

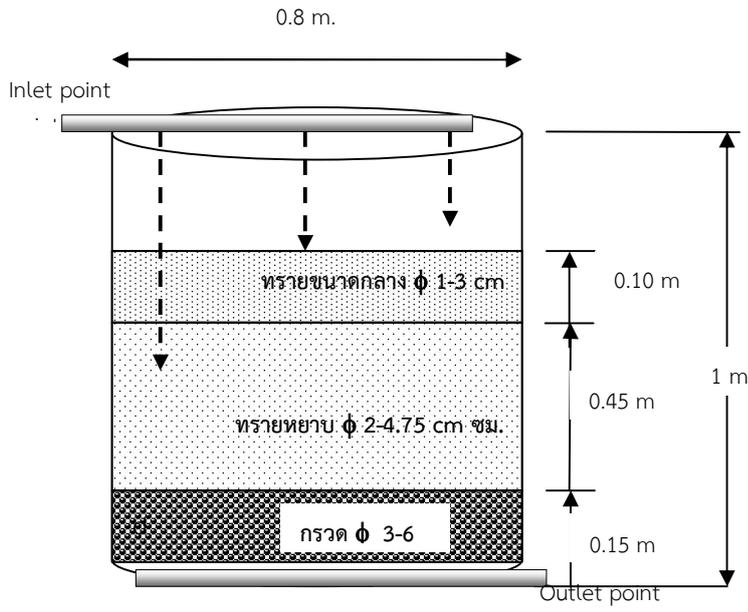
### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ภายในระบบทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ต่างชนิดกัน ในการบำบัดมลสารประเภทต่างๆ ในน้ำเสียชุมชน และศึกษาถึงประสิทธิภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดในการสะสมธาตุอาหาร และการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่ใช้ในระบบ โดยมีขั้นตอนวิธีการวิจัย การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 3.1 การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมระบบบึงประดิษฐ์ ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง จากบล็อกคอนกรีตทรงกระบอก (วงคอนกรีต) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 m สูง 1 m ระดับความลาดชันที่พื้นบ่อ 1 % บรรจุวัสดุปลูกประเภทกรวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 3-6 cm ลงแปลง สูง 15 cm จากกันแปลง บรรจุทรายหยาบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.00-4.75 mm หนา 45 cm และ บรรจุทรายขนาดกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-3 mm หนา 10 cm ตามลำดับ ซึ่งวัสดุปลูกเหล่านี้ จะใช้เป็นตัวกลาง (Media) และวัสดุกรองของระบบ ติดตั้งท่อนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบที่บริเวณผิวหน้าของตัวกลาง และติดตั้งท่อรับน้ำออกที่บริเวณกันแปลง โดยท่อนำน้ำเสียจะกระจายน้ำเสียลงสู่ระบบ และน้ำเสียจะไหลผ่านชั้นตัวกลางและไหลเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียที่บริเวณกันแปลง ซึ่งจะรวบรวมน้ำเสียออกนอกระบบ (ภาพที่ 3.1)

เมื่อเตรียมหน่วยทดลองแล้วเสร็จ จึงทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) หญ้าอะตราตัม (*Paspalum atratum*) และหญ้าแพงโกล่า (*Digitaria decumbens*) ดังแสดงในภาพที่ 3.2 ถึง ภาพที่ 3.4 ซึ่งเป็นหญ้าที่เติบโตได้ในพื้นที่ลุ่มที่มีน้ำท่วมขังเป็นบางช่วงเวลา ลงในหน่วยทดลอง โดยทำการปลูกชนิดละ 2 แปลง (2 replications) ที่ระยะปลูก 50 x 50 cm แล้วใช้น้ำประปารด จนกระทั่งหญ้าสามารถตั้งตัวได้ในระบบ



ก) ภาพตัดขวาง หน่วยทดลองระบบบึงประดิษฐ์



ข) หน่วยทดลองระบบบึงประดิษฐ์ ในพื้นที่ศึกษา

ภาพที่ 3.1 ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลได้ผิวในแนวตั้ง ที่ใช้ในการศึกษา



ภาพที่ 3.2 ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ปลูกหญ้าขน



ภาพที่ 3.3 ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ปลูกหญ้าอะตราตัม



ภาพที่ 3.4 ระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลใต้ผิวในแนวตั้ง ที่ปลูกหญ้าแพงโกล่า

### 3.2 การดำเนินการทดลอง

เมื่อหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดี จึงทำการตัดให้มีความสูงเท่ากันที่ระดับ 25 cm เหนือวัสดุปลูก แล้วจึงระบายน้ำเสียชุมชนซึ่งรวบรวมจากอาคารโรงอาหาร ลงสู่ระบบด้วยอัตราการระบายทุกทางชลศาสตร์ (Hydraulic loading rate: HLR) 20 cm/day หรือ 100.6 l/day เพื่อให้ น้ำเสียได้ถูกบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นภายในระบบ ดำเนินระบบอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4.5 เดือน โดยในระหว่างดำเนินการระบบ จะทำการเก็บเกี่ยวหญ้าออกจากระบบ 3 ครั้ง (ภาพที่ 3.5) โดยทำการเก็บเกี่ยวครั้งแรกภายหลังจากที่ระบบเริ่มบำบัดเป็นระยะเวลา 60 วัน ทำการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ที่ระยะ 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวในครั้งแรก และทำการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ที่ระยะ 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวหญ้าอาหารสัตว์ของเกษตรกรโดยทั่วไป



ภาพที่ 3.5 การเก็บเกี่ยวหญ้าออกจากระบบ

### 3.3 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

#### 1) ตัวอย่างน้ำ

เริ่มทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว หลังจากระบบได้เริ่มกระบวนการบำบัดแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ระบายลงสู่แปลง (Influent) และน้ำที่ผ่านการบำบัด (Effluent) จากจุดระบายน้ำออก (Outlet point) ของทุกแปลง ภายหลังจากที่น้ำเสียได้ถูกบำบัดภายในระบบ ทั้งนี้จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาดำเนินการระบบ นำตัวอย่างน้ำที่ได้ ไปทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำตามที่ได้ระบุใน ตารางที่ 3.1 โดยบางดัชนีจะทำการตรวจวัดในภาคสนาม ณ จุดเก็บตัวอย่าง บางดัชนีจะทำการตรวจวัดที่ห้องปฏิบัติการของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการในการเก็บ

ตัวอย่าง รักษาตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างตามที่ได้กำหนดไว้ใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1992)

2) ตัวอย่างพืช

ทำการตรวจวัดตัวอย่างพืชในภาคสนามและเก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยจะทำการตัดเก็บตัวอย่างพืชมาทำการวิเคราะห์ จำนวน 4 ครั้ง ดังนี้ ครั้งแรก ทำการเก็บตัวอย่างพืชก่อนเริ่มระบายน้ำเสียลงสู่ระบบ ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของพืชก่อนการบำบัด ครั้งที่ 2 เป็นการเก็บตัวอย่าง ขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชครั้งแรก คือภายหลังจากระบบได้ทำการบำบัดน้ำเสียเป็นระยะเวลา 60 วัน ครั้งที่ 3 ทำการเก็บตัวอย่าง ขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชครั้งที่ 2 คือ ที่ระยะ 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวครั้งแรก และทำการเก็บตัวอย่างพืช ครั้งที่ 4 ขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชครั้งที่ 3 คือ ที่ระยะ 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ทั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างพืชที่ระดับความสูง 20 ซม. ในทุกๆ แปลงทดลอง ซึ่งรายละเอียดในการเก็บตัวอย่างและดัชนีในการวิเคราะห์พืช ได้แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด และวิธีการในการวิเคราะห์

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	วิธีวิเคราะห์
COD	mg/L	Closed reflux method
TSS	mg/L	Gravimetric method, dried at 103-105 °C
TKN	mg/L	Kjeldahl method
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	Distillation Nesslerization and Titration
NO <sub>x</sub> -N	mg/L	Cadmium reduction method
TP	mg/L	Sulfuric acid-Nitric acid digestion and Colorimetric method
DO	mg/L	Membrane electrode meter (DO meter)
EC	μS/cm	Conductivity meter
pH	-	Electrometric method (pH meter)
Temperature	°C	Thermometer

ตารางที่ 3.2 ดัชนีตัวอย่างพืช ที่ทำการตรวจวัด และระยะเวลาในการตรวจวัด

ดัชนี	ระยะเวลา/ช่วงเวลาที่ตรวจวัด
ลักษณะทั่วไป	ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา
น้ำหนักราก และน้ำหนักแห้ง	- ก่อนระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัด - เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2
อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR)	- เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2
ค่าวัตถุแห้ง (Dry matter)	- เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2
ปริมาณโปรตีนหยาบ (CP)	- เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2
ปริมาณเยื่อใยหยาบ (CP)	- เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2
ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P) และไนโตรเจน (N)	- ก่อนระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัด - เมื่อดำเนินระบบ 60 วัน/การเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งแรก - 40 วัน หลังการเก็บเกี่ยวพืชครั้งที่ 2

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1) การบำบัดน้ำเสีย

นำผลการตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของระบบ ในการบำบัดมลสารในน้ำเสีย ในแต่ละค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ในรูปร้อยละของประสิทธิภาพการบำบัด (Removal) และเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น (Concentration) ของมลสารในน้ำเสียหลังการบำบัด กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง รวมถึงเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดมลสารในน้ำเสีย ชุมชนของหญ้าอาหารสัตว์ ทั้ง 3 ชนิด และเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบที่ปลูกหญ้าต่างชนิดกัน

#### 2) การสะสมธาตุอาหารของหญ้าอาหารสัตว์

วิเคราะห์ความสามารถของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดในการสะสมธาตุอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) และปริมาณการสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช (ส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน) ซึ่ง

จะวิเคราะห์ถึงค่าความแตกต่าง และความแตกต่างทางสถิติของดัชนีที่ทำการตรวจวัดในพืช ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งจะบ่งชี้ถึงความสามารถในการบำบัดธาตุอาหารในน้ำเสียของหญ้าอาหารสัตว์ที่ทำการทดลอง

### 3) การเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และคุณภาพผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์

วิเคราะห์การเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกในระบบ โดยทำการวิเคราะห์อัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (Relative growth rate) ทำการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของหญ้าอาหารสัตว์ และคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างและความแตกต่างทางสถิติในด้านการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด และในแต่ละระยะเก็บเกี่ยวด้วย