บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

4.1.1 ระบบไบโอเทน

ระบบไบโอเทนที่ใช้ในการทดลอง เป็นระบบขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่โรงงานสุราทิพย์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ดังมีรายละเอียด ในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ มีดังต่อไปนี้

ก. บ่อเก็บน้ำเสีย (collection sump) จะเป็นบ่อที่จะรับน้ำกากส่าจากระบบการผลิต โดยจะทำหน้าที่เป็นทั้งบ่อรวบรวม และบ่อตกตะกอน ขั้นแรกของน้ำกากส่า จากนั้นน้ำกากส่าจะได้รับการเจือจางด้วยน้ำประปาหรือน้ำล้างขวดและจะถูกดูดเข้าสู่ถังหมักกรด (acidification tank) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของระบบ ยูเอเอสบี

ข. ถังหมักกรด (acidification tank) ประกอบด้วยถัง 2 ชั้นโดยน้ำกากส่าจะไหลเข้าสู่ชั้นนอกก่อน และล้นเข้าสู่ชั้นใน และต่อจากนั้นก็จะถูกสูบเข้าสู่ถังหมัก แก๊สมีเทน (biothane reacton) โดยถังหมักกรดนี้ ขนาดจุประมาณ 450 $ม^3$

ค. ถังหมักแก๊สมีเทน(biothane reactor)น้ำกากส่าที่ออกจากถังหมักกรด จะถูกสูบเข้าทางด้านก้นถังของถังหมักแก๊สมีเทนโดยลักษณะการสูบเข้า จะผ่านหัวฉีดภายในถัง ขึ้นไปสู่ด้านบนซึ่งมีตัวตกตะกอน (settler) จะทำหน้าที่แยกแก๊สมีเทน, น้ำกากส่า และตะกอนจุลินทรีย์ออกจากกัน แก๊สชีวภาพที่ได้จะไหลเข้าสู่ถังเก็บแก๊สตามท่อที่เตรียมไว้ ขนาดจุของถังหมักมีเทนนี้ประมาณ 3000 $ม^3$ มีความสูง 7 ม. และเส้นผ่าศูนย์กลาง 23 ม.

ง. ถังเก็บแก๊ส (gas holder) มีลักษณะเป็น 2 ถังคว่ำเข้าหากันรูปโดยที่ถังขนาดเล็กกว่าจะอยู่ด้านใน และสามารถลอยขึ้นลงได้ตามแรงดันของแก๊สชีวภาพ และแก๊สชีวภาพที่ได้จะถูกสูบโดยพัดลม (gas blower) เข้าสู่หม้อต้มไอน้ำที่ใช้งานต่อไป

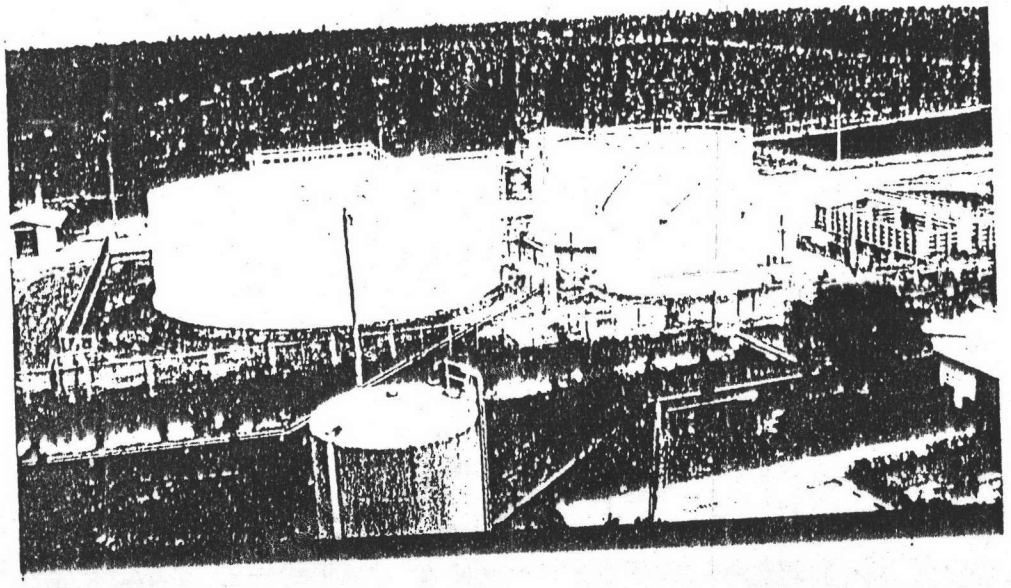
4.1.2 <u>เครื่องมือทดสอบความสามารถของตะกอน (sludge activity)</u>

อุปกรณ์ใช้ทดสอบความสามารถของตะกอน ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งประกอบด้วย

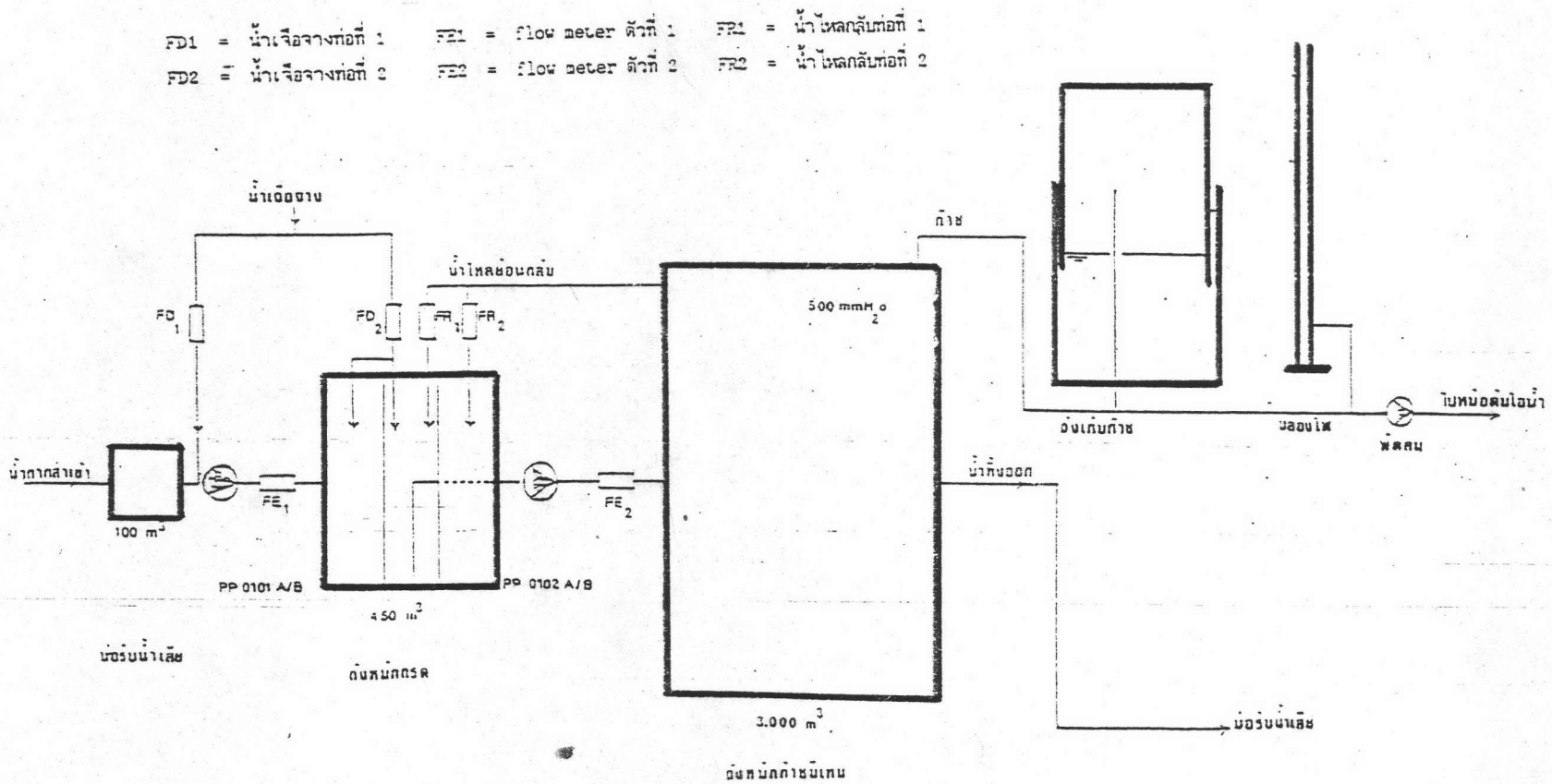
- ขวดรูปชมพู่ขนาด 1 ลิตร จำนวน 3 ใบ
- สายยางสำหรับส่งแก๊ส
- ปิกเกอร์ ขนาด 1 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- กระบอกตวงสำหรับวัดปริมาณน้ำ 1 ใบ

4.1.3 <u>เครื่องมือวิเคราะห์ขนาดตะกอน</u>

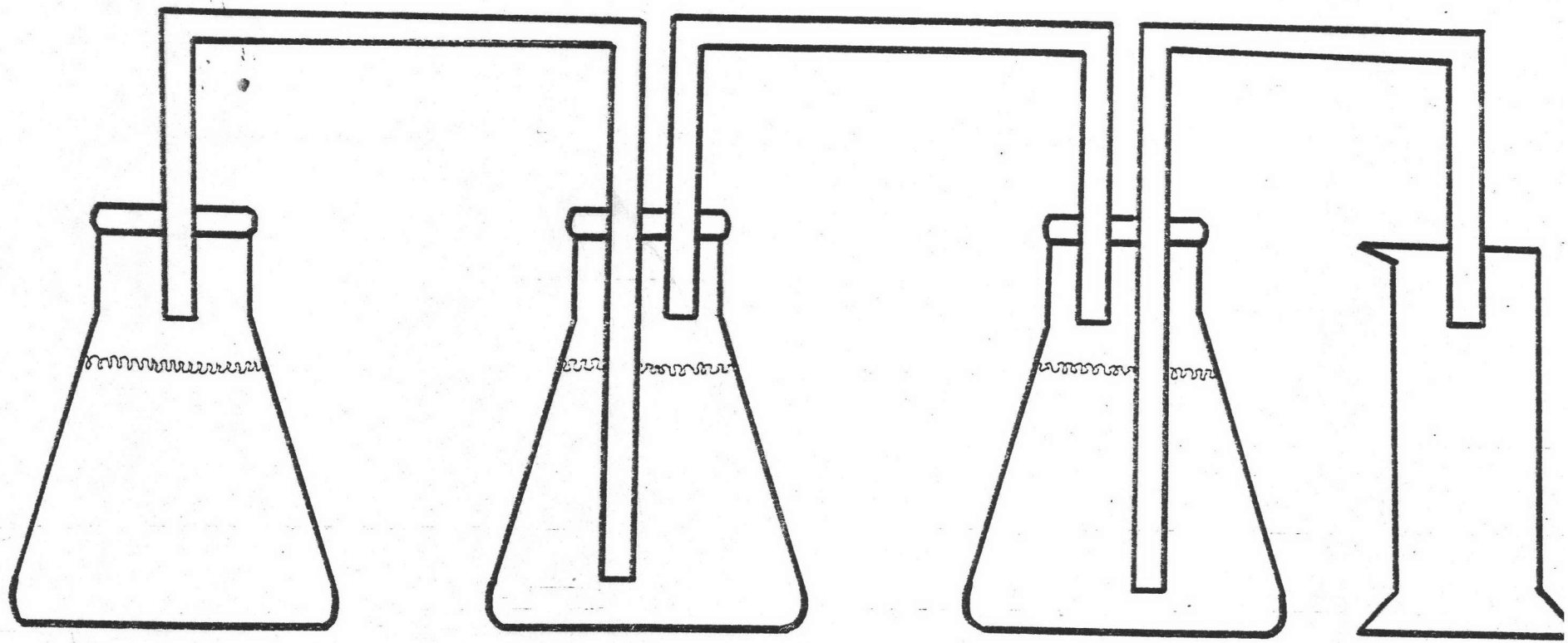
- ตะแกรงกรองขนาด 1 มม. (pore size)
- ตะแกรงกรองขนาด 0.5 มม. (pore size)



รูปที่ 4.1 แสดงระบบไบโอเทน ณ โรงงานสุราทิพย์ จังหวัดอุตรดิตถ์



รูปที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบทั่วไปของระบบ ยูเอเอสบี ที่ใช้งานจริง



รูปที่ 4.3 แสดงชุดทดสอบความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์

(sludge activity)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 แผนการทดลอง

4.2.1 ติดตามประสิทธิภาพระบบยูเอเอสบีขนาดใหญ่

การเดินระบบหมักยูเอเอสบีขนาดใหญ่ได้เริ่ม เดือนธันวาคม 1989 จนถึงเดือนตุลาคม 1990 รวมทั้งสิ้น ใช้เวลาประมาณ 11 เดือน การเริ่มต้นเดินระบบโดยได้น้ำตะกอนแบคทีเรียจากบ่อหมัก (anaerobic ponds) ที่โรงงานสุราแสงโสม คิดเป็นน้ำหนักแห้งของตะกอนประมาณ 72,200 กก. และคำนวนเป็นปริมาณความเข้มข้นตะกอนในถังหมักมีเทน 24.07 ก/ล. โดยน้ำกากส่าได้ถูกเจือจาง และ สูบเข้าระบบหมักยูเอเอสบี ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การติดตามค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบ

อัตราป้อนน้ำเสีย $ม^3$/วัน	ค่าซีโอดีของน้ำกากส่าเข้าระบบ(มก/ล)	อัตราหมุนเวียน recycle rate (m^3/hr.)	อัตราป้อนสารอินทรีย์ กก.ซีโอดี/$ม^3$.วัน
156	38,462	35	2.0
180	41,668	35	2.5
192	46,875	35	3.0
192	54,687	35	3.5
204	58,831	35	4.0

โดยมีการติดตามประสิทธิภาพ การทำงานของระบบยูเอเอสบีขนาดใหญ่นี้ โดยวิเคราะห์น้ำทากส่าเข้าและออกจากระบบ นอกจากนี้ยังมีการตรวจวัดปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ และองค์ประกอบของแก๊สชีวภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แสดงดรรชนีตรวจวัดที่กำหนด สำหรับระบบยูเอเอสบีขนาดใหญ่ โดยงานส่วนนี้ทางเจ้าหน้าที่ของโรงงานเป็นผู้ดำเนินการ

ตารางที่ 4.2 ดรรชนีที่กำหนดในการตรวจวัดสำหรับระบบยูเอเอสบี

	ดรรชนีตรวจวิเคราะห์	ความถี่ในการตรวจวิเคราะห์และวัด
น้ำทากส่า	COD	ทุกวัน
เข้าและ	pH	"
ออก	VFA	"
	Alkalinity	"
แก๊ส	อัตราผลิตแก๊ส	ทุกวัน
ชีวภาพ	องค์ประกอบแก๊ส	"

4.2.2 การศึกษาลักษณะสมบัติตะกอนในถังหมักยูเอเอสบี

การศึกษาทำได้โดย นำตัวอย่างตะกอนจุลินทรีย์ของแต่ละระดับความสูงของถังปฏิกริยา คือที่ระดับความสูง 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ ที่ทำการทดสอบ อันได้แก่ อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน นำตัวอย่างดังกล่าวมากรองผ่านตะแกรงกรองที่มีขนาดของรูตะแกรง (pore size) เท่ากับ 1 มม. และ 0.5 มม. หลังจากนั้นนำตะกอนที่กรองแล้ว มาหาค่าความเข้มข้นในรูปของ มก/ล.ของสารแขวนลอย (SS) สำหรับตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มม., 0.5 - 1 มม. และขนาดเล็กกว่า 0.5 มม.

4.2.3 การทดสอบความสามารถของตะกอน

ในการทดลอง ได้ทำการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge activity) ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) ขนาด 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กก.ซีโอดี/ม^3.วัน โดยทำการ set lab scale สำหรับศึกษา วิธีการเตรียมตัวอย่างทำได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- ตะกอนจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบ ในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ (organic loading) จะทำการนำตะกอนจุลินทรีย์จากถังหมักแก๊สมีเทน (biothane reactor) ที่ระดับความสูงที่แตกต่างกัน อันได้แก่ ระดับความสูงที่ 0.25(S_1),0.50(S_2), 0.75(S_3), 1.0(S_4), 2.0(S_5), 3.0(S_6) และ 4.0(S_7) เมตร จากก้นถังหมักโดยทำการควบคุมความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ทดสอบที่ความเข้มข้น 1000 มก./ล.

- น้ำกากส่า (raw slop) นำน้ำกากส่าที่ใช้สำหรับผลิตแก๊สมีเทนของ plant มาใช้เป็นอาหาร (substrate)ของตะกอนจุลินทรีย์ โดยทำการควบคุมความเข้มข้นของน้ำกากส่าที่ 20,000 มก./ล.

- วิธีการทดสอบ ทำการทดสอบ ความสามารถของตะกอนจุลินทรีย์ (sludge activity) โดยในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ที่จะศึกษา นำตัวอย่างหรือตะกอนจุลินทรีย์มาใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 1 ลิตร ทั้งหมด 7 ชุด ตามระดับความสูงของถังหมัก ต่อจากนั้น นำน้ำกากส่ามาบรรจุลงไปในขวดชมพู่ที่บรรจุตะกอนจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ โดยเติมน้ำกากส่าปริมาณ 400 มล. ในแต่ละขวด ต่อจากนั้นก็ทำการต่อเข้ากับเครื่องมือสำหรับตรวจวัดปริมาณแก๊สที่จะเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

- ขวดชมพู่ซึ่งบรรจุ 1 N NaOH เพื่อดูดซึมแก๊ส CO_2
- ขวดชมพู่ขวด 1 ล.บรรจุน้ำกลั่นสำหรับใช้แทนที่ปริมาณแก๊สที่จะเกิดขึ้น
- กระบอกตวง สำหรับวัดปริมาตรของแก๊สที่จะเกิดขึ้น

4.3 วิธีตรวจวิเคราะห์ผล

ในการทดลอง ได้ทำการทดสอบ พารามิเตอร์ที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบ วิธีการทดสอบใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม standard method โดยวิเคราะห์ พารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้

COD (chemical oxigen demand) โดยใช้วิธี reflux method

pH โดยใช้ pH meter

VFA (volatile fatty acid) โดยวิธี stream distillation

Alkalinity

% CO_2 โดยวิธี orsat analysis

SS (Suspended Solids)

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ก.