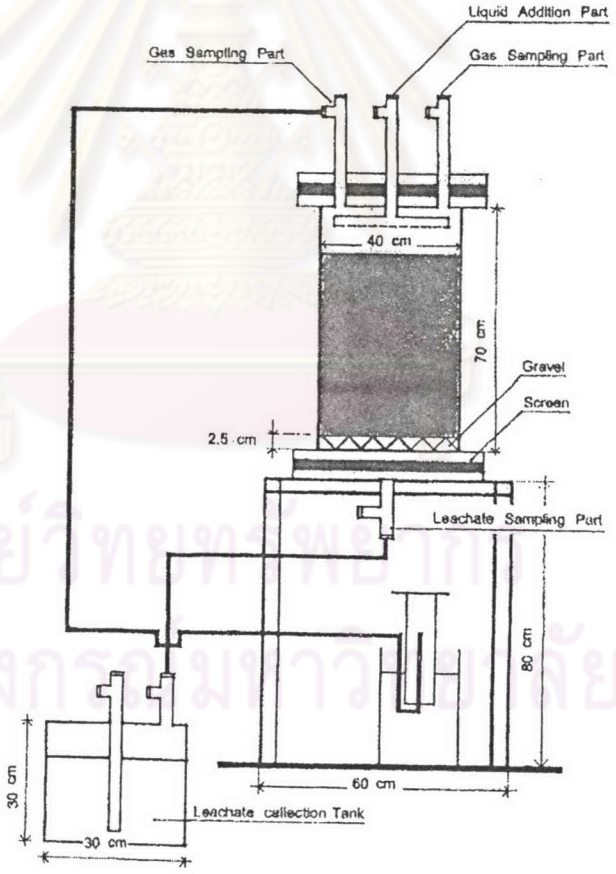
บทที่ 3

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

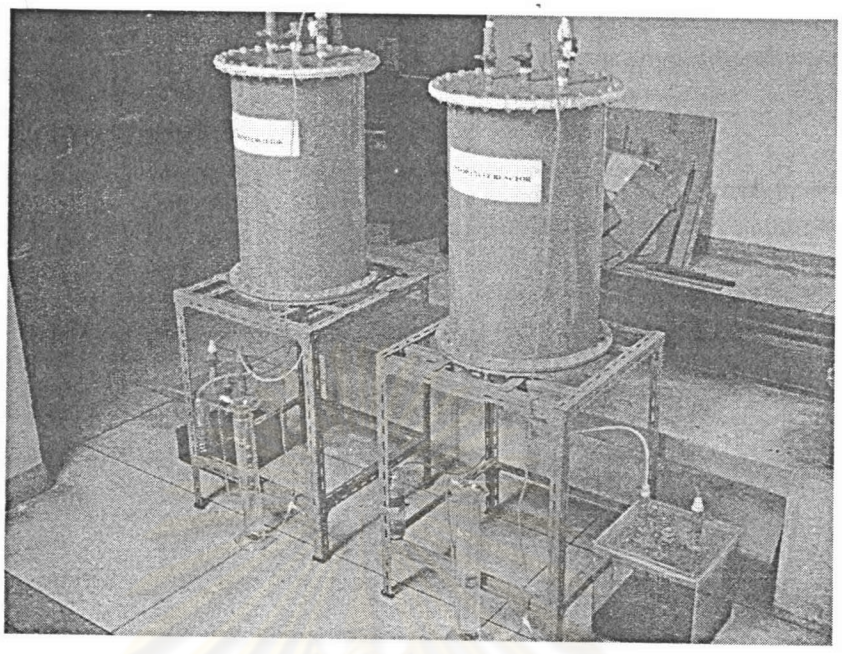
3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ถังหมักขยะ

ใช้ถังหมักขยะจำนวน 2 ถัง ที่สร้างขึ้นด้วยท่อพีวีซี แต่ละถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.40 เมตร และมีความสูง 0.70 เมตร รูปร่างและลักษณะของการทำงานของระบบถังหมักขยะที่มีการหมุนเวียนและไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 ระบบถังหมักขยะที่ใช้ในการทดลอง

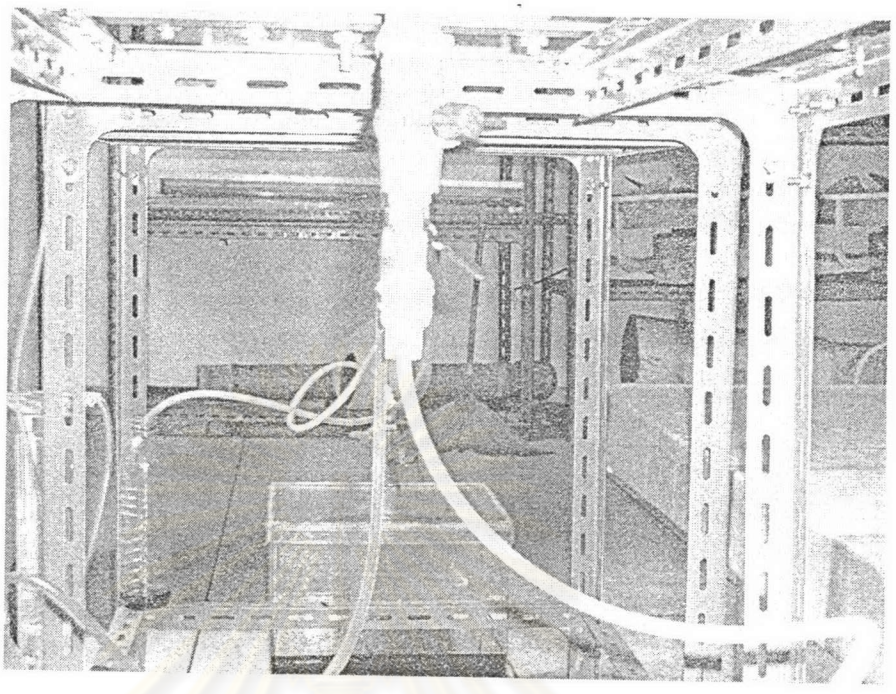


รูปที่ 3.2 ถังหมักขยะแบบที่มีการหมุนเวียนและไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ

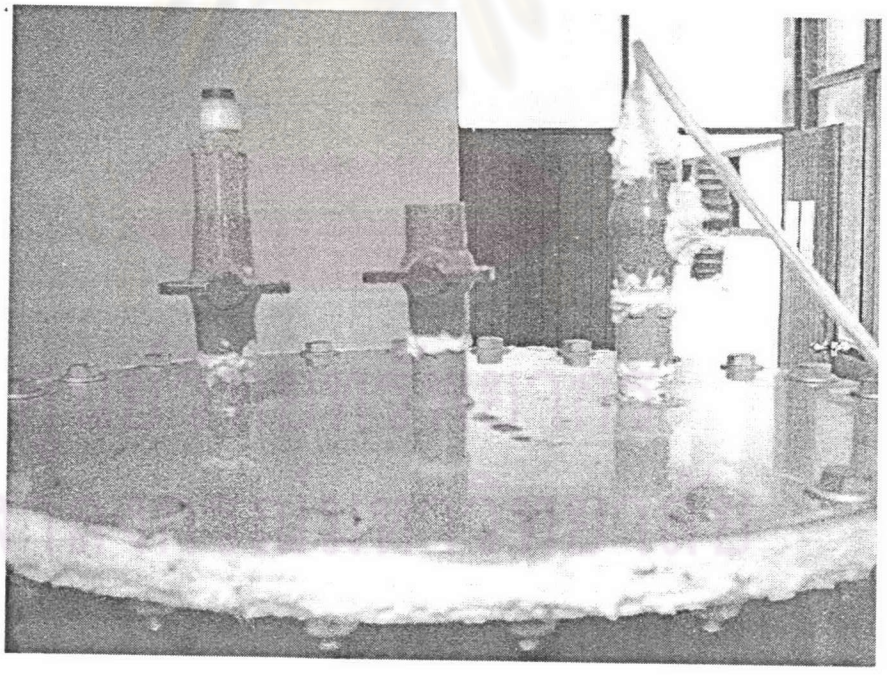
ถังหมักขยะในแต่ละถังจะมีท่อย่อยขนาดเล็กแยกออกมา 4 ท่อ ท่อแรกอยู่ส่วนล่างของถัง แสดงดังรูปที่ 3.3 ใช้สำหรับระบายน้ำชะขยะและเพื่อการเก็บน้ำชะขยะไปวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ ในขณะที่อีก 3 ท่ออยู่บนฝาปิดถังด้านบนแสดงดังรูปที่ 3.4 ท่อหนึ่งมีไว้เพื่อการเติมของเหลวเข้าสู่ถังหมัก โดยใช้ระบบการกระจายของเหลวที่สร้างขึ้นด้วยท่อพีวีซีที่เจาะรูเล็กๆและถี่ แสดงดังรูปที่ 3.5 อีกสองท่อมีไว้เพื่อการระบายก๊าซชีวภาพที่ถูกผลิตขึ้นในถังหมัก

3.1.2 อุปกรณ์วัดปริมาตรก๊าซ

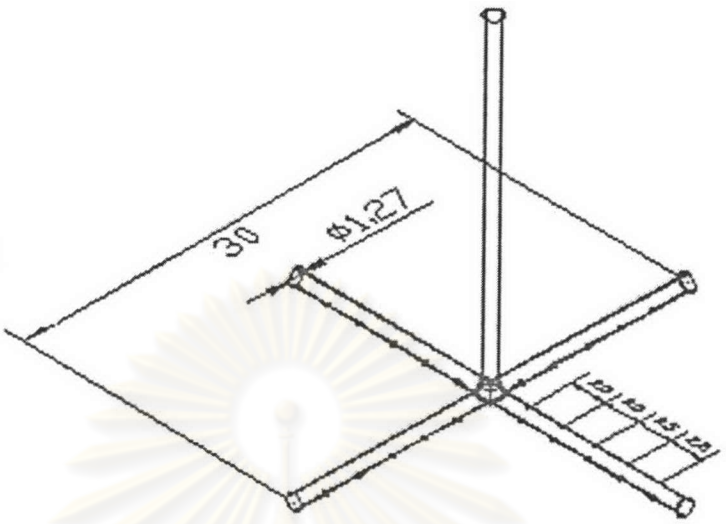
ก๊าซชีวภาพที่ถูกผลิตขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในถังหมัก จะถูกนำไปเก็บรวบรวมและวัดปริมาตรที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการแทนที่น้ำ โดยการวางขวดแก้วรูปทรงกระบอกที่มีปริมาตร 0.5 ลิตร คว่ำในขวดแก้วรูปทรงกระบอกที่มีปริมาตร 1 ลิตร แสดงดังรูปที่ 3.6 และถูกเติมด้วยสารละลาย 20%Na_2SO_4 ใน 5%H_2SO_4 เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซที่เกิดขึ้นละลายในน้ำ (Sawyer, 1994)



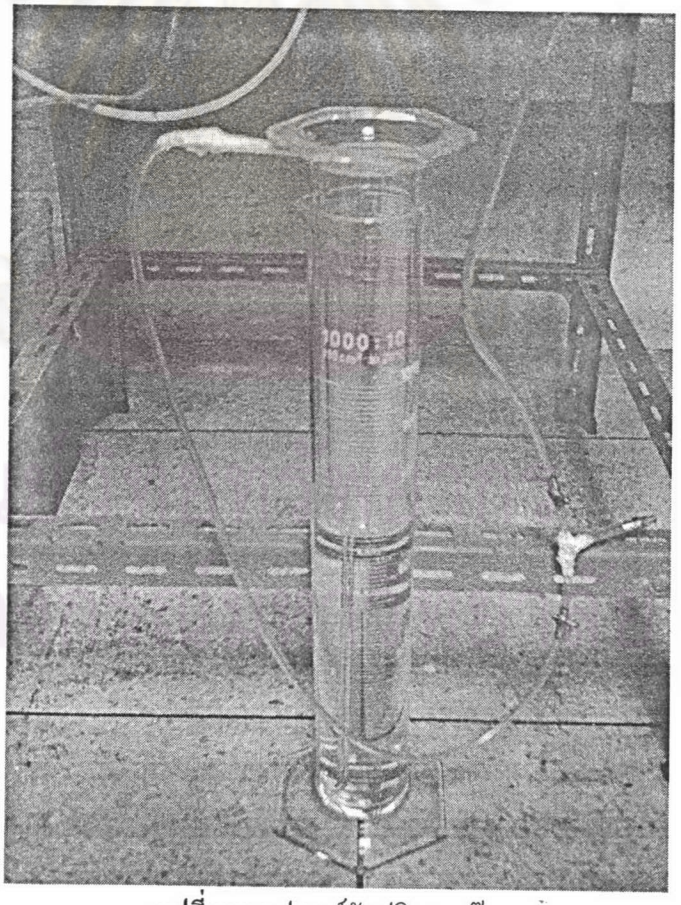
รูปที่ 3.3 ท่อระบายน้ำชะขยะและเพื่อการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์



รูปที่ 3.4 ท่อสำหรับเติมของเหลวและระบายก๊าซออกจากถังหมัก



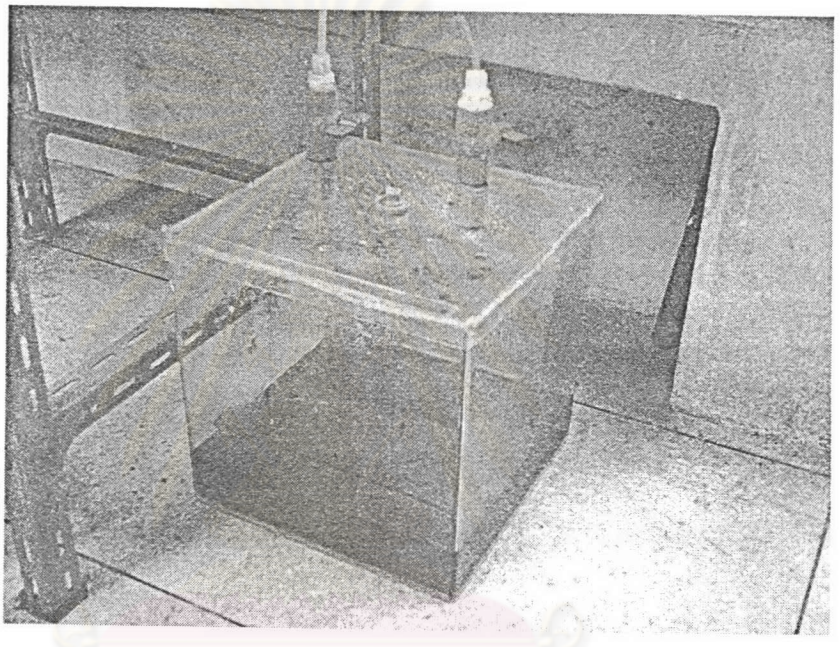
รูปที่ 3.5 ระบบท่อกระจายของเหลว



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์วัดปริมาตรก๊าซ

3.1.3 ถังเก็บน้ำชะขยะ

ผลิตจากแผ่นอาร์คิลิคใสหนา 6 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ขนาดความยาว 30 เซนติเมตร และขนาดความสูง 30 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.7 ดังนั้นจะมีปริมาตร 27 ลิตร มีท่อย่อยขนาดเล็กแยกออกมาจากส่วนบนของถัง 2 ท่อ ท่อแรกมีไว้สำหรับดึงเอาน้ำชะขยะที่ถูกเก็บไว้ในถังไปเติมหมุนเวียนเข้าทางส่วนบนของถังหมัก และท่อที่สองมีไว้สำหรับรับเอาน้ำชะขยะที่ถูกระบายออกจากส่วนล่างของถังหมักไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำชะขยะ



รูปที่ 3.7 ถังเก็บน้ำชะขยะ

3.1.4 ขยะสังเคราะห์

ถังหมักขยะในแต่ละถังจะหมักขยะสังเคราะห์น้ำหนัก 20 กิโลกรัม ซึ่งประกอบด้วยขยะจำพวกผักและผลไม้ที่ถูกตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ รวมกับตะกอนหัวเชื้อที่ได้มาจากโรงบำบัดน้ำเสียในกระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจนในปริมาณ 1 ลิตร ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ขยะสังเคราะห์นี้จะเป็นตัวแทนแสดงส่วนประกอบของขยะจำพวกสารอินทรีย์ที่มีในตลาดสี่มุมเมือง ซึ่งประกอบด้วยผัก 80 % และผลไม้ 20 % โดยน้ำหนัก ส่วนประกอบของขยะสังเคราะห์ที่ถูกทำให้เป็นชิ้นเล็กๆได้แสดงในตารางที่ 3.2 ซึ่งจะถูกคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนใส่ลงถังหมัก การวิเคราะห์ตัวอย่างขยะในเบื้องต้น จะทำให้ทราบถึงปริมาณความชื้นและปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ที่มีในขยะจำพวกสารอินทรีย์

3.1.5 น้ำกลั่น

ในถังหมักขยะที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ ต้องมีการเติมน้ำเข้าสู่ส่วนบนของถังหมัก เพื่อเพิ่มความชื้นในอัตราคงที่ 850 มิลลิลิตรต่อสัปดาห์ เพื่อให้สอดคล้องกับระบบจริงที่มีความชื้นอันเนื่องมาจากการไหลซึมของน้ำฝนที่ตกลงมาในอัตราเฉลี่ย 12 นิ้วต่อปี (สุพินดา ธุระเจน, 2544) ดังนั้นในการทดลองจึงใช้น้ำกลั่นแทนน้ำฝนตามธรรมชาติ

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ตะกอนหัวเชื้อที่นำมาผสมกับขยะสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ผลการวิเคราะห์
Total Solid (mg/L)	1000
Total Volatile Solid (mg/L)	126
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	1550
pH	7.73

ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบของขยะสังเคราะห์จำพวกผักและผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบ	น้ำหนักเปียก (กิโลกรัม)	ร้อยละขององค์ประกอบ (โดยน้ำหนัก)
1. ผักกาดขาว	2.5	12.5
2. ผักบุ้ง	2.3	11.5
3. มะเขือยาว	6.3	31.5
4. ผักคะน้า	2.0	10.0
5. ถั่วฝักยาว	2.5	12.5
6. ผักกระเฉด	0.6	3.0
7. กะหล่ำปลี	0.6	3.0
8. ผักกาด	0.4	2.0
9. แตงกวา	0.5	2.5
10. กล้วย	1.0	5.0
11. ส้ม	1.3	6.5
รวม	**20**	**100**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

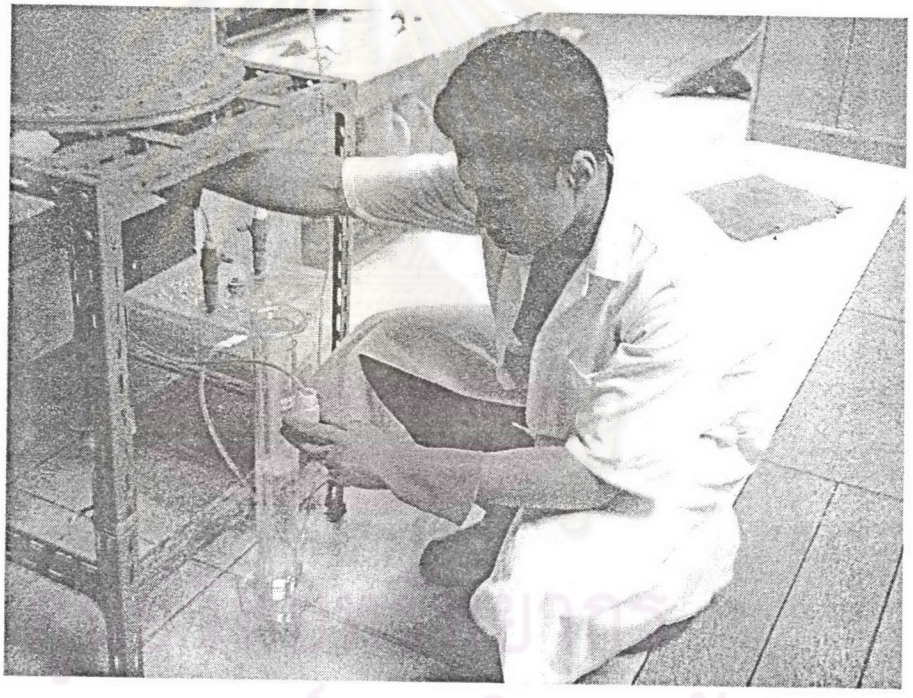
3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การทดลองในระบบถังหมักขยะที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ

3.2.1.1 เติมน้ำเข้าสู่ส่วนบนของถังหมักเพื่อเพิ่มความชื้นในอัตราคงที่ 850 มิลลิลิตรต่อสัปดาห์ เพื่อให้สอดคล้องกับระบบจริงที่มีความชื้นอันเนื่องมาจากการไหลซึมของน้ำฝนที่ตกลงมาในอัตราเฉลี่ย 12 นิ้วต่อปี (สุพินดา ธุระเจน, 2544)

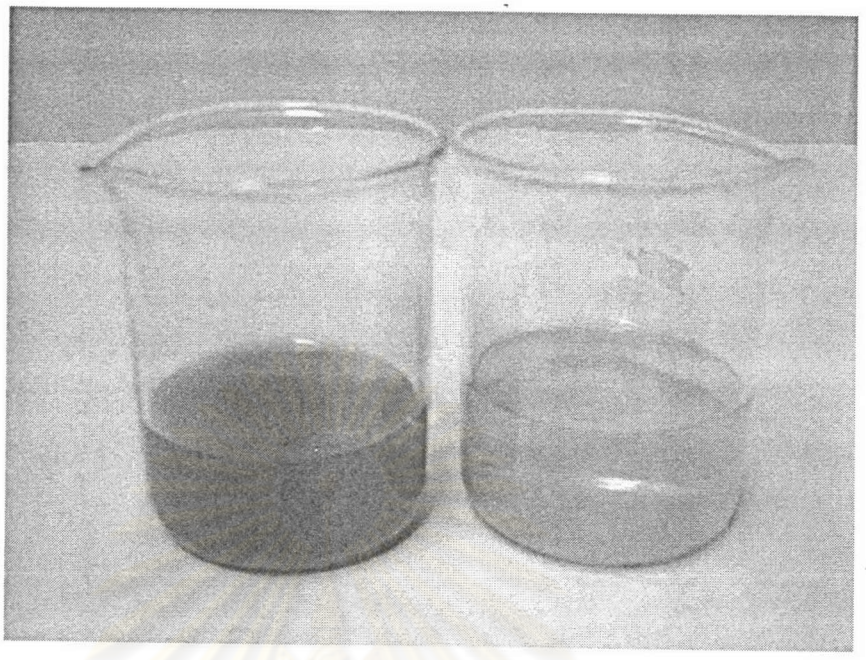
3.2.1.2 ตรวจวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ โดยใช้ความถี่และวิธีการในการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 ตามลำดับ

3.2.1.3 วิเคราะห์และสรุปผล

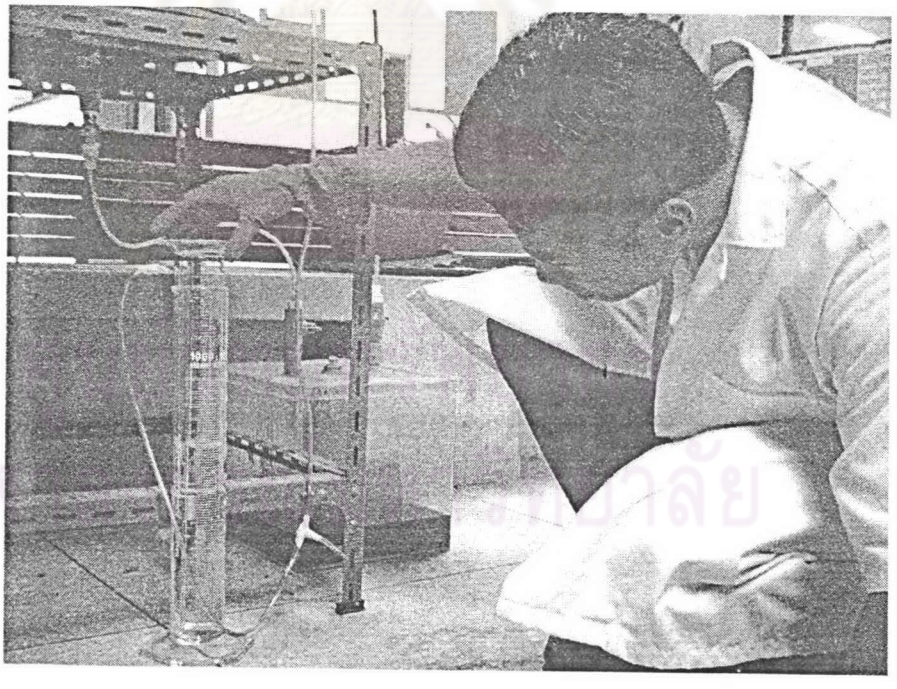


รูปที่ 3.8 การเก็บตัวอย่างน้ำชะขยะไปวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างน้ำชะขยะจากถังหมักที่มีและไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะในวันที่ 304



รูปที่ 3.10 การวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น

3.2.2 การทดลองในระบบถังหมักขยะที่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ

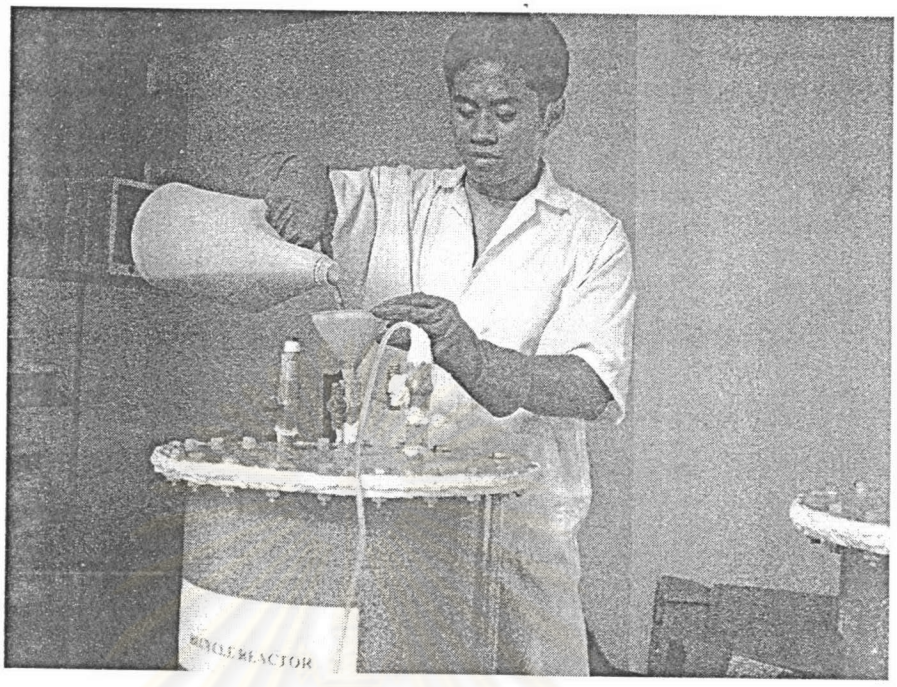
3.2.2.1 ใช้อัตราการหมุนเวียนน้ำชะขยะกลับเข้าถังหมักขยะในอัตราคงที่คือ 25% ของปริมาณความชื้นทั้งหมดในระบบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.5 ลิตรต่อวัน โดยต้องมีการปรับค่าพีเอชของน้ำชะขยะให้มีค่าประมาณ 7.5 ก่อนการเติมกลับเข้าสู่ถังหมักขยะ โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 N

3.2.2.2 ตรวจวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆโดยใช้ความถี่และวิธีการในการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 ตามลำดับ

3.2.2.3 วิเคราะห์และสรุปผล

รูปที่ 3.11 การสูบน้ำชะขยะเพื่อนำไปหมุนเวียนกลับเข้าถังหมักขยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.12 การเติมน้ำชะขยะเวียนกลับเข้าสู่ถังหมักขยะ

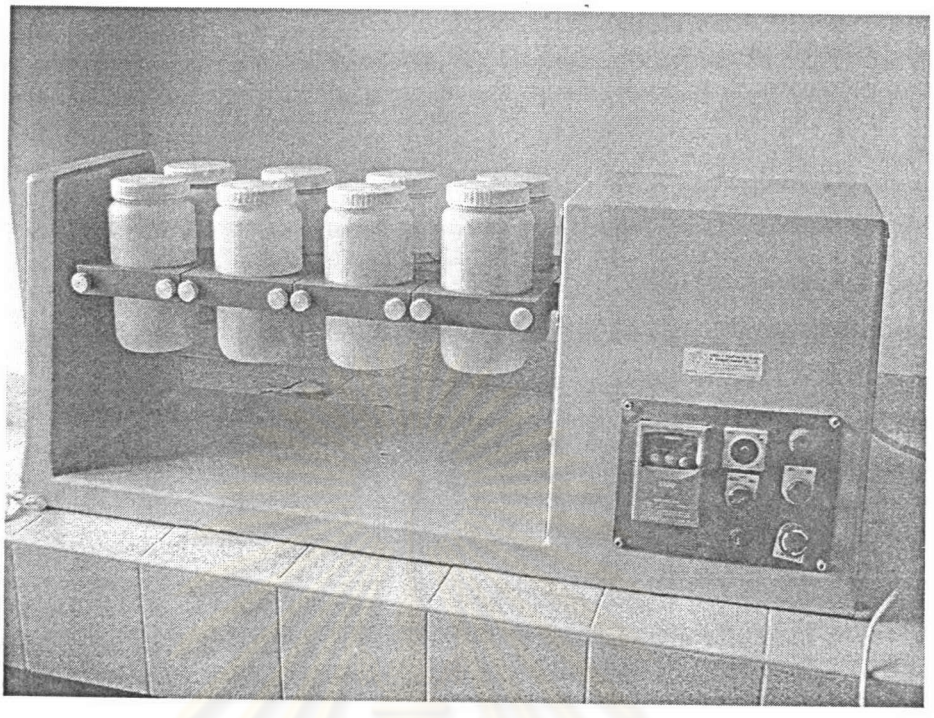
3.2.3 การทดลองเพื่อวิเคราะห์การสกัดโลหะหนักโดยน้ำชะขยะ

3.2.3.1 นำตัวอย่างน้ำชะขยะจากถังหมักที่มีและไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ ไปทำการทดลองชะโลหะหนัก กับตัวอย่างกากของเสียที่มีโลหะหนักเจือปนอยู่ คือ นิกเกิล และสังกะสี ซึ่งได้จัดเตรียมไว้แล้วจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Patummart Chewha, 2004) ดังแสดงในตารางที่ 3.5 โดยใช้ตัวอย่างน้ำชะขยะในช่วงที่ค่าซีโอดีของน้ำชะขยะลดต่ำและมีค่าค่อนข้างคงที่

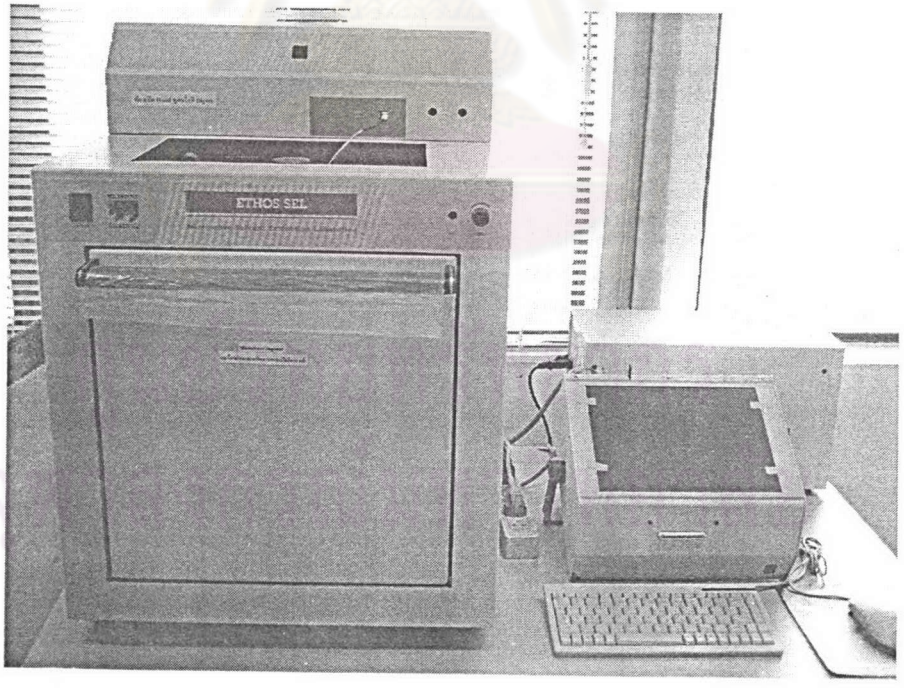
3.2.3.2 นำตัวอย่างน้ำชะขยะนั้นไปทำการตรวจวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่เจือปนอยู่ โดยใช้วิธีในการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3.4

3.2.3.3 วิเคราะห์และสรุปผล

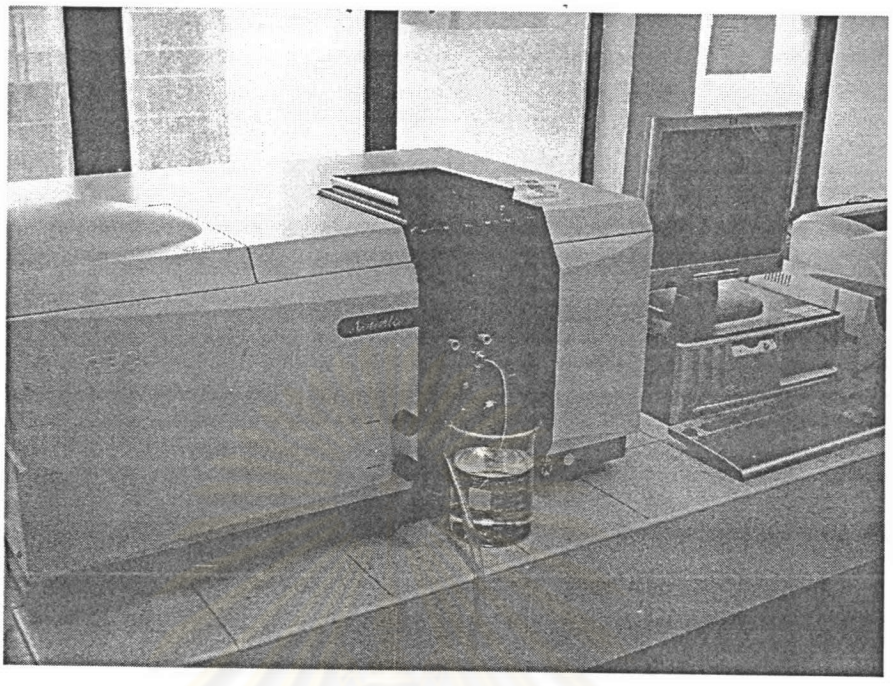
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.13 เครื่องกวนเขย่าแบบหมุน (Rotary agitator) ในการทดลองชะโลหะหนัก



รูปที่ 3.14 เครื่อง Microwave Digester ในการวิเคราะห์โลหะหนัก



รูปที่ 3.15 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometry ในการวิเคราะห์โลหะหนัก

ตารางที่ 3.3 ความถี่ในการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆจากน้ำชะขยะ

ตัวแปร	ความถี่ในการวิเคราะห์
pH	ทุกวัน
ORP	ทุกวัน
Gas Production	ทุกวัน
COD	3 ครั้งต่ออาทิตย์
Volatile Organic Acids	ทุก 1 อาทิตย์
Alkalinity	ทุก 1 อาทิตย์
Ammonia Nitrogen	ทุก 4 อาทิตย์
Orthophosphate	ทุก 4 อาทิตย์
Heavy Metal	ทุก 1 อาทิตย์

3.3 วิธีการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.4 วิธีการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ

ตัวแปร	วิธีการวิเคราะห์
pH	pH Meter
ORP	ORP Meter
Gas Production	Inverted Glass Cylinder Method
COD	Standard Methods 4500-COD(Colormatric Method)
Volatile Organic Acids	Standard Methods 5560-C(Distillation Method)
Alkalinity	Standard Methods 2320(Tritration Method)
Ammonia Nitrogen	Standard Methods 4500-NH_3
Orthophosphate	Standard Methods 4500-P(Vanadomolybophoric Acid Method)
Heavy Metal	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540)

ตารางที่ 3.5 ปริมาณโลหะหนักที่เจือปนอยู่ในกากของเสีย (Patummart Chewha, 2004)

สารประกอบเกลือของโลหะหนัก	โลหะหนัก (กรัม)	สารประกอบเกลือของโลหะหนัก (กรัม)	ปริมาณโลหะหนัก (กรัม/ต้นขยะ)
$Ni/NiCl_26H_2O$	2	8.09	100
$Zn/ZnCl_2$	2	4.16	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย