หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

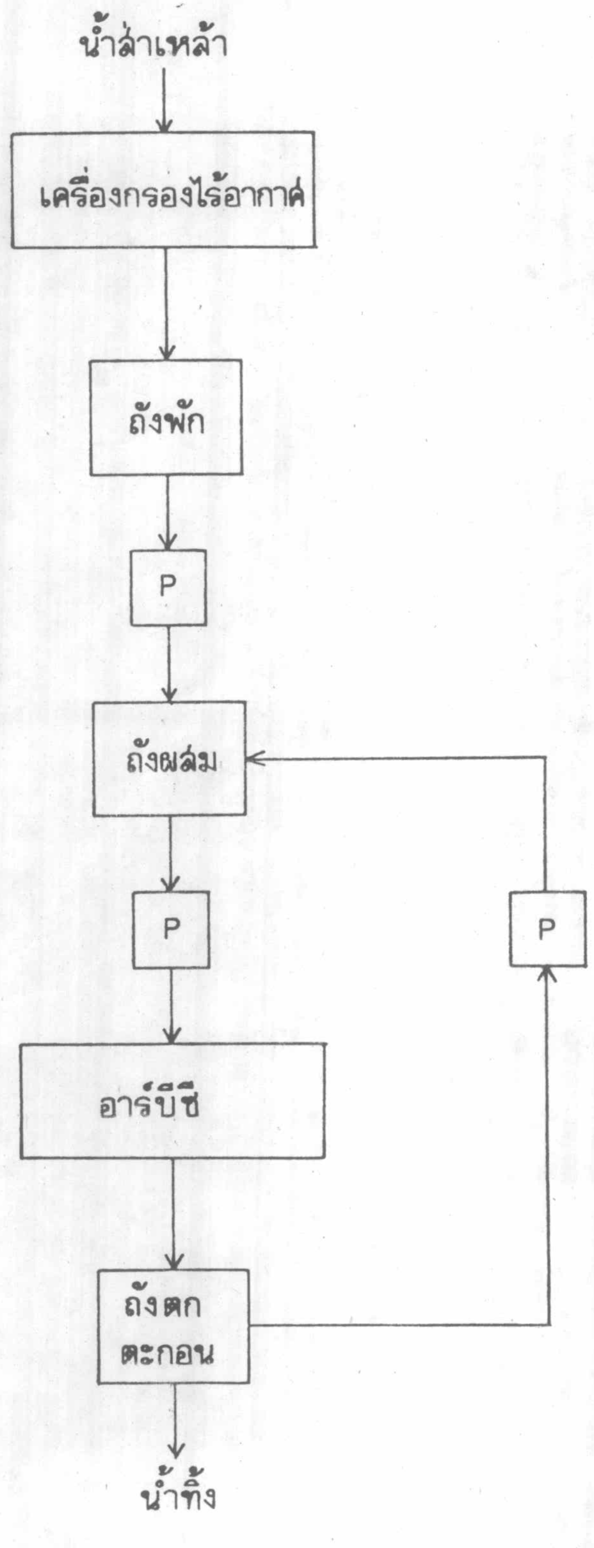
บทที่ 4

การดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือในการทดลอง

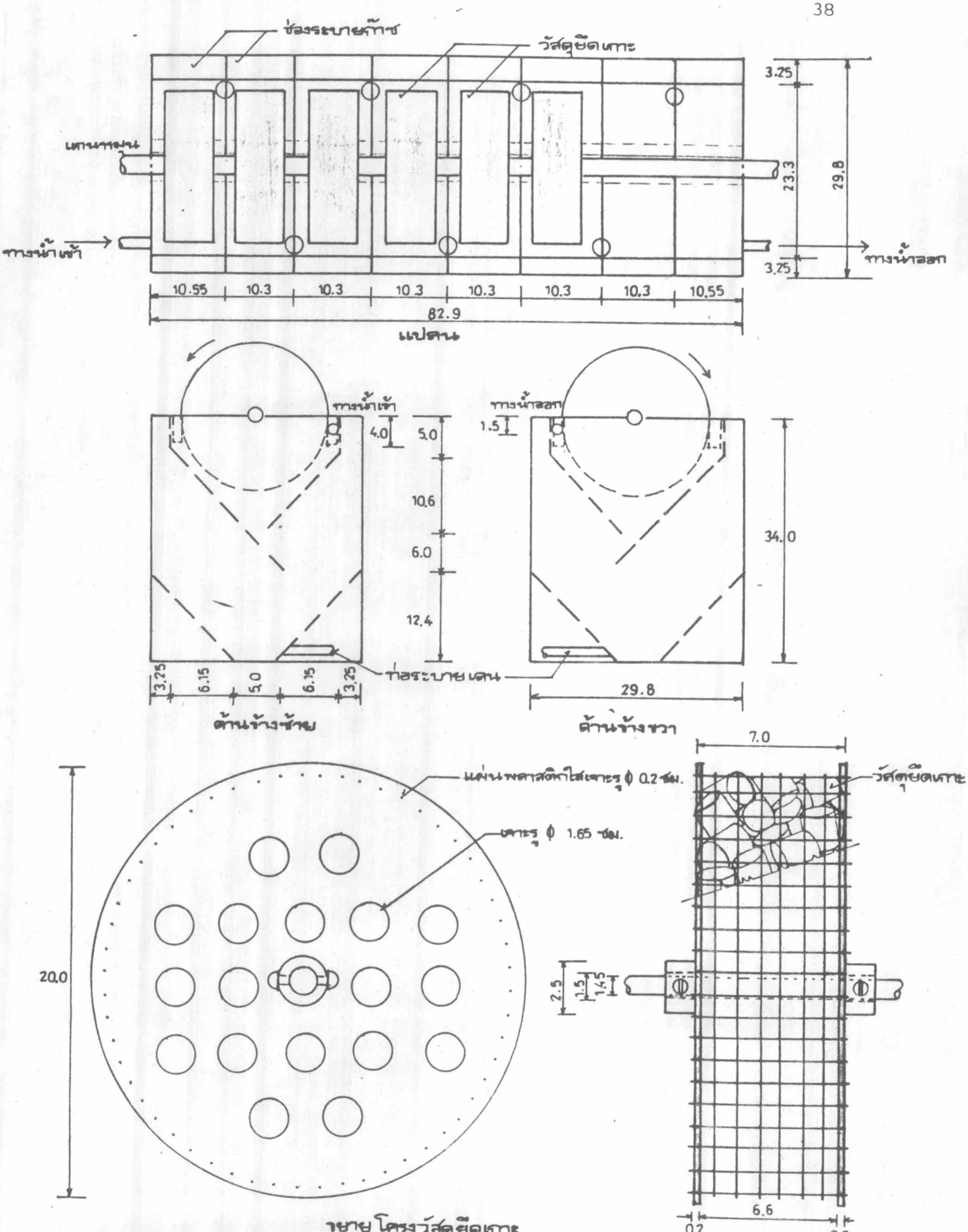
การทดลองครั้งนี้ได้สร้างหุ่นจำลองของระบบเครื่องกรองไร้อากาศและอาร์บีซี ซึ่งแผนผังของระบบบำบัดทั้งสองแสดงในรูปที่ 4.1 ระบบเครื่องกรองไร้อากาศทำด้วยเหล็กไร้สนิมรูปทรงกระบอกกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ 30 ซม. สูง 124 ซม. ภายในบรรจุด้วยหินขนาด 1 นิ้ว และ 2 นิ้ว คละกันจนเต็ม สำหรับหุ่นจำลองอาร์บีซี ทำด้วยแผ่นพีวีซีใส ขนาดกว้าง 29.8 ซม. ยาว 82.9 ซม. สูง 34.0 ซม. ถูกแบ่งด้วยแผ่นพีวีซีใสออกเป็น 8 ช่อง กว้าง 10 ซม. ปริมาตรแต่ละช่องเท่ากับ 7.765 ลบ.ดม. ด้านบนของแผ่นกั้นจะมีช่องสำหรับให้น้ำไหลล้นผ่านไปช่องถัดไป (ดูรูปที่ 4.2)

ในแต่ละช่องดังกล่าวยังแบ่งเป็น 2 ส่วน ซึ่งน้ำสามารถไหลผ่านถึงกันได้ แต่ละส่วนจะมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน กล่าวคือ ส่วนบนจะประกอบด้วยวัสดุยึดเกาะซึ่งทำด้วยท่อนพีวีซีสั้นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. ยาวท่อนละ 2 ซม. บรรจุอยู่ในโครงลวดตะแกรงรูปทรงกระบอก ซึ่งมีแผ่นพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. ปิดหัวท้าย (แผ่นพีวีซีนี้จะถูกเจาะรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.65 ซม. รวม 19 รู) โดยโครงลวดตะแกรงมีขนาด 1 ตร.ซม. และกว้าง 7.0 ซม. วัสดุยึดเกาะมีทั้งหมด 6 ชุด ๆ ละช่อง วัสดุยึดเกาะนี้จะยึดอยู่บนแกนหมุนที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 ซม. แกนหมุนนี้จะต่อกับเกียร์ทดรอบ ซึ่งขับด้วยมอเตอร์ ทำให้สามารถหมุนได้ในอัตราความเร็ว 30 รอบต่อนาที ซึ่งคิดเป็นความเร็วประมาณ 61.8 ฟุต/นาที (วัดที่เส้นรอบรูป) ความเร็วนี้เป็นความเร็วที่ใกล้เคียงกับความเร็ว 60 ฟุตต่อนาทีซึ่งถือว่าเป็นความเร็วเหมาะสมที่สุดสำหรับน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน[35]



P = เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก

รูปที่ 4.1 แผนผังเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.2 รายละเอียดของอาร์บีซีที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนด้านล่างของแต่ละช่องจะเป็นที่รองรับเมือกจุลชีพที่หลุดจากวัสดุยึดเกาะ ซึ่งเมือกจุลชีพจะตกลงมารวมกันที่ก้นถังและที่ก้นถังนี้จะมีรูสำหรับระบายเลนทิ้งในการทดลองนี้ได้ระบายเลนออกเป็นครั้งคราว รายละเอียดของหุ่นจำลองได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของอาร์บีซีที่ใช้ในการวิจัย

อาร์บีซี		มิติ
จำนวนตอน		6
เส้นผ่าศูนย์กลางของอาร์บีซี	(ซม.)	20
พื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะในแต่ละตอน	(ตร.ม.)	0.566
พื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะที่จมน้ำ	(%)	25.83
ปริมาตรถังปฏิกิริยาแต่ละตอน	(ลบ.ดม.)	2.185
ปริมาตรวัสดุยึดเกาะในแต่ละตอน	(ลบ.ดม.)	0.503
ปริมาตรส่วนที่จมน้ำของวัสดุยึดเกาะ	(ลบ.ดม.)	0.130
ปริมาตรสุทธิของส่วนที่เกิดปฏิกิริยาแต่ละตอน*	(ลบ.ดม.)	2.055
ความเร็วรอบที่หมุน	(รอบ/นาที)	30
ความหนาแน่นพื้นที่ผิว** (Areal density)	(ตร.ซม./ลบ.ซม.)	2.75
พื้นที่ผิวจำเพาะ*** (Specific surface)	(ตร.ซม./ลบ.ซม.)	11.25

* คือปริมาตรส่วนที่ทำการย่อยสลาย โดยวิธีชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนของอาร์บีซี

** คือพื้นที่ผิววัสดุยึดเกาะต่อปริมาตรสุทธิของส่วนที่เกิดปฏิกิริยาในแต่ละตอน

*** คือพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของวัสดุยึดเกาะในแต่ละตอน

4.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียสำหรับการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำส่าเหล้าจากหอกลั่นของโรงงานสุราบางยี่ขัน ซึ่งตั้งอยู่ในเขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ น้ำเสียส่วนนี้จะมีความสกปรกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียจากส่วนอื่น ๆ ของโรงงาน ซึ่งลักษณะของน้ำส่าเหล้านี้ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 2.2 การวิจัยครั้งนี้น้ำส่าเหล้าจำเป็นต้องทำให้เจือจางด้วยน้ำสะอาด (น้ำประปา) ในอัตราส่วน (น้ำส่าเหล้า : น้ำประปา) 1 : 3 สาเหตุที่ต้องทำให้เจือจางมีเหตุผลดังนี้คือ[1]

ประการแรก น้ำส่าเหล้ามีความเข้มข้นของเกลือแร่สูง ซึ่งจะมีผลขัดต่อการเจริญเติบโตของจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ดังข้อมูลในตารางที่ 4.2 ดังนั้น การบำบัดแบบไร้อากาศจำเป็นต้องเจือจางน้ำส่าเหล้าเพื่อลดความเข้มข้นของเกลือแร่เหล่านี้

ประการที่สอง น้ำส่าเหล้าอาจจะมีความหนืด (Viscosity) สูงกว่าน้ำธรรมดามาก เนื่องจากมีเกลือแร่และสารอินทรีย์ละลายปนอยู่เป็นจำนวนมาก จุลชีพอาจเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในการบำบัดจำเป็นต้องเจือจางน้ำส่าเหล้าเพื่อลดความหนืด

<u>ตารางที่ 4.2</u> ความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำทิ้ง ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีพของจุลชีพในระบบถังหมัก (Anaerobic digestion)[1]

Cation	Stimulatory	Moderately inhibitory	Strongly inhibitory
Na, mg/l	100 - 200	3,500 - 5,500	8,000
K , mg/l	200 - 400	2,500 - 4,500	12,000
Ca, mg/l	100 - 200	2,500 - 4,500	8,000
Mg, mg/l	75 - 150	1,000 - 1,500	3,000

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

4.3.1 ทำการเพาะเลี้ยงจุลชีพในระบบเครื่องกรองไร้อากาศ

ทำโดยนำน้ำเสียในบ่อเกรอะที่ปราศจากกากและตะกอนป้อนเข้าไปในระบบเครื่องกรองไร้อากาศจนเต็มแล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นได้ทำการป้อนน้ำเสียจากโรงงานสุราที่ถูกทำให้เจือจางแล้วในหัวข้อ 4.2 โดยให้อัตราการไหลของน้ำเสียประมาณ 5 ลบ.ซม./นาที เป็นเวลาประมาณ 10 วัน หลังจากนั้นได้เพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียเป็น 10 ลบ.ซม./นาที และ 20 ลบ.ซม./นาที ตามลำดับ โดยใช้เวลาที่เพาะเลี้ยงทั้งหมดประมาณ 40 วัน ซึ่งอัตราการไหลของน้ำเสีย 20 ลบ.ซม./นาทีนี้ คิดเป็นค่าอินทรีย์บรรทุกได้ประมาณ 8-9 กก.ซีโอดี/ลบ.ม./วัน เวลาเก็บกัก 28 ชั่วโมง น้ำส่าเหล้าที่ผ่านการบำบัดนี้จะถูกป้อนเข้าระบบอาร์บีซี เพื่อทำการวิจัยต่อไป

4.3.2 การเพาะเลี้ยงเมือกจุลชีพในระบบอาร์บีซี

ทำได้โดยนำน้ำส่าเหล้าที่ผ่านการบำบัดโดยเครื่องกรองไร้อากาศใส่ไปในถังปฏิกิริยาของอาร์บีซี ตอนละ 1 ลบ.ดม. แล้วเติมน้ำสะอาดจนเต็มทุก ๆ ตอน จากนั้นหมุนอาร์บีซีด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาที จนครบ 3 วัน เมื่อย่างเข้าวันที่สี่ได้เริ่มป้อนน้ำเสียเข้าระบบอาร์บีซีแบบต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก (Feeder) ดูดน้ำเสียเข้าระบบ กำหนดให้อัตราไหลเท่ากับ 20 ลบ.ซม./นาที น้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบ ใช้น้ำส่าเหล้าที่ผ่านการบำบัดโดยเครื่องกรองไร้อากาศเจือจางน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:3 ใช้เวลาเลี้ยงเมือกจุลชีพประมาณ 15 วัน หลังจากนั้นจึงทำการทดลองแบบต่อเนื่องตามแผนการทดลองต่อไป

4.3.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำส่าเหล้าของระบบอาร์บีซีเมื่อเปลี่ยนค่าอินทรีย์บรรทุก

ทำได้โดยการปรับอัตราการไหลของน้ำส่าเหล้าที่เข้าระบบ กำหนดให้อาร์บีซีหมุนในอัตราความเร็ว 30 รอบ/นาที ระหว่างการทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้า

ระบบบำบัด และตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาวิเคราะห์หาค่า พีเอช (pH)และซีโอดี (COD) เพื่อตรวจประสิทธิภาพของการบำบัดเมื่อระบบนี้อยู่ในสภาวะคงที่ (steady state) แล้วจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในทุก ๆ ตอนของอาร์บีซี เพื่อวิเคราะห์ค่า พีเอช และซีโอดี ส่วนตัวอย่างน้ำเสียที่เข้า-ออกจากระบบบำบัด จะทำการวิเคราะห์หาค่า พีเอช, ซีโอดี, สารแขวนลอย (Suspended Solids) และปริมาณ นโตรเจนทั้งหมด (Total-N) วิธีวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ได้ทำตามหลักการตรวจสอบน้ำและน้ำเสียของวิธีมาตรฐาน[40]

4.3.4 การทดลองเพื่อหาผลกระทบของการหมุนเวียนน้ำทิ้งต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบอาร์บีซี

ทำโดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กดูดน้ำส่าเหล้าที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยระบบเครื่องกรองไร้อากาศ ผสมกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยระบบอาร์บีซี ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน แล้วนำส่วนผสมนี้ป้อนกลับเข้าไปในระบบอาร์บีซี โดยมีการปรับอัตราการไหลของน้ำเสีย เพื่อให้ได้ค่าอินทรีย์บรรทุกตามต้องการ กำหนดให้อาร์บีซีหมุนด้วยอัตราความเร็ว 30 รอบ/นาที ระหว่างการทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด และตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว วิเคราะห์หาค่า พีเอชและซีโอดี เพื่อทราบประสิทธิภาพการบำบัด และเมื่อระบบเข้าสภาวะคงที่แล้วจะทำการเก็บตัวอย่าน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ดังเช่นในข้อ 4.3.3