สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ถังแบบจำลองระบบเอเอ็มบีอาร์ จำนวน 1 ถังปฏิกิริยา เพื่อใช้ดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ด้วยระบบเอเอ็มบีอาร์ โดยจะทำการศึกษาความสามารถของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการรองรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ และสภาวะที่เหมาะสมของระบบเอเอ็มบีอาร์ในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ลักษณะทางกายภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบเอเอ็มบีอาร์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง ปริมาณก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในระบบเอเอ็มบีอาร์

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading)

2.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลในระบบเอเอ็มบีอาร์ โดยทำการศึกษาได้จากการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้

2.2.1 อุณหภูมิ (Temperature)

2.2.2 พีเอช (pH)

2.2.3 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD)

2.2.4 ซีโอดีทั้งหมด (Total Chemical Oxygen Demand; TCOD)

2.2.5 ซีโอดีละลาย (Soluble Chemical Oxygen Demand; SCOD)

2.2.6 สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity; ALK)

2.2.7 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids; SS)

2.2.8 ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (Volatile Suspended Solids; VSS)

2.2.9 กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile Fatty Acids; VFAs)

2.2.10 ไนโตรเจน (Total Kieldahl Nitrogen; TKN)

2.2.11 ปริมาณก๊าซชีวภาพ (Biogas)

2.2.12 ปริมาณก๊าซมีเทน (Methane Gas)

2.2.13 ลักษณะเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ (Granular Characteristic)

2.3 ตัวแปรควบคุม

2.3.1 ระยะเวลากักเก็บน้ำ (Hydraulic Retenion Time; HRT)

2.3.2 อัตราความเร็วรอบการกวนใบพัด

3. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 แบบจำลองถังปฏิกิริยาระบบเอเอ็มบีอาร์ในห้องปฏิบัติการ เป็นถังปฏิกิริยาทรงลูกบาศก์ทำจากอะครีลิคใส มีความหนา 0.5 เซนติเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนกลางทางน้ำเข้าและทางน้ำออก 2.5 เซนติเมตรมีปริมาตรบรรจุโดยรวม 22.5 ลิตรจำนวน 1 ถัง

3.1.2 เครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ (Metering Pump) เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Metering Pump ยี่ห้อ Iwaki สามารถปรับอัตราการสูบได้

3.1.3 เครื่องวัดปริมาณแก๊ซชีวภาพ (Counter Gas) เป็นกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 24 เซนติเมตร ทำจากพลาสติกอะคริลิกใส จำนวน 1 ชุด ภายในกล่องประกอบด้วยส่วนดรัม (คล้ายกระดานหก) ที่ทำหน้าที่คอยดักก๊าซที่ถูกปล่อยผ่านท่อเก็บก๊าซและส่วนของเครื่องนับที่แสดงจำนวนการพลิกของดรัม ซึ่งใช้หลักการทำงานโดยอาศัยแรงดันของก๊าซทำให้เกิดการแทนที่น้ำ

3.1.4 เครื่องควบคุมใบพัดกวน(Stirrer Mixing) เป็นเครื่องควบคุมใบพัดกวนยี่ห้อ Stirrer ESรุ่น RW 20 แสดงค่าความเร็วรอบในการหมุนแบบดิจิตอล ความเร็วรอบที่ต้องการใช้ในการทำงานเท่ากับ 60 รอบต่อนาที ใบพัดที่ใช้เป็นแบบ Turbine มีความยาว 10 เซนติเมตร ขนาดความกว้างใบพัด 5 เซนติเมตร และมีความยาวของก้านใบพัดยาว 20 เซนติเมตร

3.1.5 ถังพักน้ำเสียปริมาตร 60 ลิตร จำนวน 2 ถัง ใช้สำหรับเป็นถังป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด และรองรับน้ำทิ้งที่ปล่อยออกมาจากระบบบำบัด โดยมีฝาปิดและจะมีสายยางจุ่มน้ำสำหรับปั๊มน้ำสูบเข้าระบบและออกจากระบบ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

3.2.1 อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ซีโอดีแบบปิด (Closed Reflux)

3.2.2 อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์บีโอดี

3.2.3 อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ของแข็ง

3.2.4 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ของ CONSORT รุ่น C 830

3.2.5 โถดูดความชื้น (Desicater)

3.2.6 เตาอบแห้ง (Hot Air Oven)

3.2.7 เตาเผา 550 องศาเซลเซียส (Furnace)

3.2.8 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง ของ DIETHELM รุ่น GR-200

3.2.9 กระดาษกรองใยแก้ว GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 มม.

3.2.10 เครื่องกลั่นวิเคราะห์กรดไขมันระเหยง่าย ของ VELP UDK 126 D

3.2.11 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) แบบกระเปาะเปียก

3.2.12 เครื่องวัดปริมาณก๊าซมีเทน (Biogas Meter) ยี่ห้อ Gig รุ่น G750

3.2.13 เครื่องวัดดีโอ (DO Meter) ยี่ห้อ Inolab รุ่น Oxi Level 2

3.3.14 เครื่องอังไอน้ำ (Water Bath) ยี่ห้อ Memmert

4. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำกากส่าจากโรงงานไทยแอลกอออล์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นน้ำกากส่าจากโรงงานผลิตเอทานอล โดยน้ำกากส่าเมื่อออกจากหอกลั่นจะมีอุณหภูมิประมาณ 60 – 80 องศาเซลเซียส แล้วนำไปผ่านบ่อสเปย์ เพื่อลดอุณหภูมิน้ำกากส่าให้เหลือประมาณ 30 - 40 องศาเซลเซียส ลักษณะของน้ำกากส่ามีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีกลิ่นฉุนของแอลกอฮอล์ และเกิดมีตะกอนของของแข็งก้นภาชนะเมื่อตั้งทิ้งไว้ โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้คงที่

5. ตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

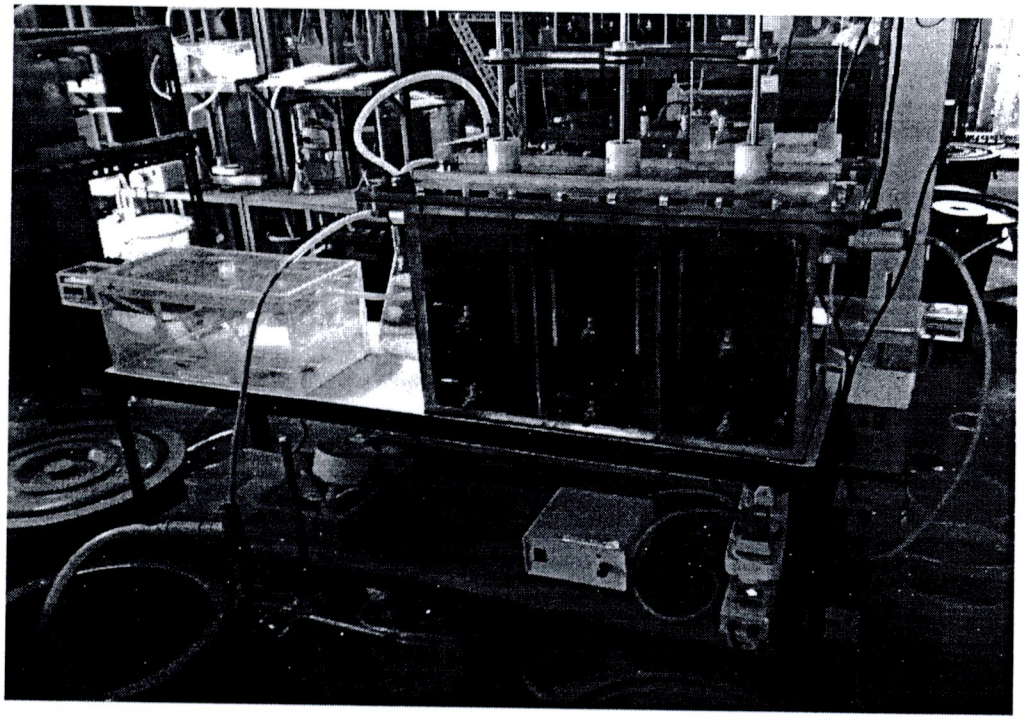
ตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี ของบริษัท เสริมสุข จำกัด (มหาชน) จังหวัดปทุมธานี โดยเก็บไว้ในภาชนะปิดที่ไร้ออกซิเจน ที่อุณภูมิห้องและตะกอนจุลินทรีย์ที่เตรียมนำเข้าสู่ระบบบำบัดจะต้องมีค่ากรดไขมันระเหยง่ายต่ำที่สุดเพื่อแสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์เก่าที่ตกค้างอยู่ว่ามีการย่อยสลายจนหมดแล้ว ทำให้ง่ายต่อการปรับตัวและสร้างความคุ้นเคยกับสภาวะของสารอินทรีย์ใหม่

6. วิธีดำเนินการทดลอง

6.1 ขั้นเตรียมการก่อนทดลอง

6.1.1 ทำการทดสอบแบบจำลองระบบเอเอ็มบีอาร์

ทำการตรวจสอบรอยรั่วซึมของถังปฏิกิริยา โดยการใส่น้ำสะอาดให้เต็มถังนำน้ำสบู่ถูตามรอยต่อของถังปฏิกิริยาแล้วพ่นอากาศเข้าช่องทางออกของก๊าซชีวภาพ สังเกตุการเกิดฟองอากาศรั่วตามรอยต่อ รวมถึงจุดบกพร่องของอุปกรณ์ต่างในระบบ หากพบปัญหาให้ทำการแก้ไขให้เรียบร้อย แล้วทำการติดตั้งแบบจำลองระบบเอเอ็มบีอาร์เข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ระบบเอเอ็มบีอาร์ในห้องปฏิบัติการหลังจากการทดสอบระบบ

การดำเนินระบบเอเอ็มบีอาร์ ระดับห้องปฏิบัติการกำหนดกรอบการทำงานในการศึกษาครั้งนี้ ดังนี้ ระยะเวลากักเก็บน้ำ 144 ชั่วโมง ปริมาตรในการดำเนินระบบ (Working Volume) เท่ากับ 22.5 ลิตร อัตราน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัดวันละ 3.75 ลิตร 1 รอบการทำงานของระบบมีปริมาตรน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัดเท่ากับ 22.5 ลิตร แสดงดังตารางที่ 3 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียตามแผนการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อการตรวจวิเคราะห์ดังพารามิเตอร์ที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าการทำงานของระบบเอเอ็มบีอาร์

รายการ	ค่าการออกแบบการทำงาน
ระยะเวลากักพักชลศาสตร์	144.00 ชั่วโมง
ปริมาตรทำปฏิกิริยา	22.50 ลิตร
ระยะเวลา 1 รอบการทำงาน	144.00 ชั่วโมง
ปริมาตรน้ำเสียเข้าต่อรอบการทำงาน	22.50 ลิตร
ปริมาตรน้ำเสียเข้าต่อวัน	3.75 ลิตร
ปริมาตรน้ำทิ้งออกต่อรอบการทำงาน	22.50 ลิตร
ปริมาตรน้ำทิ้งออกต่อวัน	3.75 ลิตร

ตารางที่ 4 แผนการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการตรวจวิเคราะห์

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ			วิธีวิเคราะห์
	น้ำเข้า	น้ำในถังปฏิกิริยา	น้ำออก	
อุณหภูมิ	A		A	เทอร์โมมิเตอร์
พีเอช	A		A	pH Meter
สภาพความเป็นด่าง	A		A	Direct Titration
ของแข็งแขวนลอย	B		B	ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 - 107°C
ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย	B		B	ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 500 ± 50°C
กรดไขมันระเหยง่าย	A		A	Titration Method
บีโอดี	B		B	Dilution Method เวลา 5 วันที่ 20°C
ซีโอดีทั้งหมด	A		A	Closed Reflux
ซีโอดีละลาย	A		A	Closed Reflux
ก๊าซชีวภาพ		A		Counter Gas
ก๊าซมีเทน		A		Biogas Method
ไนโตรเจน	C		C	Total Kieldahl Nitrogen
เม็ดตะกอนจุลินทรีย์		C		Scanning Electron Microscopy

หมายเหตุ A คือ ตัวแปรที่ทำการตรวจวิเคราะห์ทุกวัน

B คือ ตัวแปรที่ทำการตรวจวิเคราะห์ทุก 2 วัน

C คือ ตัวแปรที่ทำการตรวจวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง

วิธีการตรวจวิเคราะห์อ้างอิงตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 19th Ed.

หลังจากการติดตั้งและทดสอบระบบเอเอ็มบีอาร์ และวิเคราะห์ค่า MLVSS ของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 57,200 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วจึงเติมเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ลงในระบบเอเอ็มบีอาร์ โดยกำหนดค่า MLVSS เท่ากับ 30,000 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อให้เม็ตะกอนจุลินทรีย์มีความคุ้นเคยกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอล โดยการเดินระบบบำบัดด้วยน้ำเสียเจือจางน้ำเสียสังเคราะห์สูตร Vanderbilt Media Solusion แสดงดังตารางที่ 5 ที่ HRT 144 ชั่วโมง และ OLR 0.83 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน จนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ เมื่อระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีมากกว่าร้อยละ 80 และค่ากรดไขมันระเหยง่าย (VFAs) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/ลิตร ติดต่อกัน 1 รอบของระยะเวลากักเก็บน้ำ

6.1.2 วิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างน้ำเสียก่อนการทดลอง

นำตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาจากโรงงานไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน) มาทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้ อุณหภูมิ พีเอช บีโอดี ซีโอดีทั้งหมด ซีโอดีละลาย ของแข็งทั้งหมด ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย และไนโตรเจน ซึ่งวิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามวิธี Standard Method for The Examination of Water and Wastewater 19th Ed. (APHA, AWWA and WPCF, 1998) ยกเว้นสภาพความเป็นด่าง และกรดไขมันระเหยง่าย ทำการตรวจวิเคราะห์ตามวิธีไตรเตรทเมตริกแบบ 3 จุด ดังแสดงในภาคผนวก ข

6.1.3 การเตรียมตะกอนจุลินทรีย์

6.1.3.1 นำตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยระเหยง่ายในรูป Mixed Liquor Volatile Suspended Solids; MLVSS และ Mixed Liquor Suspended Solids; MLSS

6.1.3.2 นำตะกอนจุลินทรีย์ที่เตรียมนำเข้าสู่ระบบจำลองเอเอ็มบีอาร์ โดยกำหนดค่า MLVSS เท่ากับ 30,000 มิลลิกรัม/ลิตร และเติมน้ำเสียสังเคราะห์สูตร Vanderbilt Media Solusion โดยเตรียมจากสารเคมี ดังแสดงในตารางที่ 5 ทำการเติมให้ได้ปริมาตรในการทำปฏิกิริยาของระบบเท่ากับ 22.5 ลิตร เพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์ปรับสภาพและเกิดความคุ้นเคยกับน้ำเสีย

6.1.3.3 พ่นก๊าซ CO_2 : N_2 ในอัตราส่วน 30 : 70 (Dararat, 1996) เพื่อทำการไล่อากาศนานประมาณ 5 นาที แล้วปิดทางออกก๊าซชีวภาพของระบบเอเอ็มบีอาร์ทันทีทำการเปิดระบบบำบัดเฉพาะใบพัดกวนนาน 10 นาที เพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสียสังเคราะห์อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์ สูตร Vanderbilt Media Solusion

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)
$AlCl_2(H_2O)_6$	0.50
H_2BO_3	0.50
KI	10.00
$CuCl_2(H_2O_2)$	0.50
$MnCl_2(H_2O)_4$	10.00
$Na_2MoO_4(H_2O)_2$	0.50
Na_2SeO_4	0.50
NH_4VO_3	0.50
$NaWO_4(H_2O_2)$	0.50
$FeCl_2(H_2O)_4$	40.00
$CoCl_2(H_2O)_6$	10.00
$NiCl_2(H_2O)_6$	0.50
$ZnCl_2$	0.50
NH_4Cl	1200.00
$(NH_4)_2HPO_4$	80.00
$(NaPO_3)_6$	10.00
$Na_2S(H_2O)_7$	300.00
KCl	400.00
$CaCl_2(H_2O)_7$	748.00
$MgSO_4(H_2O)_7$	405.00
Cysteine	10.00
$NaHCO_3$	6000.00

ที่มา: Dararat S. (1996)

6.1.4 การเตรียมน้ำเสียก่อนเข้าระบบ

6.1.4.1 กำหนดค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นของน้ำเสียก่อนนำเข้าสู่ระบบเอเอ็มบีอาร์เท่ากับ 0.83 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน (OLR_1) หรือความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมด

เท่ากับ 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทำการเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำประปาที่ผ่านการกำจัดคลอรีนด้วยวิธีปล่อยให้ระเหยในภาชนะปิดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วัน นำน้ำเสียที่เจือจางแล้วมาปรับค่าพีเอช โดยการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วคนให้ละลายจึงทำการวัดค่าพีเอชจนกระทั่งค่าคงที่ ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.8-7.2 แล้วนำมาเติมในถังน้ำเข้าระบบที่มีฝาปิด การวิจัยครั้งนี้ต้องเตรียมน้ำเสียเข้าระบบทุกวันจนกระทั่งการดำเนินระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีมากกว่าร้อยละ 80 และค่ากรดไขมันระเหยง่าย(VFAs) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วดำเนินระบบต่อจนครบ 3 รอบของระยะเวลากักพักชลศาสตร์(18 วัน) จึงทำการเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์เป็นภาระบรรทุกใหม่

6.1.4.2 ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 2 ของน้ำเสีย ก่อนนำเข้าสู่ระบบเอเอ็มบีอาร์ กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร จึงได้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เป็น 1.67 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน (OLR_2) แล้วทำการเจือจางน้ำเสีย ปรับค่าพีเอช และนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเช่นเดียวกับ OLR_1

6.1.4.3 ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 3 ของน้ำเสีย ก่อนนำเข้าสู่ระบบเอเอ็มบีอาร์ กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 15,000 มิลลิกรัม/ลิตร จึงได้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เป็น 2.50 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน(OLR_3) แล้วทำการเจือจางน้ำเสีย ปรับค่าพีเอช และนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเช่นเดียวกับ OLR_1

6.1.4.4 ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ 4 ของน้ำเสีย ก่อนนำเข้าสู่ระบบเอเอ็มบีอาร์ กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 22,500 มิลลิกรัม/ลิตร จึงได้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เป็น 3.75 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน (OLR_4) แล้วทำการเจือจางน้ำเสีย ปรับค่าพีเอช และนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเช่นเดียวกับ OLR_1 และค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์สุดท้ายกำหนดให้มีค่าความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 35,000 มิลลิกรัม/ลิตร จึงได้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เป็น 5.83 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน (OLR_5) แล้วทำการเจือจางน้ำเสีย ปรับค่าพีเอช และนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเช่นเดียวกับ OLR_1

6.1.5 การศึกษาความสามารถจำเพาะของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในการผลิตมีเทน (Specific Methanogenic Activity; SMA)

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ เพื่อประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยใช้สารละลายแคลเซียมอะซิเตทเป็นแหล่งคาร์บอนของตะกอนจุลินทรีย์ร่วมกับสารอาหารเสริมสูตร Vanderbilt Media Solution และเพื่อประเมินความเป็นพิษของน้ำเสียต่อจุลินทรีย์ โดยใช้น้ำเสียจากโรงงานไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน) การศึกษานี้ใช้ความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดของน้ำเสียเท่ากับ 15,000, 37,500 และ 60,000 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วทำการเจือจางน้ำเสียด้วยสารอาหารเสริม

สูตร Vanderbilt Media Solution ทำการประเมินจากความเข้มข้นของน้ำเสียที่แสดงความเป็นพิษต่อการผลิตก๊าซมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ มีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

6.1.5.1 การทดลองส่วนที่ 1 เพื่อประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นมีค่าความเข้มข้น MLVSS เท่ากับ 57,200 มิลลิกรัม/ลิตร กำหนดค่าเข้มข้นในเทอม MLVSS เท่ากับ 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร จะได้ตะกอนจุลินทรีย์ปริมาตร 4.4 มิลลิลิตร นำใส่ในขวดขนาด 125 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเติมสารอาหารสังเคราะห์สูตร Vanderbilt Media Solution ให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ตัวอย่าง แล้วพ่นก๊าซ $CO_2 : N_2$ ในอัตราส่วน 30 : 70 ประมาณ 1 นาที เพื่อไล่อากาศ ปิดฝาขวดให้สนิท เขย่าขวดให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับสารอาหารสังเคราะห์อย่างทั่วถึง และเติมกรดอะซิติก 5 % 1 มิลลิลิตร แล้วทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพทุกวันในช่วงเวลาเดียวกันจนก๊าซหมด จากนั้นเติมสารแคลเซียมอะซิเตทที่มีเข้มข้น 7,500 มิลลิกรัม/ลิตร (Speece, 1996)ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพทุกวันในช่วงเวลาเดียวกันจนก๊าซหมด และเก็บข้อมูลพร้อมบันทึกอุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลาที่ทำการวัดก๊าซ

6.1.5.2 การทดลองส่วนที่ 2 เพื่อประเมินความเป็นพิษของน้ำเสียต่อจุลินทรีย์ตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นมีความเข้มข้น MLVSS เท่ากับ 57,200 มิลลิกรัม/ลิตร กำหนดค่าความเข้มข้นในเทอม MLVSS 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร จะได้ตะกอนจุลินทรีย์ปริมาตร 2.6 มิลลิลิตร แล้วนำใส่ในขวดขนาด 125 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเติมน้ำเสียที่มีความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 15,000, 37,500 และ 60,000 มิลลิกรัม/ลิตร ให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตรจำนวนความเข้มข้นละ 3 ตัวอย่าง แล้วพ่นก๊าซ $CO_2 : N_2$ ในอัตราส่วน 30 : 70 ประมาณ 1 นาที เพื่อไล่อากาศ ปิดฝาขวดให้สนิท เขย่าขวดให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับสารอาหารสังเคราะห์อย่างทั่วถึง แล้วทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพทุกวันในช่วงเวลาเดียวกันจนก๊าซหมด และเก็บข้อมูลพร้อมบันทึกอุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลาที่ทำการวัดก๊าซ

6.1.5.3 ในการทดลองทั้งสองส่วนนี้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำตะกอนจุลินทรีย์มาวิเคราะห์หาค่ากรัมวีเอสเอสจากนั้นนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนสะสมต่อเวลาในเทอม โดยในการทดลองส่วนที่ 1 ค่า SMA สามารถหาได้จากค่าความชันสูงสุดของกราฟจากปริมาณก๊าซมีเทนสะสมต่อเวลาในเทอม มีหน่วยเป็นกรัมมีเทน-ซีโอดี/กรัมวีเอสเอส-วันที่เกิดในช่วง จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การเติมสารละลายแคลเซียมอะซิเตท ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นก๊าซมีเทนร้อยละ70 (Dararat, 1996) และนำค่าความชันสูงสุดมาคำนวณหาสัดส่วนซีโอดีทั้งหมดที่ถูกกำจัดต่อปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น จากสูตรคำนวณที่ว่า ที่อุณหภูมิ 35°C จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายซีโอดีทั้งหมดปริมาณ 1 กรัม เพื่อการผลิตก๊าซมีเทนได้

เท่ากับ 0.395 ลิตร (Speece, 1996) ในการทดลองส่วนที่ 2 จากภาคผนวก ค ค่า SMA สามารถหาได้จากค่าความชันสูงสุดของกราฟปริมาณก๊าซมีเทนสะสมต่อเวลาในเทอม มีหน่วยเป็นกรัมมีเทน-ซีโอดี/กรัมวีเอสเอส-วัน ที่เกิดในช่วง และสัดส่วนของซีโอดีทั้งหมดที่ถูกย่อยสลายเพื่อสร้างก๊าซมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์สามารถหาได้จากผลการทดลองโดยนำผลตลอดการทดลองในแต่ละค่าภาระบรรทุกมาคำนวณเปรียบเทียบกับสัดส่วนของก๊าซมีเทนที่ทำการวิเคราะห์ผลจากห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.6 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและเสถียรภาพของตะกอนจุลินทรีย์

ศึกษาลักษณะทางกายภาพและเสถียรภาพของตะกอนจุลินทรีย์ก่อนและหลังการทดลองโดยการถ่ายภาพโดยเครื่อง Scanning Electron Microscopy (SEM) ที่ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

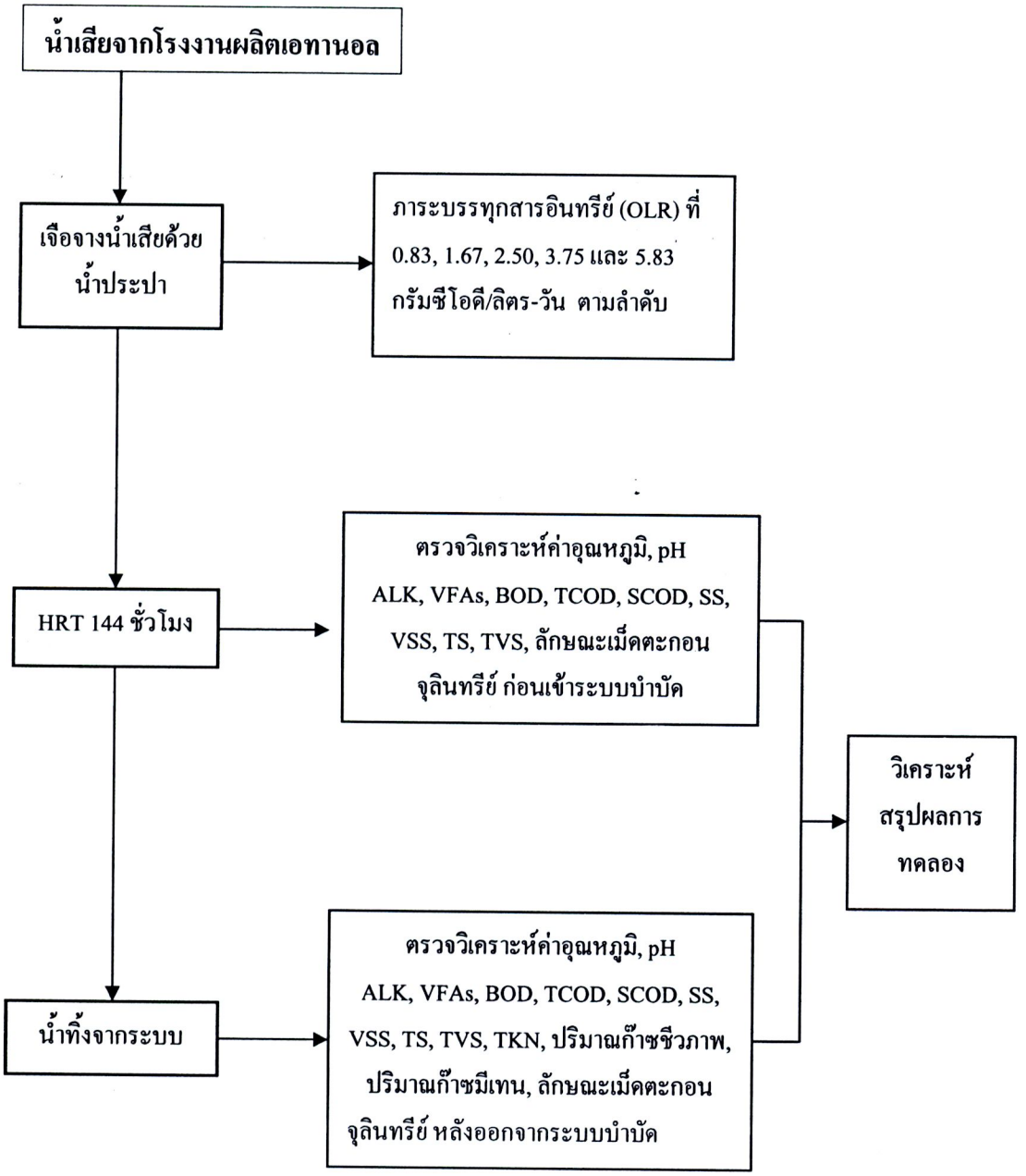
6.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

6.2.1 การเดินระบบบำบัด

ทำการเดินระบบที่เตรียมไว้ในขั้นเตรียมการทดลอง ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ (HRT) 144 ชั่วโมง โดยเริ่มต้นที่ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (OLR) 0.83 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วัน หรือเท่ากับความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่พิจารณาได้จากประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดี (BOD) มากกว่าร้อยละ 80 และค่าความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่าย (VFAs) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วทำการเดินระบบในสภาวะคงที่ต่อไปอีกจนครบ 3 รอบของระยะเวลากักเก็บน้ำ จากนั้นเปลี่ยนค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ จากค่าภาระบรรทุกเริ่มต้น เป็น 1.67, 2.50, 3.75 และ 5.83 กรัมซีโอดีทั้งหมด/ลิตร-วันหรือมีค่าเท่ากับความเข้มข้นซีโอดีทั้งหมดเท่ากับ 10,000, 15,000, 22,500 และ 37,500 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และวิเคราะห์พารามิเตอร์ตามแผนการทดลอง ดังตารางที่ 4

6.2.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ

7. ผังการทดลอง



ภาพที่ 13 รูปแบบการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบของระบบเอเอ็มบีอาร์