บทที่ 4

วิธีการและแผนการวิจัย

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์

ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมของ ALFA-LAVA ขนาด 200 ลิตร พร้อมทั้งเครื่องทำความเย็นควบคุมอุณหภูมิของน้ำเสียที่ 4-2 องศาเซลเซียส และเครื่องกวนน้ำเสียให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ

2. ถังปฏิกิริยาคอนแทกต์

ถังปฏิกิริยาคอนแทกต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. สูง 1,030 มม. ปริมาตรใช้งาน 10 ลิตร ทำด้วยพลาสติกใสหนา 5 มม. พร้อมซีลป้องกันก๊าซรั่ว มอเตอร์ใบกวนและแท่นรองรับมอเตอร์ ตามรูปที่ 4.1

3. ถังปฏิกิริยาสเตบิไลเซชัน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มม. สูง 1,455 มม. ปริมาตรใช้งาน 50 ลิตร ทำด้วยพลาสติกใสหนา 5 มม. พร้อมซีลป้องกันก๊าซรั่ว มอเตอร์ใบกวน และแท่นรองรับมอเตอร์ ตามรูปที่ 4.2

4. ถังตกตะกอน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. สูง 500 มม. ปริมาตร ใช้งาน 5 ลิตร ทำด้วยพลาสติกใสหนา 3 มม. พร้อมด้วยมอเตอร์ ใบกวาดตะกอน และแท่นรองรับมอเตอร์ ตามรูปที่ 4.3

5. เครื่องวัดปริมาณก๊าซ

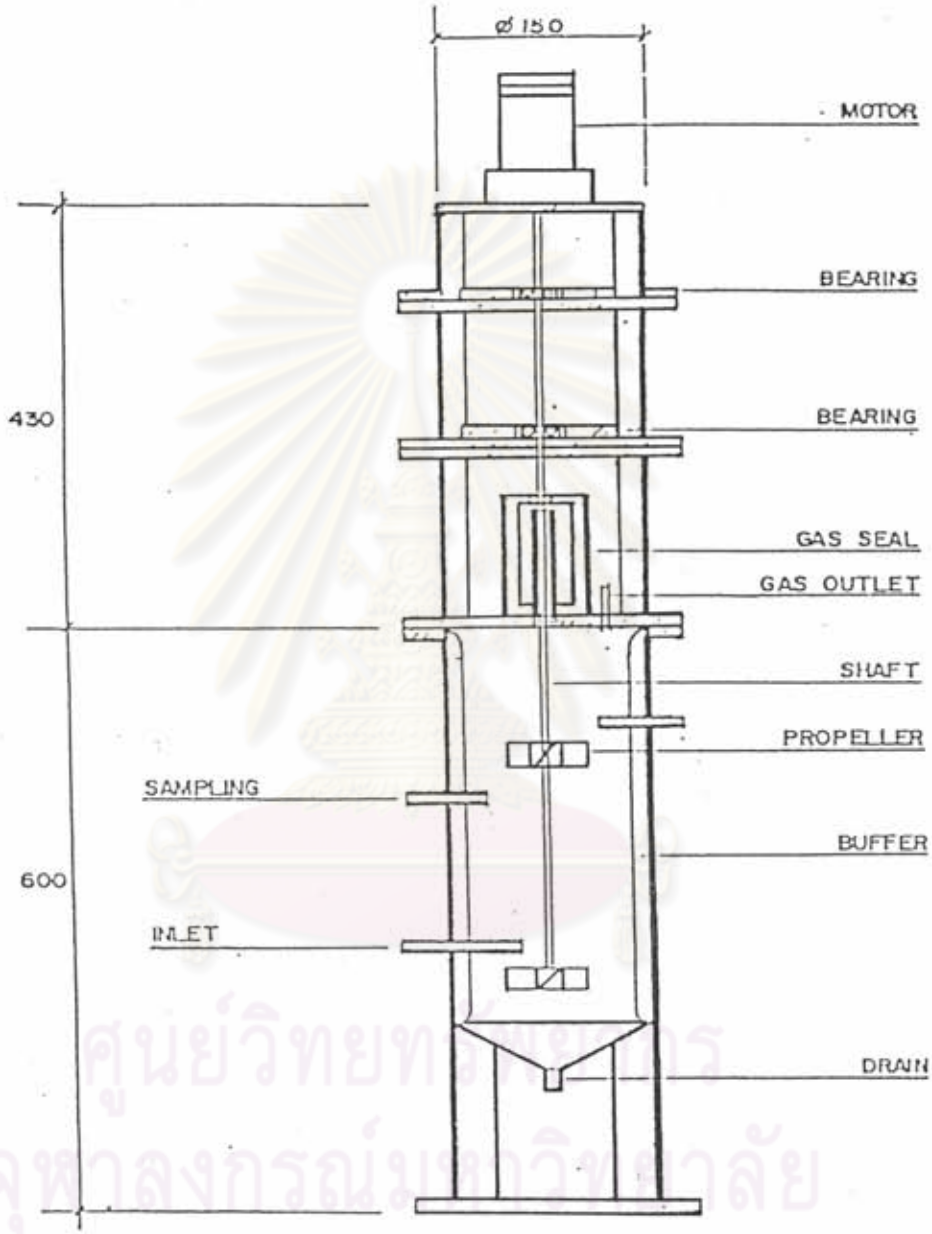
เครื่องวัดปริมาณก๊าซชีวภาพสร้างตามแบบของศักดิ์ชัย ไอภาสวัฒนชัย จะวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นแสดงออกมาเป็นตัวเลขบนเครื่องนับ (Counter) ตามรูปที่ 4.4

6. เครื่องสูบน้ำเสียและตะกอน

เครื่องสูบเป็นแบบ Peristatic Pump ของ Gilson ซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลได้ จำนวน 2 เครื่อง

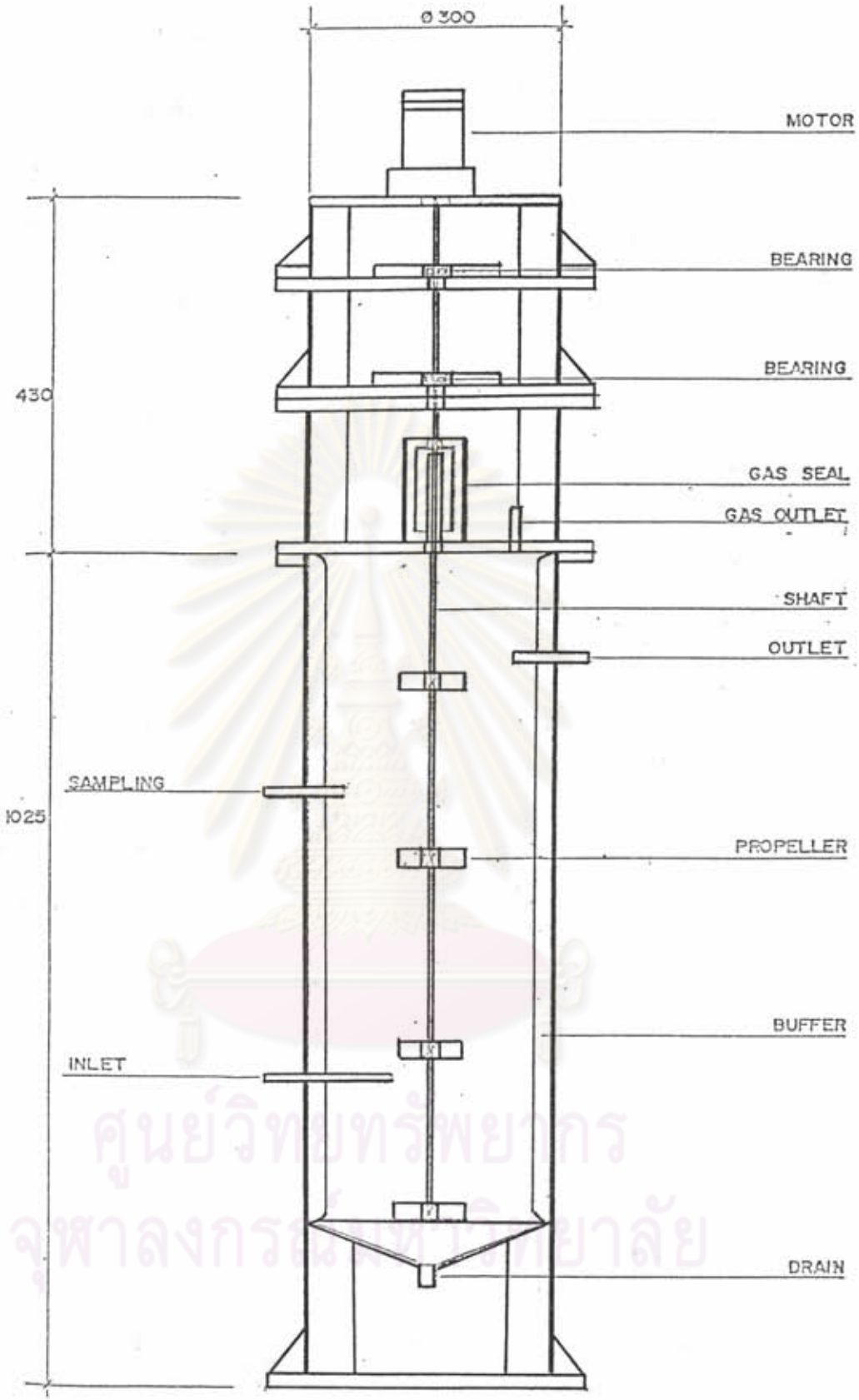
7. ถังคัดเลือกสายพันธุ์

ทำด้วยพลาสติกใสหนา 5 มม. ปริมาตรใช้งาน 1 ลิตร รูปทรงกรวยกลม 2 รูปประกบฐานกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 180 มม. สูง 150 มม. ตามรูปที่ 4.5



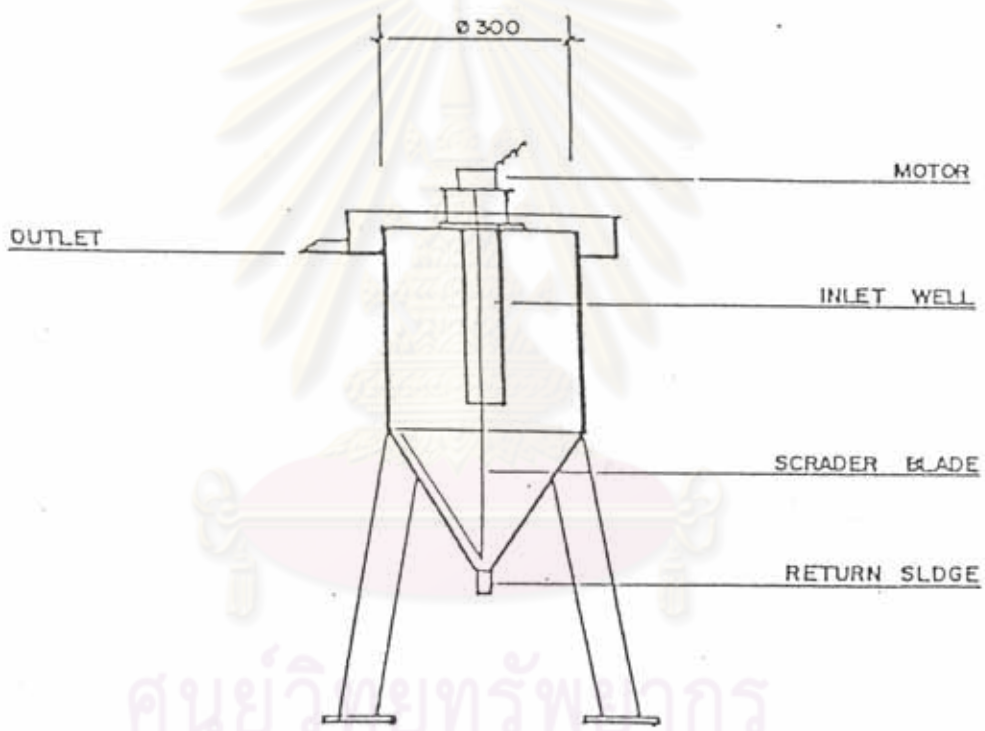
รูปที่ 4.1 แสดงภาพถังปฏิกิริยาคอนแทกต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



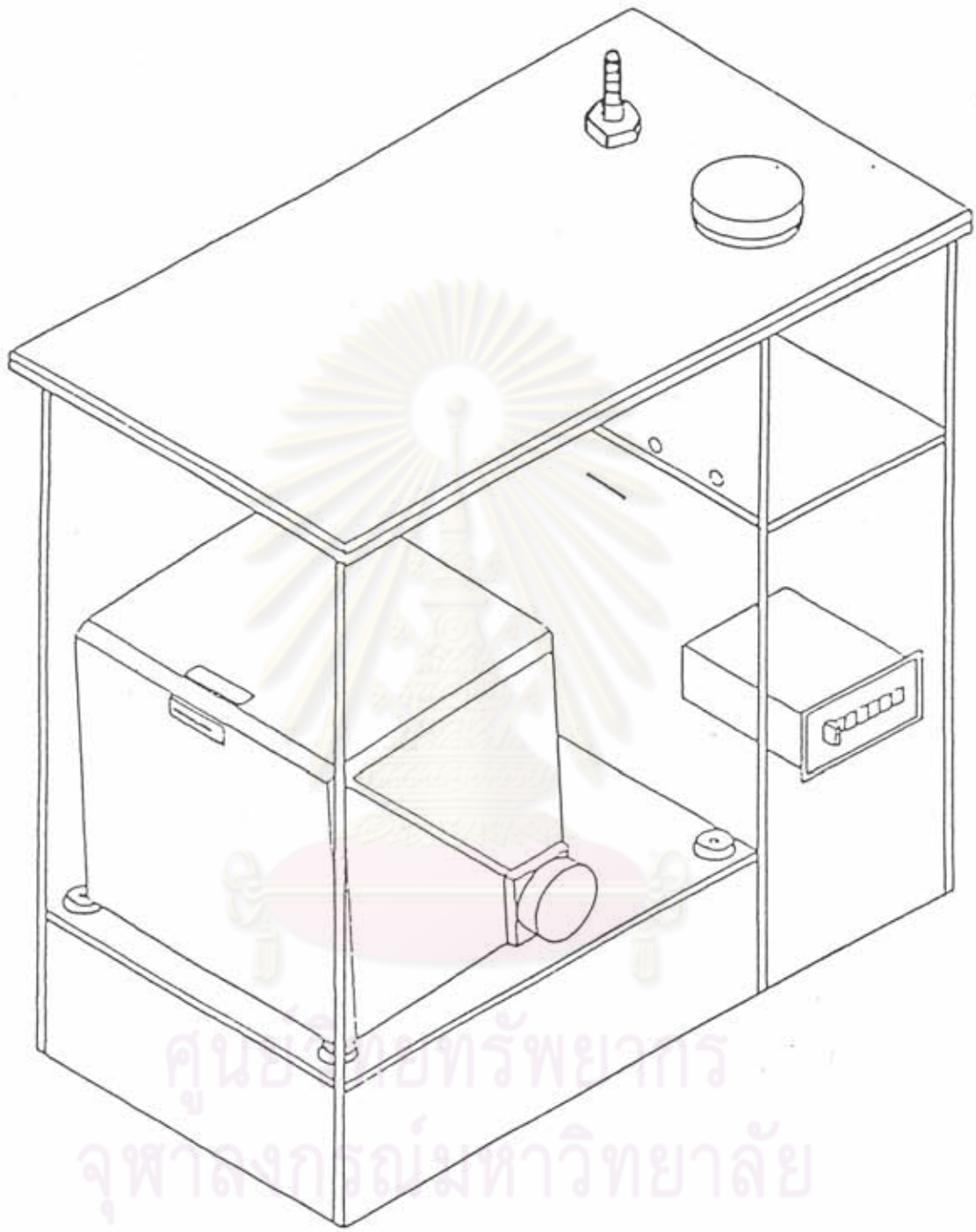
รูปที่ 4.2 แสดงภาพถังปฏิกิริยาสเตบิไลเซชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



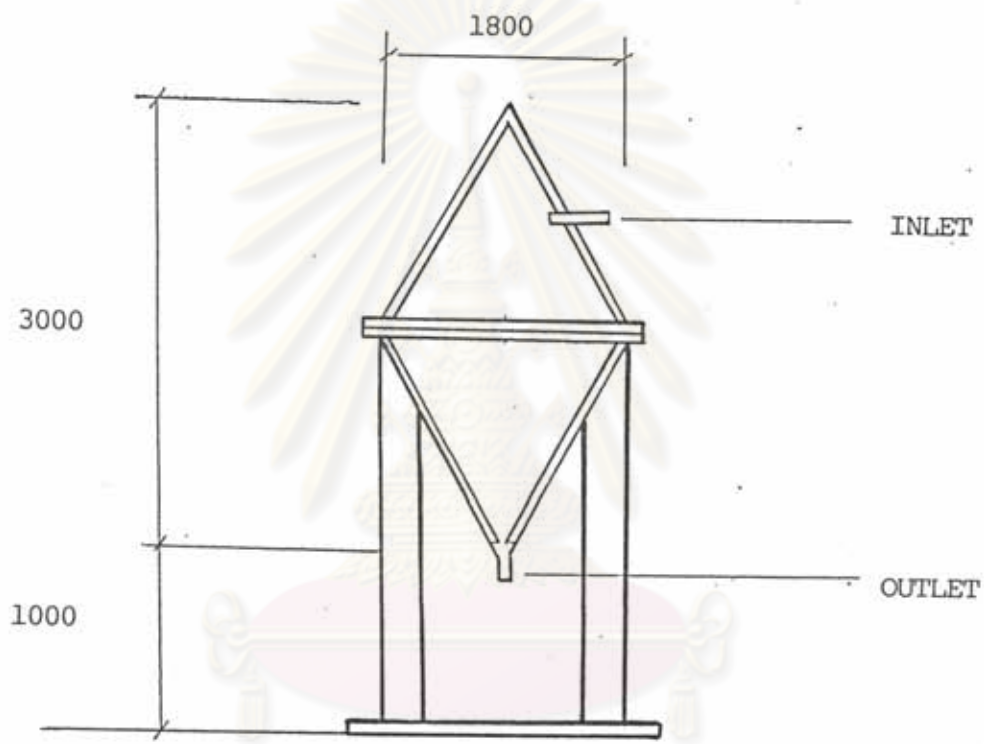
รูปที่ 4.3 แสดงภาพถังตกตะกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงภาพเครื่องวัดปริมาณก๊าซชีวภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แสดงภาพถังคัดเลือกสายพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 หลักการทำงาน

ขั้นตอนในการทำงานสรุปได้ดังนี้

1) เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำเสียสังเคราะห์จากถังเก็บน้ำเสียส่งเข้ามาผสมกับน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน ก่อนเข้าสู่ถังคัดเลือกสายพันธุ์

2) น้ำที่ออกจากถังคัดเลือกสายพันธุ์ จะไหลเข้าไปบำบัดมลสารภายในถังคอนแทกต์

3) น้ำเสียที่บำบัดแล้วจากถังคอนแทกต์ จะไหลออกจากถังไปสู่ถังตกตะกอน น้ำใสส่วนบนจะไหลออกมาเข้ารางรับน้ำรอบ ๆ ขอบถัง และไหลออกจากระบบ

4) ตะกอนที่จมอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนจะถูกสูบออกด้วยเครื่องสูบน้ำ เพื่อส่งไปเข้าถังสเตบิ-ไลเซชัน

5) ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะส่งออกจากถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชันทางส่วนบนของถัง เพื่อไปเข้าเครื่องวัดปริมาณก๊าซต่อไป

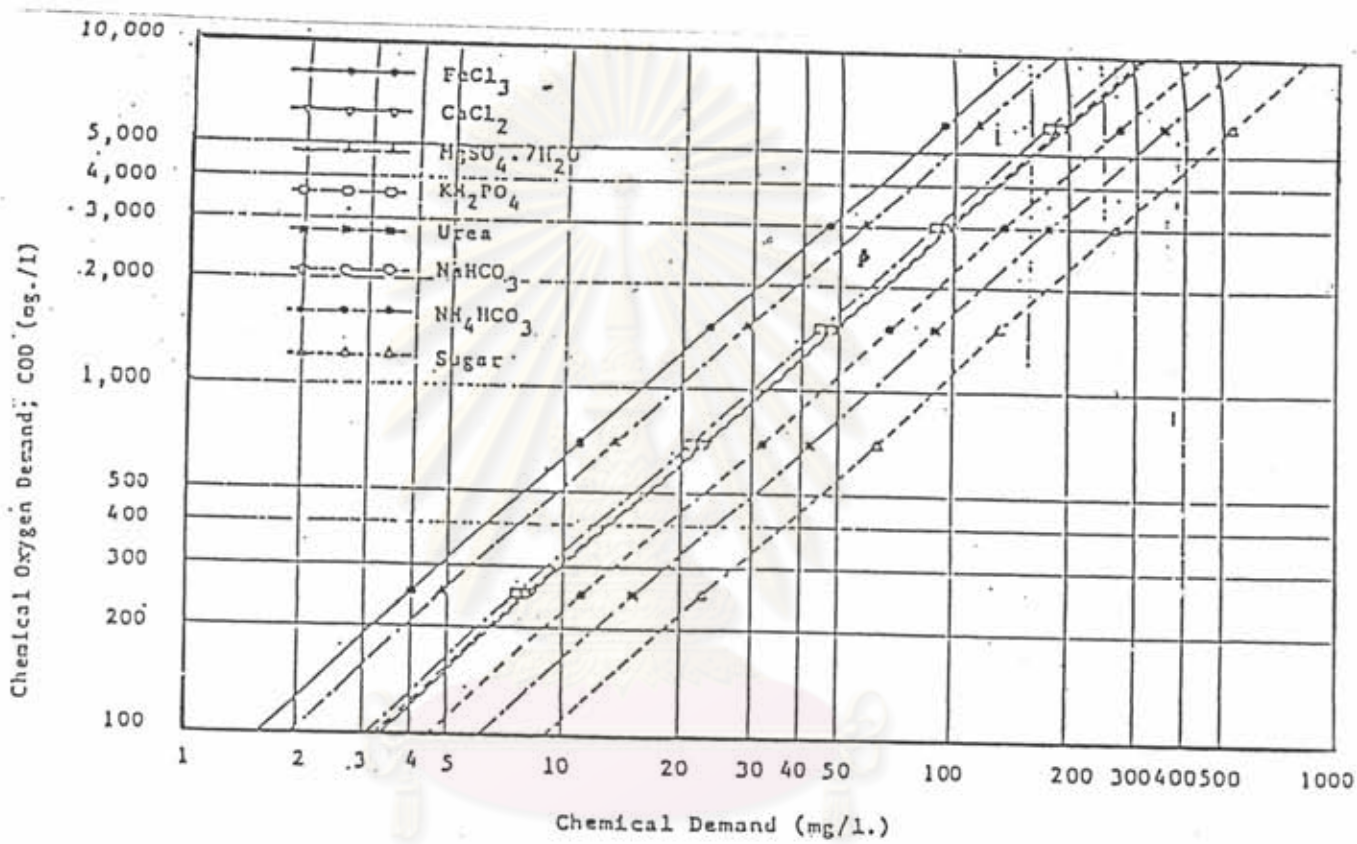
4.3 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้น้ำตาลทรายเป็นสารอินทรีย์หลัก และสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ สูตรสำหรับการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ แสดงในรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์

สารประกอบ	ความเข้มข้น (มก./ล.)
1. Sugar คิดเป็นค่า COD	500
2. Urea	75
3. KH_2PO_4	25
4. $CaCl_2$	15
5. $MgCl_2\ 6H_2O$	5
6. $FeCl_3$	2.5
7. $CoCl_2\ 6H_2O$	2.5
8. $NaHCO_3$	800

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ – Chemical Demand (mg/l) สำหรับ $FeCl_3$, $CaCl_2$ (เส้นทึบ) ค่าที่อ่านได้ต้องคูณด้วย 10^{-1}

– Chemical Demand (mg/l) สำหรับ $NaHCO_3$, NH_4HCO_3 และ Sugar (จุดไข่ปลา) ค่าที่อ่านได้ต้องคูณด้วย 10

รูปที่ 4.6 แสดงสูตรสำหรับการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ (32)

4.4 การวางแผนการทดลองและวิจัย

การทดลองงานวิจัยนี้กระทำที่ห้องปฏิบัติการวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 แผนการทดลอง

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาสมรรถนะและหาแบบจำลองทางจลน์พลศาสตร์ของกระบวนการนี้ ดังนั้นจึงแบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลองด้วยกัน โดยควบคุมภาระบรรทุกการไหล (Hydraulic Loading) ที่อัตราการสูบน้ำเสียเข้าสู่ระบบ 60 ลิตรต่อวัน อัตราการสูบตะกอนกลับ (Return Sludge Ratio) ที่ 100% ของการสูบน้ำเสียเข้าระบบ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading) ที่ 0.5 กก.ซีโอดี ต่อ ลบ.ม.-วัน ให้คงที่ และเปลี่ยนแปลงค่าอายุตะกอน (Sludge) ที่ค่าต่าง ๆ 4 ค่า แผนการวิจัยและระยะเวลาทดลองแสดงดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แผนการวิจัยและระยะเวลาทดลอง

ข้อมูล	การทดลองที่			
	1	2	3	4
VOLUMETRIC ORGANIC LOADING (kg.COD/cu.m.-day)	0.5	0.5	0.5	0.5
INFLUENT COD (mg./l)	500	500	500	500
INFLUENT FLOWRATE (litre/day)	60	60	60	60
RETURN SLUDGE (litre/day)	60	60	60	60
SLUDGE AGE (day)	150	100	75	50
EXPERIMENT PERIOD (day)	40	50	50	40

4.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์เก็บจากระบบ ตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) น้ำเสียสังเคราะห์จากถังน้ำเสีย
2) น้ำเสียที่อยู่ในถังคอนแทกต์
3) น้ำเสียที่อยู่ในถังสเตบิไลเซชัน
4) น้ำเสียก่อนเข้าและหลังออกจากถังคอนแทกต์
5) น้ำเสียก่อนเข้าและหลังออกจากถังสเตบิไลเซชัน
6) น้ำที่ออกจากระบบ

ตัวอย่างน้ำที่เก็บแต่ละจุดมีปริมาตรประมาณ 30 มล. และจะนำมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ความถี่ของการเก็บตัวอย่างแสดงดังในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.7

2. การวัดปริมาณก๊าซชีวภาพและเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากถังปฏิกิริยาทั้งสองจะถูกบันทึกโดยเครื่องนับที่ติดอยู่กับเครื่องวัดก๊าซ สำหรับการหาเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนจะทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Orsat Gas Analyzer

3. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) ค่าพีเอช วิเคราะห์โดยเครื่องวัดพีเอชของ Beckman
2) ตะกอนแขวนลอย วิเคราะห์ตามวิธีของ Standard Methods โดยใช้กระดาษ GF/C ของ Wattman
3) สภาพความเป็นด่างรวมและกรดไวลาไทล์ วิเคราะห์โดยวิธี Direct Tritrarion ของ Dillali & Albertson
4) ค่า ซีโอดี วิเคราะห์ตามวิธีของ Standard Methods
5) เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนวิเคราะห์โดยเครื่อง Orsat Gas Analyzer

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ตัวแปรและความถี่ในการวิเคราะห์

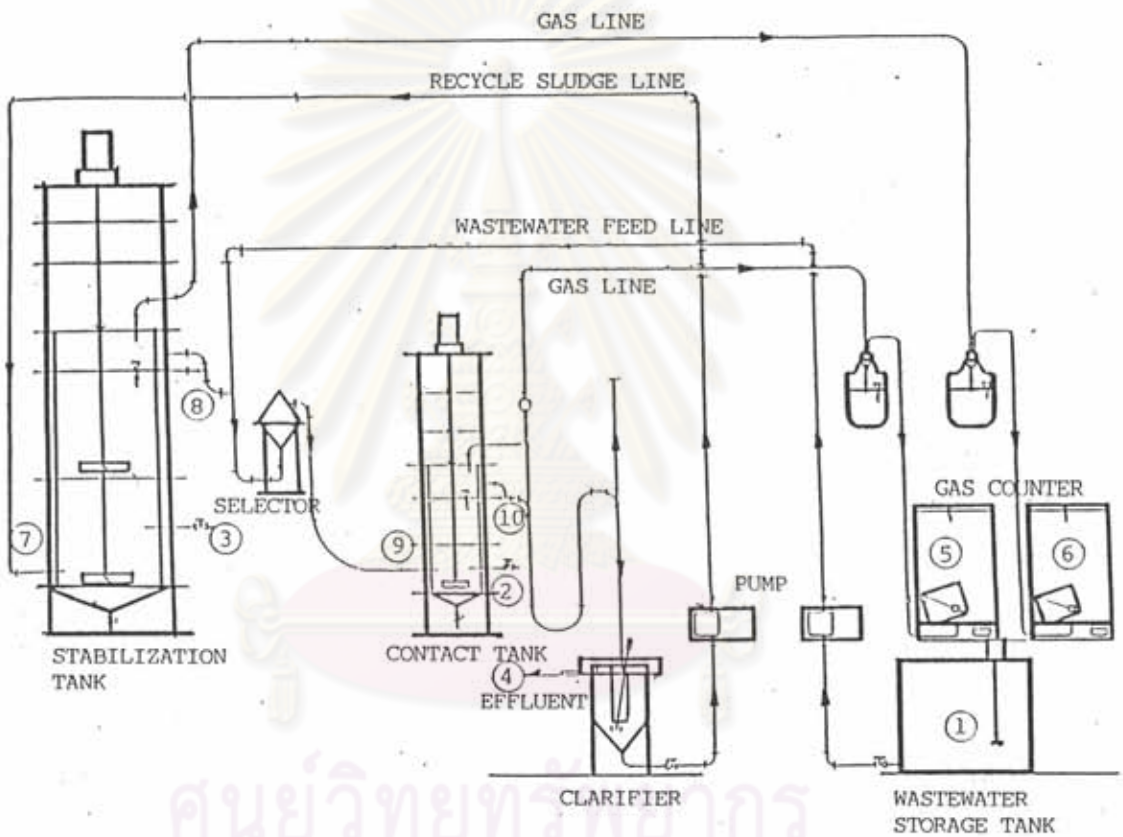
ตัวแปร	ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COD	B			B			B	B	B	B
pH				A						
VFA		B	B							
TOTAL ALKALINITY		B	B							
MLSS		A	A	A			A		A	
GAS VOLUME					A	A				
% METHANE					C	C				

หมายเหตุ A หมายถึงตัวแปรที่วิเคราะห์ทุกวัน

B หมายถึงตัวแปรที่วิเคราะห์วันเว้นวัน

C หมายถึงตัวแปรที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย