

บทที่ 3

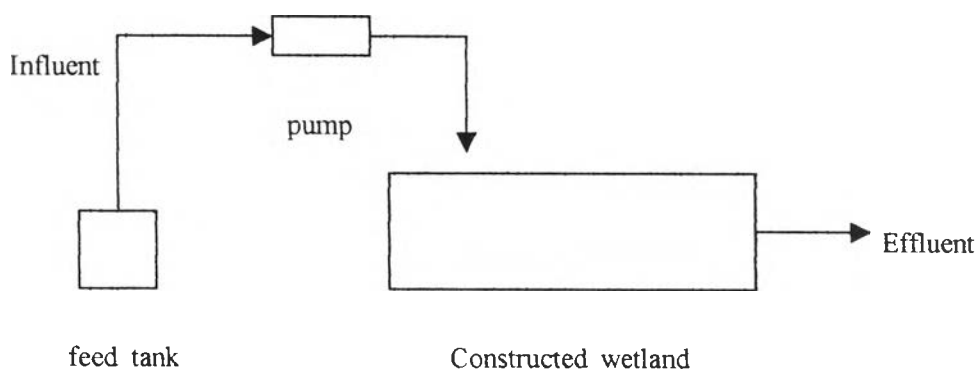
วิธีดำเนินการ

การวิจัยนี้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 แผนการทดลอง

3.1.1. แผนการทดลองและการดำเนินการวิจัย

การวิจัยใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลผ่านได้ดินในแนวราบ ซึ่งใช้ตัวกลาง 2 ชนิด คือ ดินปนทราย และทรายปนหินชนวน โดยในแต่ละตัวกลางจะใช้บึงประดิษฐ์จำนวน 3 บ่อ โดยบ่อที่ใช้ทดลอง แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บ่อที่ใช้ทดลอง

1) การทดลองชุดที่ 1

ใช้ระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ที่มีตัวกลางเป็นดินปนทราย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บ่อที่ 1 เป็นชุดควบคุม ไม่ปลูกพืช และให้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า ซีโอดี 500 mg/l, ทีเคเอ็น 20 mg/l และ ฟอสฟอรัส 5 mg/l

บ่อที่ 2 ปลูกต้นอ่อนของต้นรูปถ่าย และให้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า ซีโอดี 500 mg/l, ทีเคเอ็น 20 mg/l และ ฟอสฟอรัส 5 mg/l โดยความหนาแน่นของพืชในระบบคือ 45 ต้น/ตารางเมตร

บ่อที่ 3 ปลูกต้นอ่อนของต้นรูปถ่าย และให้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า ซีโอดี 500 mg/l, ทีเคเอ็น 40 mg/l และ ฟอสฟอรัส 10 mg/l โดยความหนาแน่นของพืชในระบบคือ 45 ต้น/ตารางเมตร

โดยทำการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการไหล 25 ลิตร/วัน เป็นเวลา 4 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งจากระบบและตัวอย่างน้ำที่ระยะทางต่างๆในระบบ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ ซีโอดี ในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ และฟอสฟอรัส แล้วจึงทำการตัดต้นไม้ออกครึ่งหนึ่งของความสูงแล้วเก็บผลการทดลองอีก 1 เดือน เพื่อศึกษาผลของการตัดต้นไม้ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดของระบบบำบัดบึงประดิษฐ์

2) การทดลองชุดที่ 2

ทำเหมือนการทดลองชุดที่ 1 แต่เปลี่ยนตัวกลางเป็นทรายปนหินชนวน

3) วิเคราะห์ผลการทดลอง

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านระบบบำบัด รวมทั้งที่ระยะทางต่างๆในระบบบำบัดบึงประดิษฐ์มาศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในโตรเจนและฟอสฟอรัส และศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน โดยใช้ระบบบำบัดบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลผ่านได้ผิวดิน

3.1.2 ตัวแปรในการทดลอง

1) ตัวแปรกำหนด โดยตัวแปรกำหนดที่ต้องการให้คงที่มีดังนี้

- พืช	ต้นรูปถ่าย	
- ระดับน้ำในระบบ	30	เซนติเมตร
- ความสูงของชั้นตัวกลาง	35	เซนติเมตร
- น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าซีไอดี	500	มิลลิกรัม/ลิตร
- เวลาเก็บน้ำ	5	วัน
- อัตราการไหลของน้ำเสีย	25	ลิตร/วัน

2) ตัวแปรอิสระ การศึกษานี้ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี ธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียของบึงประดิษฐ์ที่มีตัวกลางดินปนทราย และตัวกลางทรายปนหินชนวน ดังนั้น ตัวแปรอิสระ มีดังนี้

- ความเข้มข้นของทีเคเอ็นในน้ำเสียสังเคราะห์ 20 และ 40 mg/l
- ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเสียสังเคราะห์ 5 และ 10 mg/l
- ชุดการทดลอง 2 ชุด ดังที่กล่าวมาแล้ว

3) ตัวแปรตาม เป็นค่าที่แปรเปลี่ยนไปเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเปลี่ยนแปลง และในการศึกษานี้ ตัวแปรตามที่ต้องวิเคราะห์ คือ

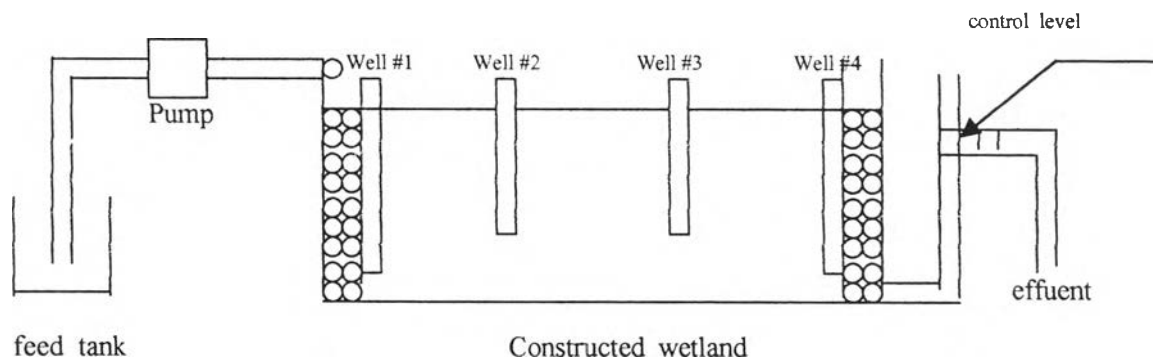
- ในน้ำที่วิเคราะห์ พีเอช ซีไอดี ของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจน ไนเตรท ทีเคเอ็น และฟอสฟอรัส
- ในพืชวิเคราะห์ ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัส และอัตราการเจริญเติบโต
- ในตัวกลางวิเคราะห์ ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์ทั้งหมด

3.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้สารเคมีดังนี้ คือ น้ำตาลทราย , โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4), แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3), แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2), แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยนี้จะแบ่งการทดลองเป็น 3 หน่วยทดลอง โดยแต่ละหน่วยทดลองจะประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.2



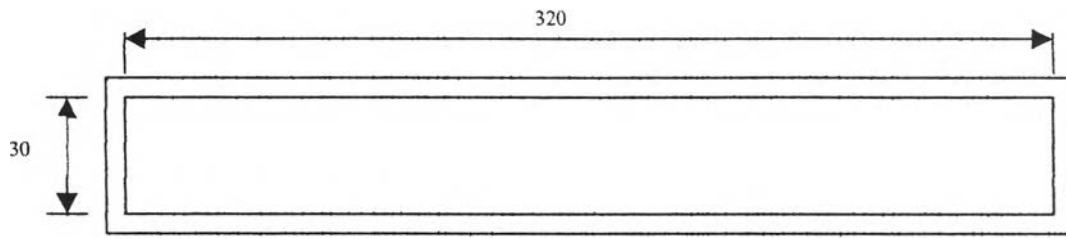
รูปที่ 3.2 การติดตั้งเครื่องมือในแต่ละหน่วยการทดลอง

3.3.1 ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์และท่อจุดเก็บตัวอย่าง

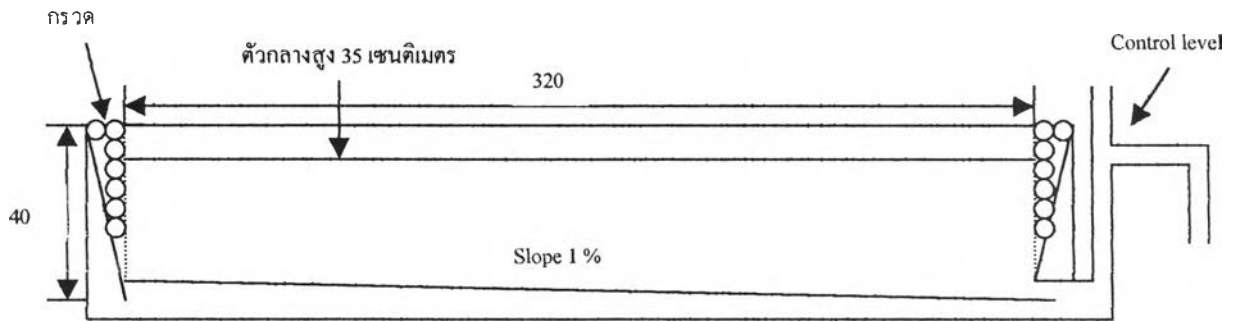
ถังเก็บน้ำเสียสังเคราะห์และถังรองน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว เป็นถังพลาสติกขนาด 100 และ 25 ลิตร ตามลำดับ

3.3.2 บึงประดิษฐ์

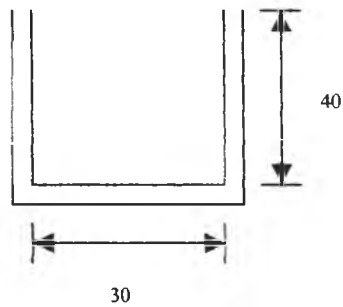
เป็นบ่อปูน ขนาดกว้าง 0.3 เมตร ยาว 3.2 เมตร และสูง 0.4 เมตร เรียงอยู่ติดกัน 3 บ่อ สำหรับ ด้านยาวของทุกบ่อ 10 เซนติเมตรแรกและสุดท้ายกรุด้วยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร เป็นส่วนรับน้ำเข้าและออก ส่วนที่เหลือจะใช้บรรจุตัวกลางทั้งหมด โดยบรรจุตัวกลางสูง 35 เซนติเมตร (ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร) โดยแบบแสดงดังรูปที่ 3.3 และบึงประดิษฐ์ที่ใช้ ทดลองจริง แสดงดังรูปที่ 3.4



ก. ภาพตัดด้านบน



ข. ภาพตัดด้านข้างแนวยาว



ค. ภาพด้านข้างแนวกว้าง

หน่วย : เซนติเมตร

รูปที่ 3.3 มิติของบึงประดิษฐ์

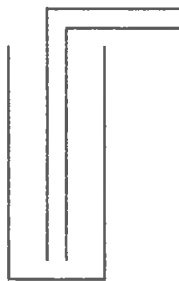
- ก) ภาพตัดด้านบน ข) ภาพตัดด้านข้างแนวยาว ค) ภาพตัดด้านข้างแนวกว้าง



รูปที่ 3.4 บึงประดิษฐ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.3 จุดเก็บตัวอย่าง

หลอดพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ปลายด้านหนึ่งเปิด ส่วนอีกด้านหนึ่งปิด และเป็นรูปทรงแบบด้านข้าง พร้อมทั้งมีสายยางเก็บตัวอย่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงบ่อเก็บตัวอย่าง

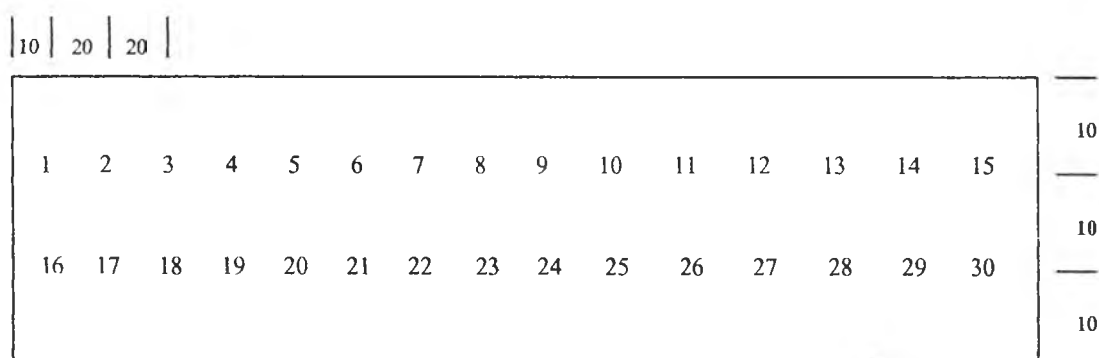
โดยตำแหน่งการวางจุดเก็บตัวอย่างจะอยู่ตรงกึ่งกลางของความกว้าง โดยจะอยู่ห่างกันทุกๆ ระยะ 1 เมตร ตามความยาว

3.3.4 ตั๊กกลาง

ตั๊กกลางที่ใช้ในระบบ คือ ดินปนทราย และทรายปนหินชนวน โดยดินและทรายมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 - 3 มิลลิเมตร ส่วนหินชนวนมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 - 1.5 เซนติเมตร โดยลักษณะของตั๊กกลางดินปนทรายในการทดลองแสดงในรูปที่ 3.7 ส่วนลักษณะของตั๊กกลางทรายปนหินชนวนแสดงดังรูปที่ 3.8

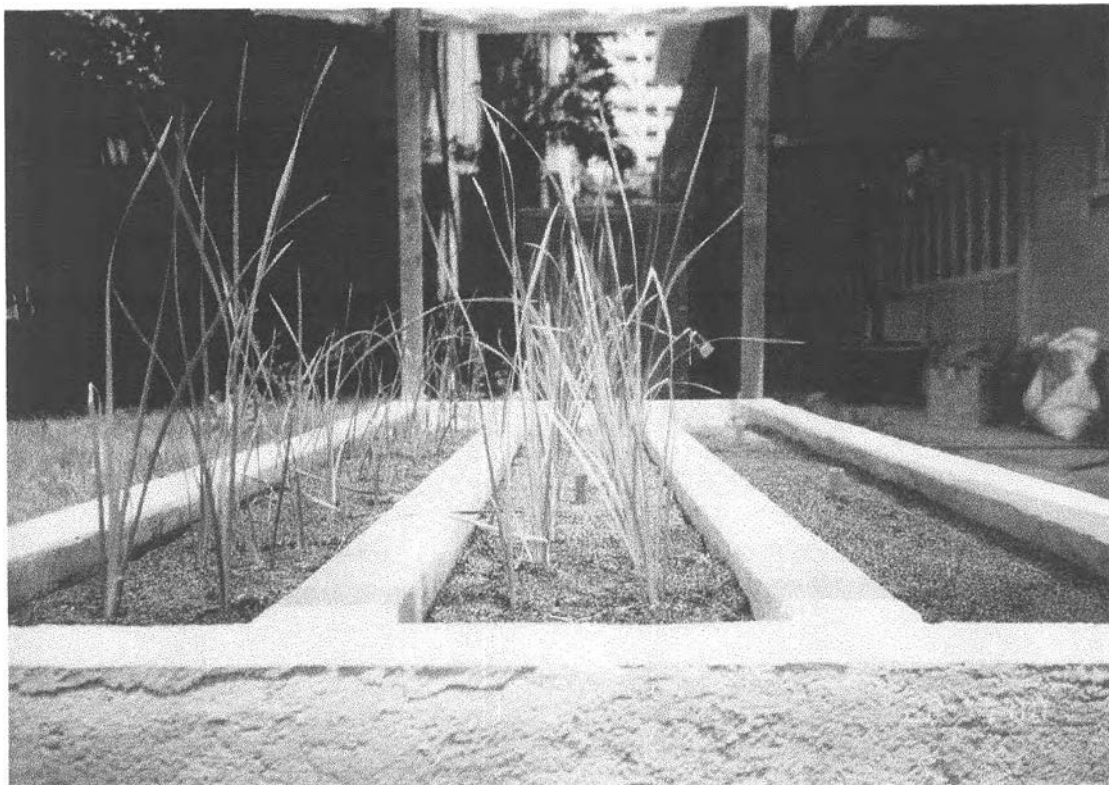
3.3.5 พืช

พืชที่ใช้ปลูกในระบบ คือ ต้นธูปฤๅษี (*Typha latifolia*) ความหนาแน่นของพืชในระบบคือ 45 ต้นต่อตารางเมตร (ในแต่ละบ่อใช้จำนวน 30 ต้น) โดยมีตำแหน่งในการปลูกคือทุกต้นห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นในแนวกว้างและแนวยาว 10 และ 20 เซนติเมตร ตามลำดับแสดงได้ดังรูปที่ 3.6

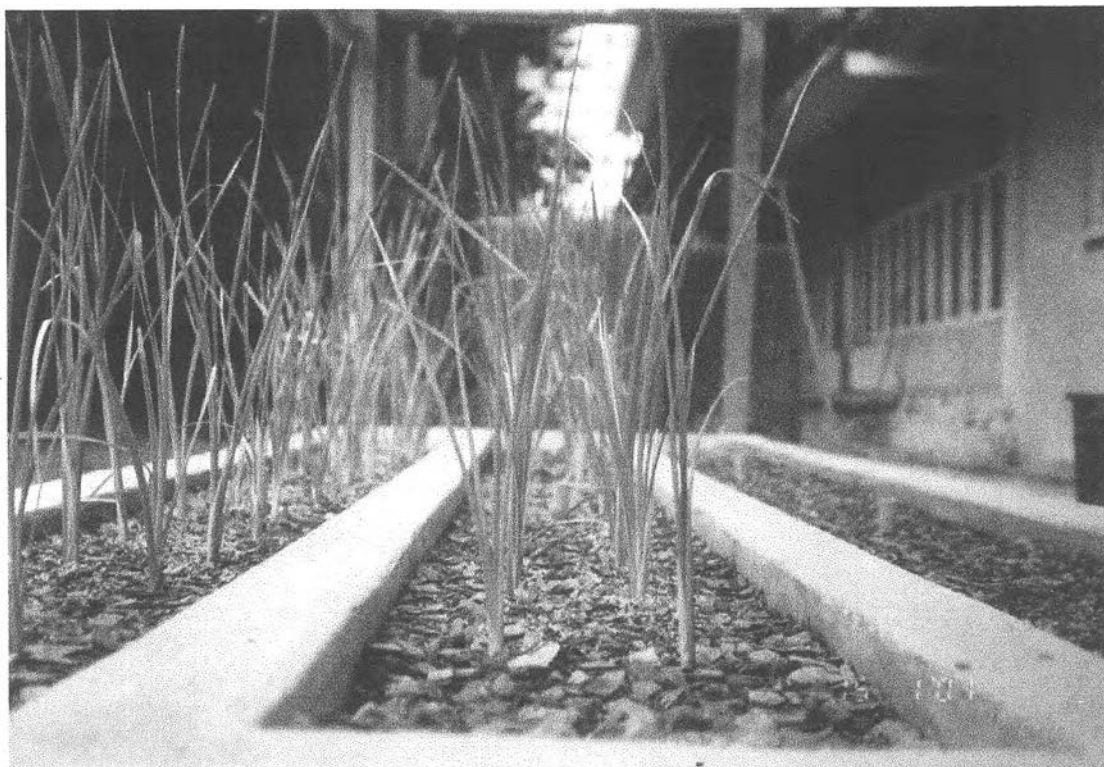


หน่วย : เซนติเมตร

รูปที่ 3.6 ตำแหน่งพืชในระบบ



รูปที่ 3.7 ลักษณะของตัวกลางดินปนทรายในการทดลอง



รูปที่ 3.8 ลักษณะของตัวกลางทรายปนหินชนวนในการทดลอง

3.3.6 ทางน้ำเข้าและออก

ทางน้ำเข้าใช้สายยางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ความยาวตามความเหมาะสม โดยต่อจากถังน้ำเสียสังเคราะห์แล้วต่อเข้ากับสายยางซิลิโคนภายในบึงหลังจากนั้นต่อสายยางอีก 1 เส้น ไปยังบึงประดิษฐ์

ทางน้ำออกเป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร

3.3.7 เครื่องสูบน้ำ

ใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีดสาย (peristaltic pump) เพื่อควบคุมอัตราการไหลให้ได้ 25 ลิตร/วัน

3.4 วิธีการวิเคราะห์

3.4.1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์น้ำ

พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์น้ำ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์น้ำ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. พีเอช	1. pH meter
2. ซีโอดี	2. Closed Reflux, Titrimetric Method
3. ของแข็งแขวนลอย	3. Total Suspended Solids Dried at 103–105 °C
4. ไนโตรเจนทั้งหมด	
4.1 NH ₃ -N	4.1 Titrimetric Method
4.2 Org-N	4.2 Macro-Kjeldahl Method
5. ไนไตรท์	5. Colorimetric Method
6. ไนเตรท	6. Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method
7. ฟอสฟอรัสทั้งหมด	7. Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method

3.4.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์พืช

พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์พืช แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์พืช

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. การเจริญเติบโต	1. วัดความสูง และชั่งน้ำหนัก
2. ไนโตรเจนทั้งหมด	2. อบแห้งและย่อยแล้ววิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Macro-Kjeldahl Method
3. ฟอสฟอรัสทั้งหมด	3. อบแห้งและย่อยแล้ววิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method

3.4.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวกลาง

พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวกลาง แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ตัวกลาง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. สารอินทรีย์ทั้งหมด	1. Fixed and Volatile Solids Ignited at 550 °C
2. ไนโตรเจนทั้งหมด	2. อบแห้งและย่อยแล้ววิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน
3. ฟอสฟอรัสทั้งหมด	3. อบแห้งและย่อยแล้ววิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส