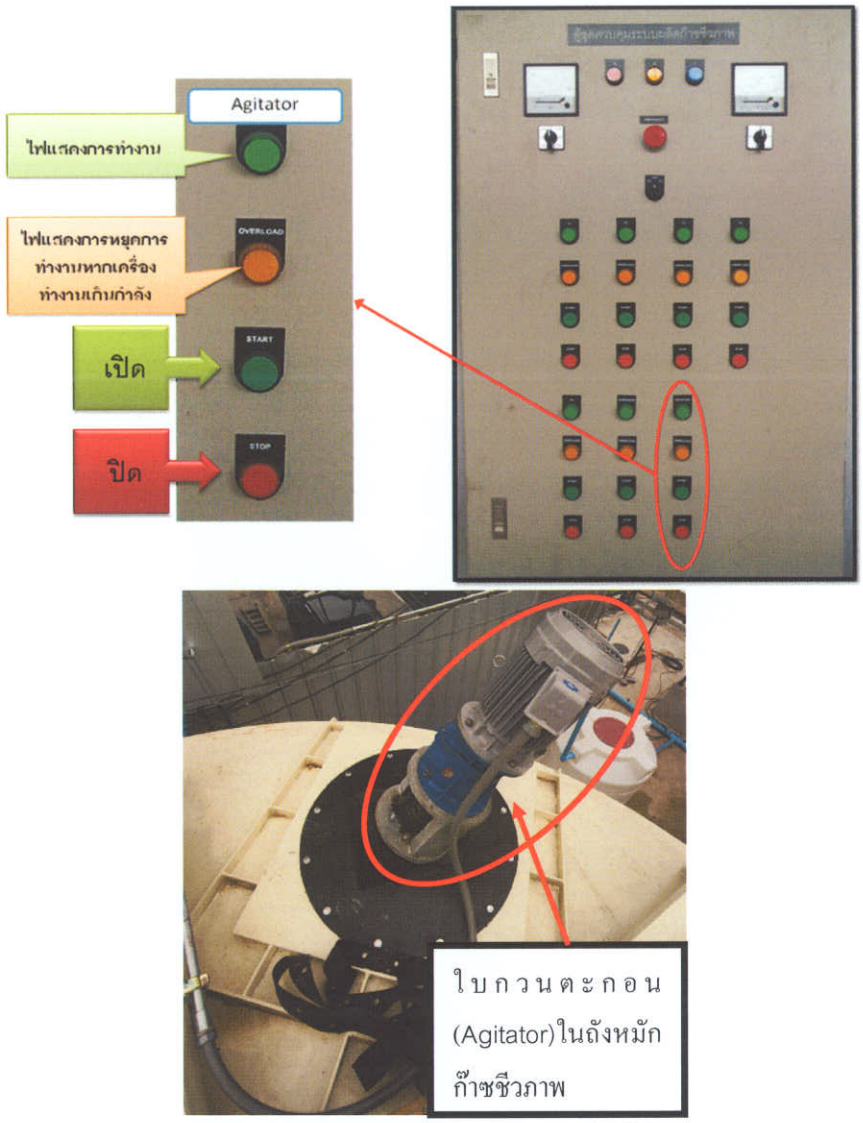
รูปที่ 4-15 รูปแสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบเวียนตะกอน

10) เปิดเครื่องสูบขยะในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) เข้าในถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) โดยเปิดจนกว่าระดับขยะในถังหมักกรดลดลงมาประมาณ 1,000 ลิตร ในกรณีที่มีขยะอินทรีย์เข้าระบบประมาณ 1 ตันต่อวัน หรือเปิดเครื่องสูบจนขยะในถังหมักกรดลดลงมาประมาณ 2,000 ลิตร ในกรณีที่มีขยะอินทรีย์เข้าระบบประมาณ 2 ตันต่อวัน



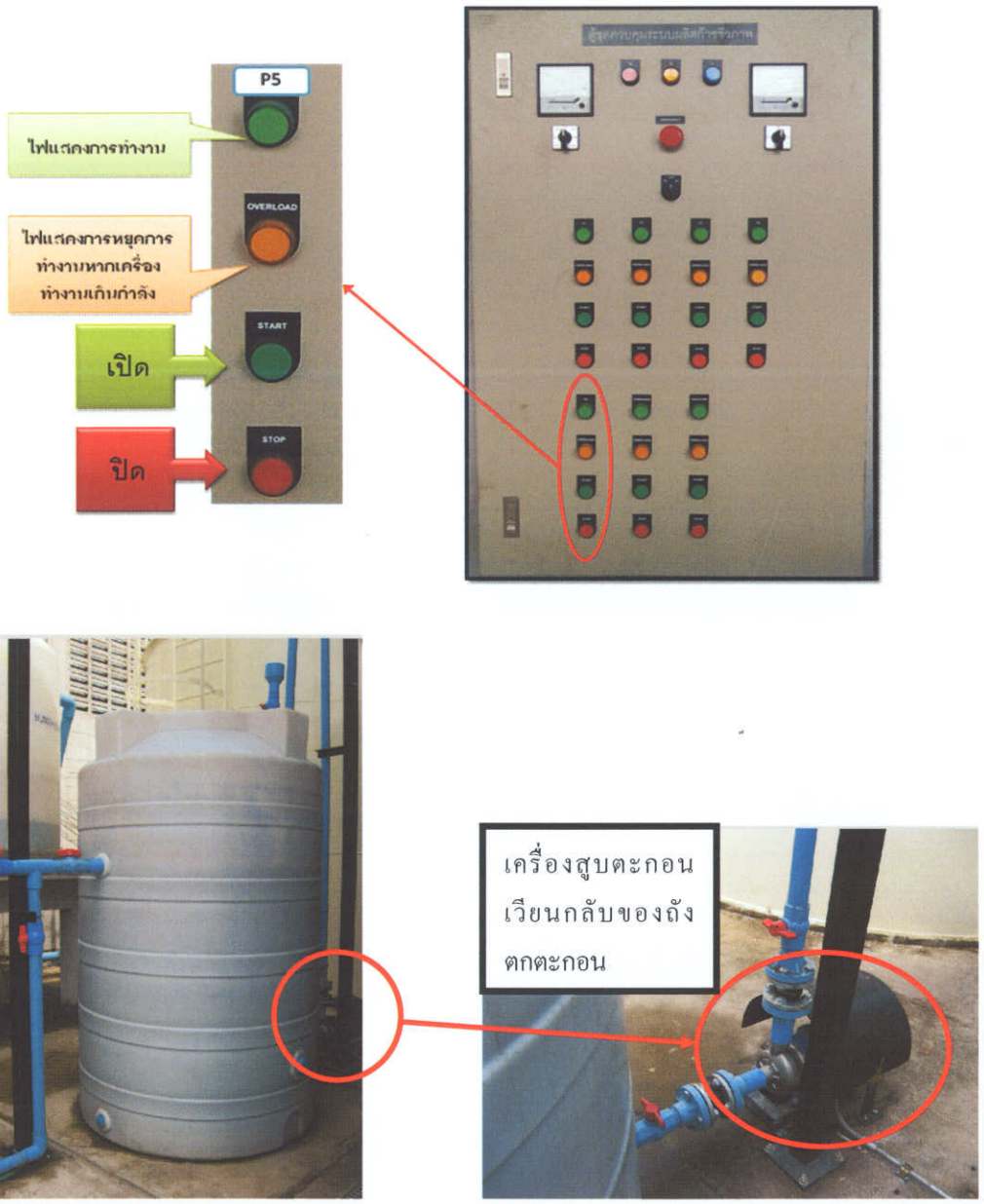
รูปที่ 4-16 แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบขยะเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ

11) หลังจากสูบขยะจากถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) เข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) แล้ว อย่าเพิ่งเปิดสวิทช์ใบกวนทันที ให้ทิ้งระยะเวลาประมาณ 30 นาที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการไหลลัดวงจรของขยะที่เพิ่งเข้าไปใหม่ ซึ่งอาจไหลล้นออกจากถังหมักก๊าซชีวภาพได้ หลังจากผ่านไป 30 นาที แล้วให้ทำการเปิดสวิทช์ใบกวนเพื่อให้แบคทีเรียชนิดผลิตก๊าซมีเทนสัมผัสทั่วถึงกับขยะอินทรีย์ที่เพิ่งเข้าระบบ โดยการเปิดใบกวนจะเปิดทิ้งไว้ประมาณ 3-4 ชั่วโมง แล้วจึงปิด



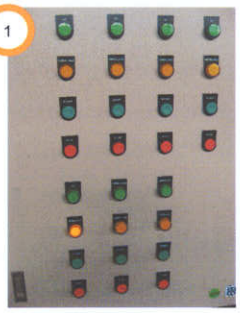
รูปที่ 4-17 แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์ใบกวนตะกอนในถังหมักก๊าซชีวภาพ

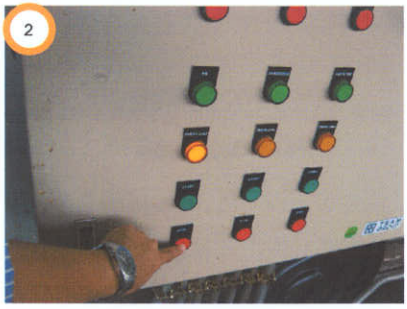
12) เมื่อใบกวนตะกอนในถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) ทำงานครบ 3-4 ชม. ให้กดปุ่มหยุดการทำงาน (Stop) แล้วรอประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำที่ล้นออกไปยังถังตกตะกอนเกิดการตกตะกอนจากนั้นจึงทำการเปิดสวิทช์เครื่องสูบตะกอนเวียนกลับในถังตกตะกอนเพื่อสูบตะกอนกลับเข้าไปในถังหมักก๊าซชีวภาพเพื่อรักษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ของระบบ



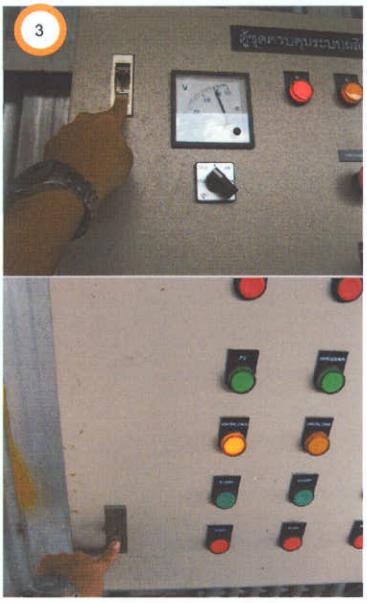
รูปที่ 4-18 แสดงขั้นตอนการเปิดสวิทช์เครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ

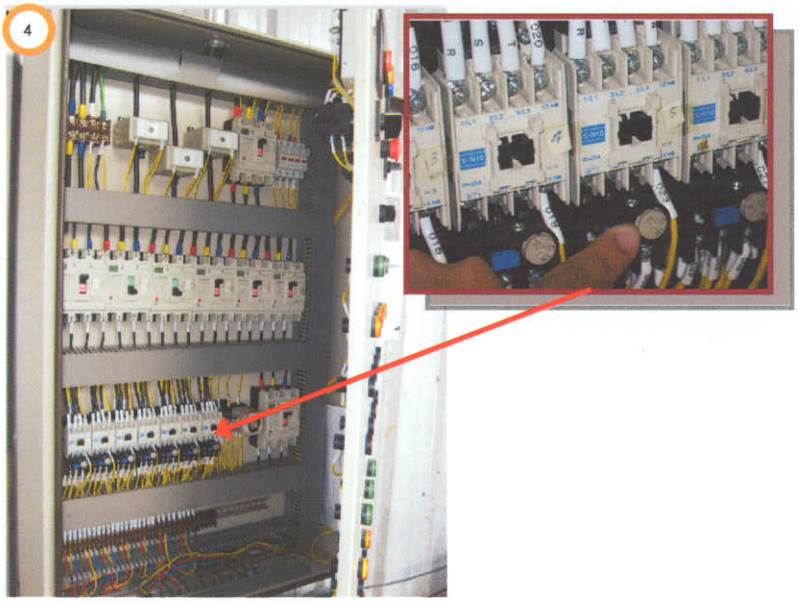
หมายเหตุ : ขณะที่เครื่องจักรทำงานแล้วเครื่องจักรเกิดหยุดทำงานกะทันหันอันเนื่องมาจากการ Overload ซึ่งจะเห็นได้จากตู้ควบคุมว่ามีไฟสีส้มแสดงการ Overload สว่างขึ้นให้แก้ไขโดยการกดสวิทช์หยุดการทำงานของเครื่องจักร (Stop) จากนั้น เปิดตู้ควบคุมออกแล้วทำการกด reset (ปุ่มเล็กๆสีน้ำเงิน) แล้วค่อยกดปุ่มเปิด (Start) เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องจักรใหม่



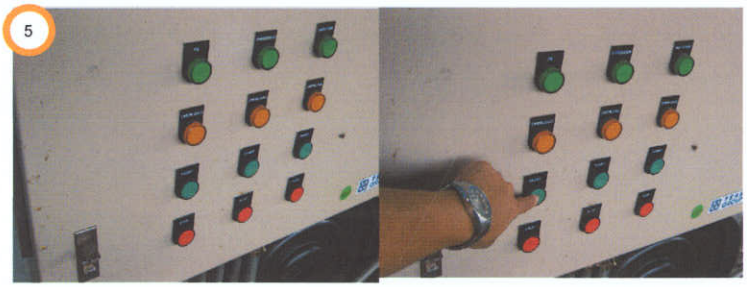


1. เมื่อไฟสีส้มแสดงการ Overload ของเครื่องจักรสว่างขึ้น ให้กดปุ่ม Stop





2. กดปุ่มปลดล็อคตู้ควบคุม แล้วกดปุ่ม reset สีน้ำเงินตามหมายเลขที่เครื่องจักรแสดงการ Overload



3. เมื่อไฟสีส้มแสดงการ Overload ดับ ให้กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องจักรใหม่

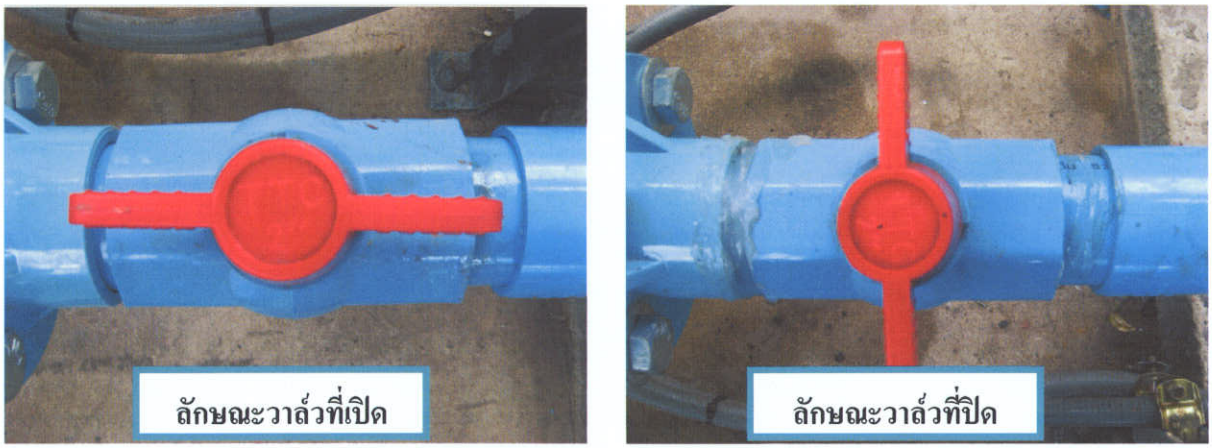
รูปที่ 4-19 แสดงการแก้ปัญหาหากเครื่องจักรเกิดการ Overload

4.2 การควบคุมระบบ

ในการตรวจสอบระบบจะต้องทำการตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องจักรทั้งหมด รวมไปถึงการซ่อมบำรุง ปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่และตรวจปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้ระบบดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.2.1 การตรวจสอบวาล์ว

ก่อนกดปุ่มเริ่มการทำงานของเครื่องสูบในแต่ละตัว จะต้องทำการตรวจสอบวาล์วทุกครั้ง ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ และกำลังเปิดหรือปิดอยู่ (**รูปที่ 4-20**)



รูปที่ 4-20 แสดงลักษณะวาล์วที่เปิด-ปิด

เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น ท่อแตก หรือเครื่องสูบได้รับความเสียหาย โดยการตรวจสอบวาล์วในแต่ละขั้นตอนการทำงาน มีดังนี้

(ก) ถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)

- เครื่องสูบเวียนตะกอนในถังหมักกรด

ก่อนทำการเปิดเครื่องสูบเวียนตะกอนในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) จะต้องทำการตรวจสอบวาล์วบริเวณเครื่องสูบ P2 และ P3 ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

รูปที่ 4-21 แสดงสภาพวาล์วในเครื่องสูบเวียนตะกอนในถังหมักกรด

- เครื่องสูบขยะในถังหมักกรดเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ

ก่อนทำการเปิดเครื่องสูบขยะในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) เข้าไปยังถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) จะต้องทำการตรวจสอบวาล์วบริเวณเครื่องสูบ P4 ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

รูปที่ 4-22 แสดงสภาพวาล์วในเครื่องสูบขยะในถังหมักกรดเข้าถังหมักก๊าซชีวภาพ

(ข) ถังหมักก๊าซชีวภาพ

- บริเวณท่อนำก๊าซชีวภาพ

ตรวจสอบวาล์วท่อนำก๊าซชีวภาพไปยังบอลลูนเก็บก๊าซว่าเปิดอยู่หรือไม่ และไม่ควรอยู่ในสภาพปิดเพื่อป้องกันอันตรายจากแรงดันในถังหมักก๊าซชีวภาพที่อาจสูงเกินไปจนก๊าซไม่สามารถระบายออกทาง Overpressure ได้ทัน

รูปที่ 4-23 แสดงสภาพวาล์วบริเวณท่อนำก๊าซชีวภาพจากถังหมักก๊าซชีวภาพ

- บริเวณท่อนำก๊าซไปยัง Over pressure

วาล์วจากท่อนำก๊าซไปยัง Over pressure จะต้องทำการเปิดไว้ห้ามปิดเด็ดขาดเพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจากแรงดันก๊าซชีวภาพที่เกิดในถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester)

รูปที่ 4-24 แสดงสภาพวาล์วในท่อนำก๊าซชีวภาพไป Overpressure

(ค) บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)

- ถังกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Biogas Conditioner)

จะต้องเปิดวาล์วจากท่อนำก๊าซชีวภาพเข้าถังกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทุกครั้ง

รูปที่ 4-25 แสดงสภาพวาล์วเข้าถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

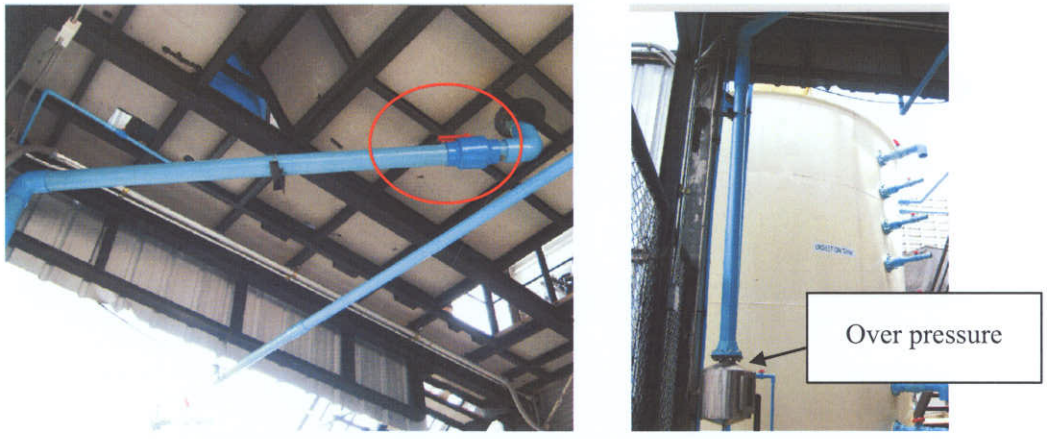
- ท่อนำก๊าซชีวภาพเข้าไปยังบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ

จะต้องเปิดวาล์วจากท่อนำก๊าซชีวภาพเข้าบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพทุกครั้ง

รูปที่ 4-26 แสดงสภาพวาล์วเข้าบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ

- ท่อนำก๊าซชีวภาพจากบอลลูนไปยัง Biogas Flare และ Over pressure

จะต้องเปิดวาล์วจากบอลลูนเก็บก๊าซไปยัง Biogas Flare และ Over pressure ทุกครั้ง



รูปที่ 4-27 แสดงสภาพวาล์วจากบอลลูนเก็บก๊าซไปยัง Over pressure

(ง) ถังตกตะกอน (Settling Tank)

- เครื่องสูบเวียนตะกอนกลับของถังตกตะกอน

ก่อนเปิดเครื่องสูบเวียนตะกอนกลับของถังตกตะกอน (P5) จะต้องตรวจสอบวาล์วก่อนทุกครั้งว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

รูปที่ 4-28 แสดงสภาพวาล์วของครื่องสูบตะกอนเวียนกลับของถังตกตะกอน

- วาล์วท่อน้ำล้นจากถังตกตะกอนไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

จะต้องเปิดวาล์วท่อน้ำล้นอยู่ตลอดเวลา

รูปที่ 4-29 แสดงสภาพวาล์วท่อน้ำล้นของถังตกตะกอน

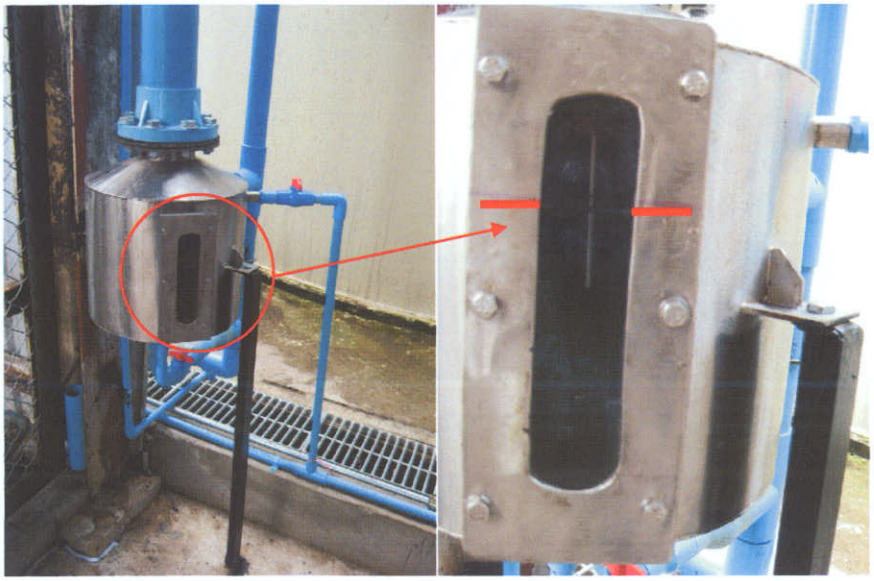
(จ) ถังเก็บตะกอนส่วนเกิน (Sludge Holding Tank)

จะต้องตรวจสอบวาล์วบริเวณท่อถ่ายตะกอนส่วนเกิน และท่อทิ้งตะกอนไปยังลานตากตะกอนให้อยู่ในสภาพปิดตลอดเวลาและจะเปิดก็ต่อเมื่อต้องการนำตะกอนส่วนเกินไปทิ้งเท่านั้น

รูปที่ 4-30 แสดงสภาพวาล์วจากถังหมักก๊าซชีวภาพเข้าถังเก็บตะกอนส่วนเกิน

4.2.2 การตรวจสอบ Over pressure

จะต้องทำการตรวจระดับน้ำใน Over pressure ของถังหมักก๊าซชีวภาพและ Over pressure ของบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพให้มีระดับที่เหมาะสมตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซชีวภาพหลุดออก และเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการหลุดออกของก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 4-31 แสดงระดับน้ำใน Over pressure

4.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ในการตรวจสอบและการติดตามผลของกระบวนการในระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีสองวิธีซึ่งจะต้องทำควบคู่กันไป คือ

- การตรวจสอบด้วยการสังเกต (Visual) โดยสังเกตสภาพการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ว่ายังทำงานได้ปกติอยู่หรือไม่ เช่น สังเกตจากสภาพภายนอกของเครื่องจักรว่ามีส่วนไหนชำรุดหรือมีเสียงดังผิดปกติหรือไม่ เป็นต้น

- การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ (Analytical) โดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำเสีย

การตรวจสอบทั้งสองแบบจะต้องทำงานไปในลักษณะที่พึ่งพาซึ่งกันและกัน การมีความเข้าใจในปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องและตรงกันจะสามารถป้องกันความเสียหายต่อระบบและสามารถแก้ไขระบบหากเกิดปัญหาขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับรายการการตรวจสอบระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ การตรวจสอบรายวัน การตรวจสอบรายเดือน และการตรวจสอบรายปี โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบก๊าซชีวภาพ

ลำดับ	รายละเอียดอุปกรณ์/ระบบที่ต้องตรวจสอบ	ความถี่ในการตรวจสอบ	สถานภาพระบบ	หมายเหตุ
1.	**เครื่องบดขยะอินทรีย์**			
	-สภาพโดยทั่วไป เช่น การทำงานของเครื่องบดขยะอินทรีย์	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		
2.	**บ่อสูบน้ำเสีย**			
	-สภาพการทำงานโดยทั่วไป	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		
3.	**ถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)**			
	-สภาพการทำงานโดยทั่วไป	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		
4.	**ถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester)**			
	-สภาพการทำงานโดยทั่วไป	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		
5.	**บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)**			
	-สภาพการทำงานโดยทั่วไป	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		
6.	**อุปกรณ์นำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์**			
	-สภาพการทำงานโดยทั่วไป	รายวัน		
	-ตรวจสอบอุปกรณ์และบำรุงรักษา	รายเดือน		

คำแนะนำ: สถานภาพระบบหมายถึง ให้ระบุวันสุดท้ายที่พบปัญหาและระบุสาเหตุที่ต้องซ่อมแซม

4.3.1 การตรวจสอบรายวัน

เป็นการตรวจสอบระบบโดยทั่วไปเพื่อตรวจหาความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งปัญหาที่พบบางอย่างอาจต้องรีบแก้ไข เช่น การปรับอัตราการสูบของขยะอินทรีย์เข้าระบบ บางอย่างอาจต้องทำการวางแผนเพื่อที่จะแก้ไขอนาคต การตรวจสอบรายวันจะช่วยให้ทราบถึงความผิดปกติในระบบและทราบถึงความสามารถในการบำบัดของระบบได้เป็นอย่างดี โดยสามารถแบ่งการทำงานเป็นสองส่วน

ก) การดูแลระบบ อุปกรณ์ ตรวจความผิดปกติของอุปกรณ์ต่างๆ

การตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรจะตรวจสอบในสองลักษณะคือ

- การตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน เพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรสภาพการทำงานเพื่อให้ทราบถึงสภาวะการทำงานโดยรวมของเครื่องจักร
- ตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆ มีสภาพการทำงานเป็นอย่างไร เช่น เปิด ปิด หรือส่งซ่อม เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละตัว จะได้นำไปวางแผนในการตรวจซ่อมโดยละเอียดตามชั่วโมงการทำงานต่อไป

นอกจากการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร เจ้าหน้าที่ที่ตรวจสอบระบบจะต้องทำการตรวจสอบสภาพทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 ของมนุษย์ เช่น สีและกลิ่นน้ำในหน่วยบำบัดต่างๆ ลักษณะของตะกอน เสียงของเครื่องจักร เป็นต้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับสภาพวันก่อนๆรวมถึงทำการตรวจวัดจดบันทึกพารามิเตอร์ที่ต้องทำการตรวจวัดที่แหล่งกำเนิดทันที เช่น พีเอช อุณหภูมิ เป็นต้น

รายการที่ต้องทำการตรวจสอบระบบ ได้แก่

1. เครื่องบดขยะอินทรีย์

- สภาพของเครื่องบด เช่น จุดรั่วซึมต่างๆ ระดับน้ำมันเครื่อง สภาพรอยแตกของสายพาน สภาพการทำงานมอเตอร์ ใบตัดขยะอินทรีย์ จะต้องอยู่ในสภาพปกติ

2. บ่อสูบน้ำเสีย

- สภาพของบ่อสูบ เช่น รอยรั่ว รอยแตกร้าว

- สภาพของเครื่องสูบน้ำ ได้แก่ จุดรั่วซึมต่างๆ สภาพการทำงานของมอเตอร์จะต้องอยู่ในสภาพปกติ
- ท่อและข้อต่อต่างๆ จะต้องไม่มีรอยรั่วซึม วาล์วต่างจะต้องทำงานได้
- สถานะการทำงานของเครื่องและไฟแสดงสถานะการทำงานที่ตู้ควบคุม รวมถึงในจุดต่างๆต้องสัมพันธ์กัน

3. ถังหมักกรด

- สภาพโครงสร้างของถังหมักกรดอินทรีย์ เช่น รอยรั่ว รอยแตกร้าว และจุดรั่วซึมของท่อต่างๆ ที่เชื่อมกับโครงสร้างถัง
- สภาพเครื่องกวน ได้แก่ สภาพรอยแตกของสายพาน สภาพการทำงานมอเตอร์จะต้องอยู่ในสภาพปกติ และสายไฟที่เข้าสู่มอเตอร์ต้องอยู่สภาพดี
- จุดยึดของเครื่องกวนกับฐานรองรับต้องมั่นคง
- สภาพเครื่องสูบน้ำเสีย ได้แก่ จุดรั่วซึมต่างๆ สภาพการทำงานของมอเตอร์จะต้องอยู่ในสภาพปกติ
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- สถานะการทำงานของเครื่องและไฟแสดงสถานะการทำงานที่ตู้ควบคุม รวมถึงในจุดต่างๆต้องสัมพันธ์กัน

4. ถังหมักก๊าซชีวภาพ

- สภาพโครงสร้างของถังหมักก๊าซชีวภาพ เช่น รอยรั่ว
- สีและสภาพของตะกอนจุลชีพ
- สภาพเครื่องสูบน้ำเสีย ได้แก่ จุดรั่วซึมต่างๆ สภาพการทำงานของมอเตอร์จะต้องอยู่ในสภาพปกติ

- สภาพเครื่องกวน ได้แก่ สภาพรอยแตกของสายพาน สภาพการทำงานมอเตอร์ ใบตัดขยะอินทรีย์ จะต้องอยู่ในสภาพปกติ
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- สถานะการทำงานของเครื่องกวนและไฟแสดงสถานะการทำงานที่ตู้ควบคุม รวมถึงในจุดต่างๆต้องสัมพันธ์กัน

5. ถังหมุนเวียนตะกอน

- สภาพโครงสร้างของถังหมุนเวียนตะกอน เช่น รอยรั่ว
- สภาพเครื่องสูบน้ำเสีย ได้แก่ จุดรั่วซึมต่างๆ สภาพการทำงานของมอเตอร์จะต้องอยู่ในสภาพปกติ
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- สถานะการทำงานของเครื่องสูบและไฟแสดงสถานะการทำงานที่ตู้ควบคุม รวมถึงในจุดต่างๆต้องสัมพันธ์กัน

6. ถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

- สภาพโครงสร้างของถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เช่น รอยรั่ว
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- ปริมาณฝอยเหล็กภายในถัง

7. ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ

- สภาพโครงสร้างของถังหมุนเวียนตะกอน เช่น รอยรั่ว
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- อุปกรณ์ป้องกันความดันสูงภายในถุง ต้องทำงานปกติ

8. ระบบส่งก๊าซชีวภาพ

- สภาพโครงสร้างของอุปกรณ์ อาทิเช่น จุดรั่วซึมต่างๆ ระดับน้ำมันเครื่อง สภาพการทำงานมอร์เตอร์
- ท่อและข้อต่อต่างๆต้องไม่มีรอยรั่วซึม
- สถานะการทำงานของเครื่องและไฟแสดงสถานะการทำงานที่ตู้ควบคุม รวมถึงในจุดต่างๆต้องสัมพันธ์กัน

ข) การวิเคราะห์น้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

เป็นการตรวจสอบสมรรถภาพของระบบบำบัดทางเคมีและชีวภาพ โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำในจุดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในระบบบำบัด ไปหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆและนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ การเดินระบบก๊าซชีวภาพให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จำเป็นต้องมีการตรวจวิเคราะห์และบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบฯ อย่างสม่ำเสมอ โดยต้องทำการตรวจสอบสภาวะของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนี้

1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์มาก ช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสำหรับถังแต่ละถัง มีดังนี้

- *ถังหมักกรด* แบคทีเรียที่สร้างกรดอินทรีย์สามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ต่ำถึง 4.5 โดยไม่เป็นอันตราย
- *ถังหมักก๊าซชีวภาพ* แบคทีเรียที่สร้างก๊าซมีเทน มีพีเอชอยู่ในช่วง 6.8 – 7.2

2. อัลคาไลนิตี้ (Alkalinity)

ค่าอัลคาไลนิตี้ หมายถึง ความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่าง ถ้าค่าอัลคาไลนิตี้ต่ำ จะต้องเพิ่มความระมัดระวังในการควบคุมการทำงานของถังผลิตก๊าซชีวภาพ เพราะมีแนวโน้มจะเป็นกรดได้ง่าย ค่าอัลคาไลนิตี้ที่เหมาะสมต่อระบบหมักมีค่าประมาณ 1,000-1,500 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

3. กรดอินทรีย์ระเหยง่าย

กรดอินทรีย์ระเหยง่ายนี้เกิดจากการทำงานของแบคทีเรียพวกสร้างกรด ซึ่งจะถูกนำไปใช้โดยแบคทีเรียพวกสร้างก๊าซมีเทน แต่ถ้าใช้ไม่ทันจะเกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่าย ส่งผลให้ค่า pH ลดลง ทำให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างมีเทน โดยทั่วไปปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในถังหมักไม่ควรเกิน 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร แต่อาจทนได้ถึง 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร

4. วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง

การเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์จะเน้นเก็บที่บริเวณถังหมักก๊าซชีวภาพเป็นหลัก เนื่องจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และการบำบัดสารอินทรีย์ จะเกิดในถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) ค่าพารามิเตอร์ที่ควรทำการตรวจวัดในถังหมักก๊าซชีวภาพ ได้แก่ pH VFA Alkalinity สำหรับในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank) การเก็บน้ำตัวอย่างมาวัดค่า VFA Alkalinity อาจไม่จำเป็นต้องตรวจวัดทุกวัน แต่จะตรวจวัดในกรณีที่ประสิทธิภาพของระบบเริ่มลดลง หรือค่า pH ในถังหมักก๊าซชีวภาพเริ่มลดลง รูปแสดงจุดเก็บตัวอย่างในถังหมักกรดและถังหมักก๊าซชีวภาพ แสดงใน**รูปที่ 4-32** และ**รูปที่ 4-33** ตามลำดับ

รูปที่ 4-32 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)

รูปที่ 4-33 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในถังหมักก๊าซชีวภาพ Digester

ในการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำตัวอย่างตามจุดต่างๆ ที่กำหนดตามแผน โดย pH เป็นพารามิเตอร์ที่วัดได้ง่ายและรวดเร็วที่สุดในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ หากค่า pH ที่ถังหมักก๊าซชีวภาพต่ำกว่า 6.8 แสดงว่าระบบเริ่มมีปัญหา และควรตรวจสอบค่าพารามิเตอร์อื่นๆ โดยส่งไปตรวจในห้องทดลอง เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุการเปลี่ยนแปลงของระบบ โดยการเก็บคุณภาพน้ำอื่นๆ ควรเติมตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดเก็บตัวอย่างและเก็บตัวอย่างน้ำในภาชนะที่รักษาความเย็นได้แล้วเติมน้ำแข็งจนเต็มภาชนะนั้น ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปฏิกิริยาการย่อยสลายที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง การดำเนินการตรวจสอบระบบควรทำอย่างต่อเนื่อง ความถี่การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ แสดงดังต่อไปนี้

จุดตรวจสอบ	pH	COD	Alkalinity	VFA
ถังหมักกรด (Hydrolysis Tank)	ทุกวัน	เมื่อเกิดปัญหา	เมื่อเกิดปัญหา	เมื่อเกิดปัญหา
ถังผลิตก๊าซชีวภาพ (Digester)	ทุกวัน	เมื่อเกิดปัญหา	ทุกวัน	ทุกวัน

4.3.2 การตรวจสอบรายเดือน

สำหรับรายการในการตรวจสอบรายเดือนจะเป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือและเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงการตรวจซ่อม การบำรุงรักษาเครื่องจักร เช่น การตรวจสภาพของมอเตอร์ และกำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบ เป็นต้น

4.3.3 การตรวจสอบรายปี

จะเป็นการทำความสะอาดระบบ โดยจำเป็นต้องหยุดเดินเป็นเวลา 2-3 วัน เพื่อทำตรวจสอบในส่วนที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ในช่วงเวลาปกติ เช่น ใบกวนภายในระบบ ระบบส่งก๊าซชีวภาพ

ตัวอย่างการทำตารางการตรวจสอบระบบ แสดงใน**ตารางที่ 4-1** ถึง**ตารางที่ 4-2** ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 ตารางจดบันทึกขยะเข้าประจำวัน

รายการบันทึก	นำหนักขยะเข้า (กิโลกรัม)			นำหนักขยะที่คัดออก (กิโลกรัม)	น้ำหนักขยะเข้าสุทธิ (กิโลกรัม)
	เศษผัก	เศษผลไม้	เศษอาหาร		
รอบเช้า					
รอบบ่าย					

ตารางที่ 4-2 ตารางจดบันทึกผลวิเคราะห์น้ำเสีย

วันที่	จุดวิเคราะห์น้ำ	พารามิเตอร์ที่วัด			
		pH	VFA (mg/L as CaCO3)	Alkalinity (mg/L as CaCO3)	COD (mg/L)
1	Hydrolysis Tank				
	Digester				
2	Hydrolysis Tank				
	Digester				

4.4 การเริ่มต้นเดินระบบ (Start up)

4.4.1 หลักการเริ่มต้นเดินระบบ

ในการเริ่มต้นเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพนั้น จำเป็นจะต้องใช้เชื้อแบคทีเรียที่สามารถใช้สารอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ ดังนั้นในการเริ่มต้นระบบจะต้องใช้หัวเชื้อแบคทีเรียจากมูลสัตว์แล้วค่อยๆเลี้ยงในสภาพไร้อากาศโดยการป้อนขยะอินทรีย์ให้แบคทีเรียทุกๆวัน โดยเริ่มจากน้อยก่อน เมื่อประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยดูได้จากปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น และประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นแล้ว ให้ค่อยๆเพิ่มปริมาณขยะอินทรีย์ให้แบคทีเรีย ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนสามารถบำบัดสารอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ที่ปริมาณขยะที่ต้องการเข้าระบบในแต่ละวัน ในที่นี้คือปริมาณขยะเข้าระบบ 1-2 ตันต่อวัน

4.4.2 การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับการเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับการเดินระบบนั้น เราสามารถใช้มูลสัตว์ เช่น มูลหมู หรือมูลวัว ในการเริ่มเดินระบบ หรืออาจใช้เชื้อตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้อากาศ เช่น เชื้อตะกอนจากระบบ UASB เชื้อตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Covered Lagoon หรือเชื้อตะกอนจากระบบย่อยตะกอนชนิด Anaerobic Digester เป็นต้น การใช้เชื้อจากระบบดังกล่าวจะช่วยให้การเริ่มต้นเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ของ ตลาด อตก. สามารถเริ่มได้เร็วขึ้น เพราะเชื้อตะกอนดังกล่าวมีความเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพอยู่แล้ว โดยไม่ต้องทำการเลี้ยงใหม่ และยังประหยัดเวลาในการเลี้ยงเชื้ออีกด้วย การใช้หัวเชื้อแบคทีเรียในการเริ่มต้นเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้งจากมูลสัตว์ และจากเชื้อตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้อากาศมีความแตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 4-3 ตารางเปรียบเทียบหัวเชื้อแบคทีเรียในการเริ่มต้นเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ลำดับ	รายละเอียด	หัวเชื้อจากมูลสัตว์	หัวเชื้อจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้อากาศ
1	ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ	นาน (ประมาณ 6-8 เดือน เนื่องจากต้องเริ่มเลี้ยง โดยการค่อยๆป้อนอาหารให้แบคทีเรียในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม)	ไม่นาน (อาจใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ในการปรับตัวของแบคทีเรียให้สามารถรับสารอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ของตลาด อตก. ได้)
2	การเริ่มดำเนินงาน	ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญดูแลให้คำปรึกษาในช่วงเริ่มต้น	ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่เดินระบบสามารถทำงานได้ทันที

บทที่ 5

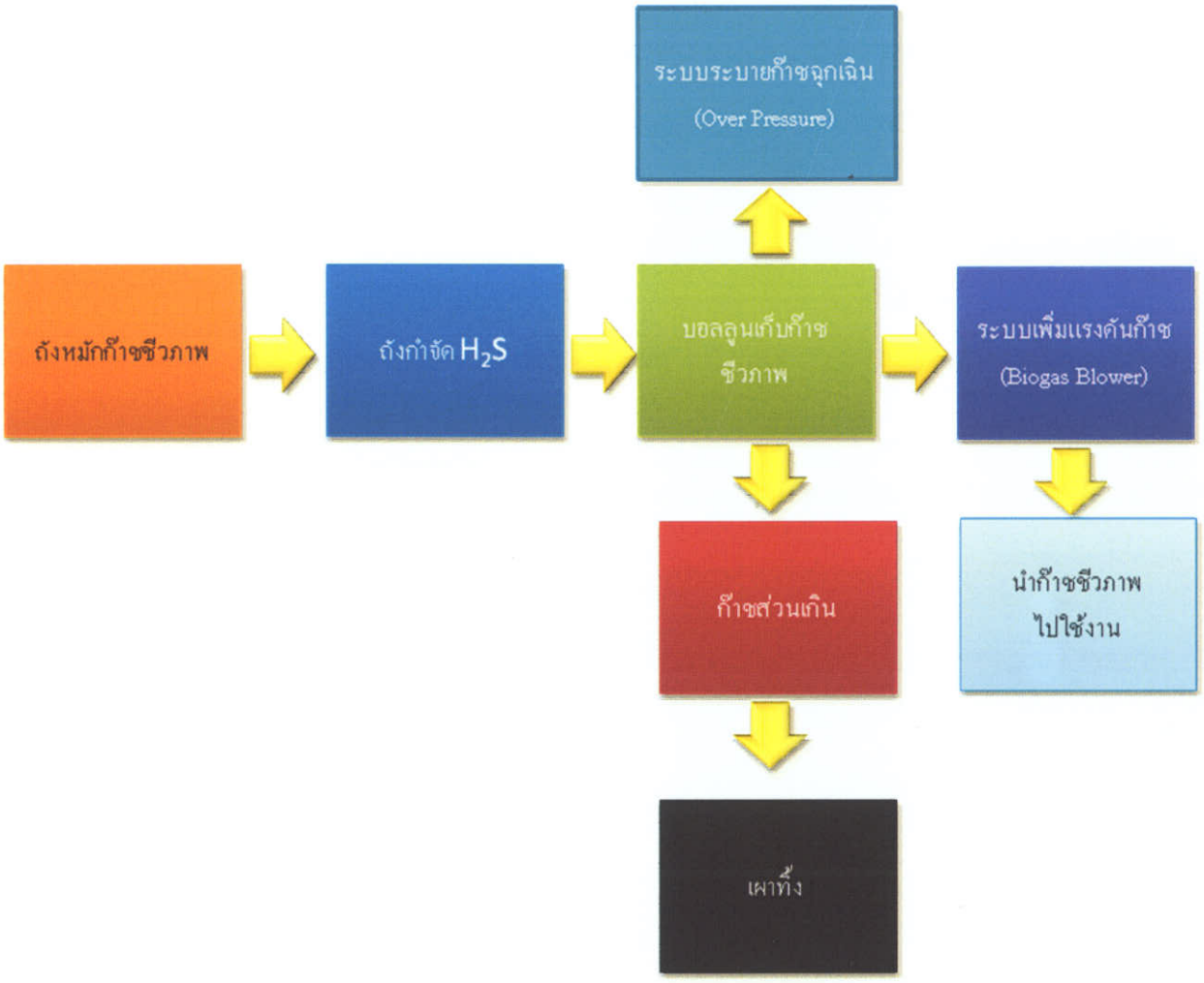
การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

บทที่ 5

การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

5.1 ขั้นตอนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ขั้นตอนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานสำหรับระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ของตลาด อตก. แสดงใน**รูปที่ 5-1**



รูปที่ 5-1 แสดงขั้นตอนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

5.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

5.2.1 ถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Biogas Conditioning Tank)

ก๊าซชีวภาพที่ถูกผลิตขึ้นจากถังหมักก๊าซชีวภาพ (Digester) จะถูกเก็บไว้ในบอลลูนเก็บก๊าซ โดยก่อนเข้าไปในบอลลูนเก็บก๊าซ ก๊าซชีวภาพจะผ่านถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งใช้สำหรับกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อนเข้าไปเก็บในบอลลูน เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจไปกัดกร่อนอุปกรณ์ใช้งานอื่นๆที่ทำจากวัสดุเหล็กได้

รูปที่ 5-2 แสดงถังกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

5.2.2 บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas Holder)

บอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพใช้สำหรับเก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้น โดยจะกักเก็บไว้ในบอลลูนจนเต็มก่อนนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน ทำให้สามารถใช้งานก๊าซชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 5-3 แสดงบอลลูนเก็บก๊าซชีวภาพ

5.2.3 ระบบระบายก๊าซฉุกเฉิน (Over pressure)

ระบบระบายก๊าซฉุกเฉินใช้ในกรณีควบคุมแรงดันในบอลลูนเก็บก๊าซไม่ให้สูงเกินค่าที่กำหนด และใช้ในกรณีที่ระบบเผาก๊าซส่วนเกินไม่สามารถเผาก๊าซชีวภาพทิ้งได้ทัน เพื่อป้องกันอันตรายจากแรงดันของก๊าซชีวภาพ โดยก๊าซชีวภาพส่วนเกินที่เกิดขึ้นจะถูกระบายออกสู่ชั้นบรรยากาศผ่านระบบระบายก๊าซฉุกเฉิน (Over pressure)

รูปที่ 5-4 แสดงระบบระบายก๊าซฉุกเฉิน

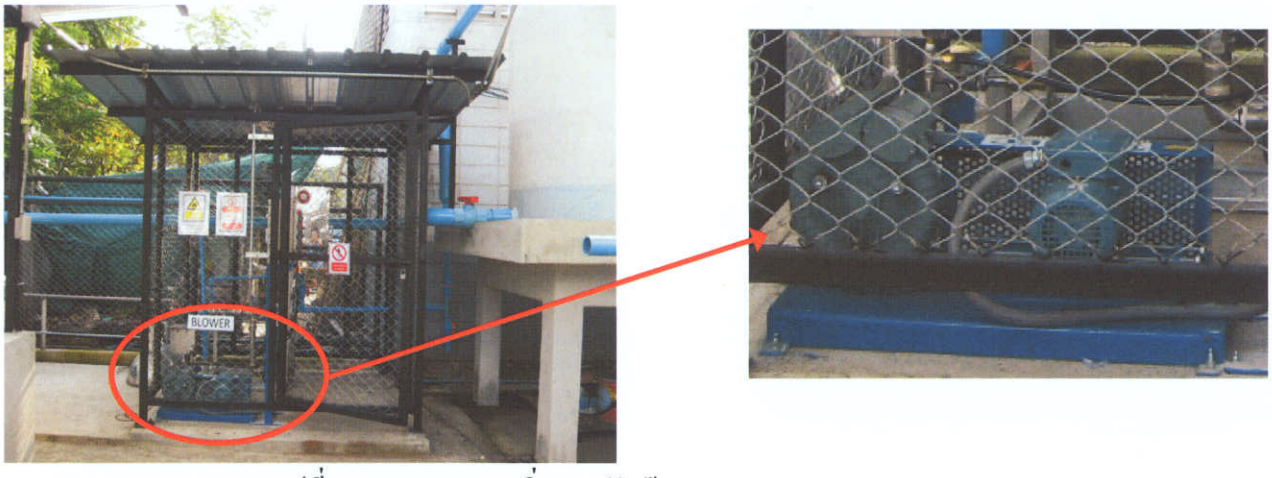
5.2.4 ระบบเผาก๊าซส่วนเกิน (Biogas Flare)

ระบบเผาก๊าซส่วนเกินใช้สำหรับเผาก๊าซชีวภาพทิ้ง โดยจะเผาทิ้งเมื่อแรงดันก๊าซชีวภาพที่เก็บในบอลลูนเก็บก๊าซเกินค่าที่กำหนด หรือใช้ในกรณีที่อัตราการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน น้อยกว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ก๊าซชีวส่วนเกินจะถูกนำไปเผาทิ้งเพื่อป้องกันอันตรายจากแรงดันก๊าซที่อาจเพิ่มขึ้น

รูปที่ 5-5 ระบบเผาก๊าซส่วนเกิน (Biogas Flare)

5.2.5 ระบบเพิ่มแรงดันก๊าซ (Biogas Blower)

โดยทั่วไปก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมีแรงดันค่อนข้างต่ำกว่าก๊าซหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือน ดังนั้นจะต้องทำการเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพและเพิ่มแรงดันก๊าซก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งจะทำให้สามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้สำหรับหุงต้มที่จุดใช้งานของตลาด อตก. ได้ดีขึ้น นอกจากนี้บริเวณจุดใช้งานก๊าซชีวภาพตั้งอยู่ห่างจากที่ตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จึงจำเป็นต้องเพิ่มแรงดันก๊าซให้สามารถนำไปใช้ยังจุดใช้งานและสามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง

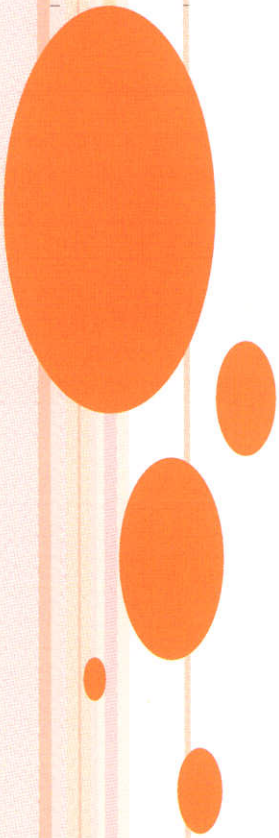


รูปที่ 5-6 แสดงระบบเพิ่มแรงดันก๊าซ (Biogas Blower)

รูปที่ 5-7 แสดงจุดใช้งานก๊าซชีวภาพตลาด อตก.

บทที่ 6

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน



บทที่ 6

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ในส่วนนี้จะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาในส่วนของความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้การดูแลตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบนั้นเป็นไปอย่างรอบคอบ รัดกุม และเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของผู้ควบคุมและดูแลระบบ นอกจากนี้ยังเพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานในการทำงานให้กับท้องถิ่นด้วย สำหรับเนื้อหาดังกล่าวจะเป็นการอธิบายถึงหลักการโดยทั่วไปและกฎต่าง ๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีอื่น ๆ ได้เพื่อความปลอดภัยในการทำงานทั่วไป กฎในการทำงานเฉพาะด้านต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยสำหรับการทำงานในโรงบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งการปฐมพยาบาลในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น

ความปลอดภัย (Safety) หมายถึง การปราศจากภัยหรืออันตรายหรือไม่มีอุบัติเหตุนั่นเอง

อุบัติเหตุ (Accident) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดการณ์ หรือวางแผนไว้ล่วงหน้า ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลกระทบต่อการทำงาน ต่อผลผลิต อาจทำให้ทรัพย์สินเสียหาย หรือทำให้คนได้รับบาดเจ็บหรือพิการ หรือร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้

ลักษณะของอุบัติเหตุที่มักเกิดขึ้น ได้แก่

1) ชนหรือกระแทก (Struck Against)
2) ของกระเด็นใส่ (Struck By)
3) ของตกลงใส่ (Fall to Below)
4) หกล้ม (Fall on Same Level)
5) ถูกดึงเข้าไป (Caught In)
6) ถูกทับ (Caught On)
7) ถูกหนีบ (Caught Between)
8) สัมผัสกับ (Contact With)
   - ไฟฟ้า
   - สารเคมี
   - ความร้อน
   - ความเย็น

- เสียง
- รังสี

6.1 การป้องกันอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุจะป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสังเกต และเข้าใจเครื่องหมายความปลอดภัยต่าง ๆ เครื่องหมายความปลอดภัยจะติดไว้ในสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยเป็นพิเศษ เช่น สถานที่เก็บสิ่งของอันตราย หรือสถานที่ที่พนักงานต้องทำงานเสี่ยงกับอันตราย เป็นต้น ดู**รูปที่ 6-1** แสดงตัวอย่างป้ายความปลอดภัย สำหรับกฎที่ควรปฏิบัติกับเครื่องหมายความปลอดภัย มีดังนี้

กฎข้อที่ 1 ต้องสังเกต และทำความเข้าใจกับเครื่องหมายความปลอดภัยทุกเครื่องหมายอย่างถ่องแท้

กฎข้อที่ 2 ห้ามเคลื่อนย้ายตำแหน่งหรือนำเอาแผ่นป้ายเครื่องหมายความปลอดภัยออก

กฎข้อที่ 3 เครื่องหมายความปลอดภัยต้องสมบูรณ์ ชัดเจน และสะอาด

รูปที่ 6-1 แสดงตัวอย่างป้ายความปลอดภัย

6.2 ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

1) ข้อพึงปฏิบัติทั่วไป

1. ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
2. ห้ามนำไม้ขีดไฟ หรือไฟแช็กชนิดจังหวะเดียวเข้าไปในบริเวณที่ห้ามสูบบุหรี่
3. ห้ามหุงต้มอาหารในบริเวณที่ห้ามสูบบุหรี่
4. ห้ามเก็บเสื้อผ้า รองเท้า หมวก ถุงมือ และของใช้ส่วนตัวอื่น ๆ ไว้ในที่ตามใจชอบให้จัดเก็บไว้ในตู้ที่จัดไว้ให้เท่านั้น
5. ควรรักษาความสะอาดของเครื่องใช้ประจำตัวอย่างสม่ำเสมอ
6. ห้ามบ้วนน้ำลายลงบนพื้นในบริเวณที่ทำงาน
7. ให้ทิ้งขยะมูลฝอยในถังที่จัดไว้ให้เท่านั้น
8. ต้องสวมเสื้อผ้า รองเท้าให้เรียบร้อยตลอดเวลาที่ทำงานและสวมหมวกพร้อมทั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตรายอื่น ๆ ที่จำเป็น
9. หากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นให้รีบรายงานต่อผู้บังคับบัญชาทันที
10. หากรู้สึกเจ็บป่วยในเวลาทำงานให้รีบรายงานต่อผู้บังคับบัญชาเพื่อจะได้ทำการรักษาพยาบาลทันที
11. ให้เดินตามทางที่จัดไว้อย่าวิ่งเมื่อไม่มีเหตุจำเป็น
12. จัดเก็บและเรียงสิ่งของให้เป็นระเบียบ เพื่อให้มีทางเดินหรือทำงานได้สะดวกและปลอดภัย
13. ห้ามเล่นเย้าแหย่ หรือหยอกล้อกันในบริเวณที่ทำงาน
14. ต้องเรียนรู้วิธีการดับเพลิงและการใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทต่าง ๆ

2) หลีกเลี่ยงการเข้าทำงานในสถานที่อับอากาศ ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

หลีกเลี่ยงการเข้าทำงานใน**สถานที่อับอากาศ เช่น การลงภายในถังหมักกรดอินทรีย์และถังหมักก๊าซชีวภาพ** ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักขยะอินทรีย์ จะมีความเข้มข้น CO_2 CH_4 NH_3 H_2S สูงภายในถัง ทำให้ระดับออกซิเจน (O_2) ลดต่ำลงมากจนคนหมดสติ ถึงตายได้ถ้าช่วยไม่ทัน นอกจากนั้นก๊าซอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการสลายตัว เป็นก๊าซที่ไม่มีอันตรายโดยตรงหรือไม่ทราบอันตราย แต่มีกลิ่นซึ่งรบกวนความเป็นอยู่สุขสบายของมนุษย์ ก๊าซชนิดต่างๆมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี ก่อให้เกิดพิษต่อคน สัตว์และพืชได้ในลักษณะต่างๆ กันถ้ามีความเข้มข้นสูงเกินบางชนิดมีผลรบกวนต่อประสาทสัมผัส บางชนิดมีผลระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อบุในทางเดินหายใจและนัยน์ตา สำหรับก๊าซที่มีผลกระทบ

มากที่สุด คือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งหนักกว่าอากาศทำให้สะสมอยู่ภายในถัง จนมีปริมาณมากและแทนที่อากาศ ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในบ่อมีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งคุณสมบัติของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมื่อหายใจเข้าไปทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ คลื่นไส้ ถ้าได้รับปริมาณมากๆจะทำให้หมดสติ อาจทำให้เสียชีวิตได้

การเข้าทำงานในสถานที่อับอากาศ ต้องสังเกตุป้ายแจ้งข้อความ "ที่อับอากาศ อันตราย ห้ามเข้า" บริเวณทางเข้าออกที่อับอากาศ

3) ห้ามมิให้ลงไปบำรุงรักษาเมื่ออุปกรณ์ยังทำงานอยู่

ห้ามมิให้ลงไปบำรุงรักษา ขณะปั้มน้ำเสียภายในบ่อทำงานอยู่ หรือยังไม่ได้ตัดไฟจาก Main Breaker เพราะอาจจะได้รับอันตรายจากไฟฟ้าดูด

4) จัดเตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัย

การป้องกันบางครั้งจำเป็นต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เหมาะสมไว้ให้ เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง ตู้ปฐมพยาบาล อุปกรณ์ระบายอากาศ

6.3 การปฐมพยาบาลเนื่องจากอุบัติเหตุภายในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

<u>การปฐมพยาบาลบาดแผล</u>

1. รักษาความสะอาดของแผล
2. ถ้าบาดแผลเล็กน้อยใช้น้ำต้มอุ่นกับสบู่ล้างแผล
3. ทายาฆ่าเชื้อโรครอบแผล
4. เอาผ้าสะอาดที่ฆ่าเชื้อโรคแล้วปิดแผลไว้ แล้วใช้ผ้าพันแผลพันทับอีกครั้งหนึ่ง
5. ถ้าบาดแผลลึก หรือฉีกขาดมาก ขนาดที่ต้องส่งแพทย์เย็บให้ใช้ผ้า สะอาดปิดแผลไว้ ถ้ามีเลือดออกใช้ผ้าพันหรือกดแผลไว้
6. รีบนำส่งแพทย์

<u>แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก</u>

แผลถูกไฟไหม้หรือน้ำร้อนลวก แผลที่เกิดจากไฟ วัตถุร้อนจัด น้ำร้อน ไอน้ำ หรือจากวัตถุเคมี มักจะทำลายผิวหนัง และอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแผล

1. ลดความเจ็บปวด โดยแช่ส่วนที่ถูกไฟไหม้ในน้ำเย็นหรือน้ำแข็งนานราว 30 นาที
2. เอาผ้าวาสลินกอซบางชิ้นเดียว ปิดแล้วพันผ้าไว้
3. ก่อนนำส่งแพทย์ ต้องให้ผู้ป่วยได้รับความอบอุ่น โดยให้ใส่เสื้อผ้าแห้งและหนา
4. ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำมากๆ เพื่อทดแทนน้ำและน้ำเหลืองที่ร่างกายเสียไป

การปฐมพยาบาลคนป่วนลม

1. ให้ผู้ป่วยนอนราบและพาเข้าที่ร่ม
2. พยายามลดความร้อนในร่างกาย
3. ให้ดื่มน้ำปนน้ำเกลือเล็กน้อยจำนวนมากๆ
4. ส่วนผสมอาจเป็นดังนี้
   น้ำ 1 แก้ว ปนเกลือครึ่งช้อนกาแฟ และให้ดื่มจำนวนมากๆ บ่อยๆ

ห้ามเลือด

1. ใช้ผ้าสะอาด สำลี ทิชชู กดบนบาดแผล ใช้ได้กับอวัยวะทุกแห่ง หรืออาจรวบขอบแผลทั้ง 2 ข้างเข้าหากันแล้วกดไว้นาประมาณ 5 นาที ถ้าบาดแผลใหญ่ให้กดจนกว่าเลือดจะหยุด
2. ใช้นิ้วมือกดลงบนแผลในกรณีที่มีการฉีกขาดของเส้นเลือดใหญ่ โดยการกดพยายามให้เส้นเลือดอยู่ระหว่างมือกับกระดูกในบริเวณนั้น ยกบริเวณนั้นให้สูงแล้วรีบนำส่งแพทย์
3. ใช้สายรัดห้ามเลือด เมื่อมีการฉีกขาดของเส้นเลือดแดง ถ้าเลือดไหลมากผู้ป่วยอาจตายได้ บาดแผลที่มือ แขน ขา เท้าหรือนิ้วเลือดจะหยุดเร็วขึ้น ถ้าใช้สายรัดช่วย ซึ่งอาจใช้เนคไท เศษผ้า ผ้าเช็ดตัวหรือหลอดยางขนาดเล็ก สายรัดก็ได้