

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาสองส่วน คือ การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม และศึกษาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยจะดำเนินการทดลองภาคสนามในพื้นที่ของฟาร์มสุกรในเขตตำบลชัยภูมิ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดอุดรธานี โดยมีขั้นตอน วิธีการวิจัย การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การเตรียมหน่วยทดลอง

1. หน่วยทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ทำการสร้างบ่อตกตะกอนชั้นปฐมภูมิก่อนเข้าระบบบำบัดและทำการสร้างหน่วยทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 1.1 เมตร ฉาบภายในเพื่อกันน้ำซึม หน่วยทดลองทั้งหมดนี้จะถูกใช้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมชนิดน้ำไหลหน้าผิวดิน ซึ่งในแต่ละหน่วยทดลองจะใช้ดินร่วนปนทรายเป็นตุ๊กกลางโดยมีอัตราส่วนดินนา 3 ส่วนและดินทราย 1 ส่วนโดยจะบรรจุตุ๊กกลางลงแปลงทดลองจนถึงระดับ 60 เซนติเมตรจากกันแปลง บดอัดให้มีระดับความลาดชัน 1% และติดตั้งท่อและรางรับน้ำที่บริเวณทางน้ำเข้าและทางน้ำออก สูงจากระดับผิวดินตุ๊กกลาง 30 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้ระบบมีปริมาตรในการรองรับน้ำ 0.9 ลูกบาศก์เมตร ใช้พืชทดลองบำบัดน้ำเสีย 2 ชนิด ได้แก่ ตั๊กก (Bulrush : *Scirpus ciliaris* Linn.) ต้นธูปฤๅษี (Cattail : *Typha angustifolia* Linn.) โดยใช้ต้นกกกลมหรือธูปฤๅษีปลูกในหน่วยทดลองหลังการก่อสร้างเสร็จ ที่ระยะห่างระหว่างต้น 25x25 เซนติเมตร หรือที่ระดับความหนาแน่น 11 ต้น/ตารางเมตร ในขณะที่หน่วยทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ไม่มีพืชถูกกำหนดให้เป็นหน่วยควบคุม (Control Units) แล้วใช้น้ำบาดาลซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ในการรดพืช จนกระทั่งพืชสามารถปรับตัวได้และพร้อมในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

2. หน่วยทดลองสำหรับปลูกพืช

บ่อทดลอง หรือ ถังซีเมนต์ (ถังส้วม) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร ลึก 0.42 เมตร บรรจุด้วยดินสูงจากกันถึง 50 เซนติเมตร ถูกนำมาใช้ในการปลูกพืช เพื่อทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมาใช้ในการปลูก ในขณะที่พืชซึ่ง

ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ(น้ำบาดาล)ในการรดจะถูกใช้เป็นพืชในหน่วยควบคุม(Control Units) ชนิดของพืชที่ได้ทำการศึกษามีทั้งหมด 3 ชนิด ดังนี้

1) ต้นหอม (*Allium ascalonicum* L.) ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแทนของพืชผักเนื่องจากมีการปลูกมากในพื้นที่ ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้นำพันธุ์พืชมาจากเกษตรกรมาเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะกล้า รดด้วยน้ำกลั่นทุกวัน จนกระทั่งต้นกล้ามีอายุครบสองสัปดาห์ (14 วัน) จึงย้ายกล้าพืชทดลองลงปลูกในบ่อทดลองที่ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตรโดยเลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

2) ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแทนของไม้ดอกไม้ประดับ ในการดำเนินการวิจัยได้นำเมล็ดพันธุ์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปมาเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะกล้า รดด้วยน้ำกลั่นทุกวัน จนกระทั่งต้นกล้ามีอายุครบสองสัปดาห์ (14 วัน) จึงย้ายกล้าพืชทดลองลงปลูกในบ่อทดลองที่ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตรโดยเลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

3) หญ้ารูซี่ (*Bachiaria ruziziensis*) ซึ่งถูกใช้เป็นตัวแทนของพืชอาหารสัตว์ เมล็ดพันธุ์นำมาจากสถานีพัฒนาอาหารสัตว์แพร่ จังหวัดแพร่ ในการดำเนินการวิจัยได้นำเมล็ดพันธุ์มาเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะกล้า รดด้วยน้ำกลั่นทุกวัน จนกระทั่งต้นกล้ามีอายุครบสองสัปดาห์ (14 วัน) จึงย้ายกล้าพืชทดลองลงปลูกในบ่อทดลองที่ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตรโดยเลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทั้งความสูงและจำนวนใบ

การดำเนินการทดลอง

1. การบำบัดน้ำทิ้งของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (บึงประดิษฐ์)

เมื่อต้นพืช ได้แก่ กกกลมและธูปฤาษี ในหน่วยทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมสามารถปรับตัวได้และเจริญเติบโตจนมีความสูงมากกว่า 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับที่ใช้ในการกักขังน้ำในระบบ (Water depth) แล้วจึงทำการระบายน้ำประปาลงสู่ระบบจนกระทั่งน้ำในระบบบำบัดสูง 30 เซนติเมตร จากระดับผิวหน้าตัวกลางจากนั้นทำการปล่อยน้ำลงสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง และปรับอัตราการไหลของน้ำจนน้ำมีระยะเวลาในการกักพัก (Hydraulic Retention Time : HRT) อยู่ในระบบเป็นเวลา 5 วัน เมื่ออัตราการไหลคงที่แล้วจึงทำการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรจากบ่อตกตะกอนชั้นปฐมภูมิเข้าระบบบำบัดพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมด้วยอัตราการไหลข้างต้น โดยใช้ช่วงเวลาในการปรับอัตราการไหลของน้ำ ช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงประเภทของน้ำ เป็นช่วงเวลาในการปรับตัวของพืชในภาวะน้ำเสียท่วมขัง จากนั้นจึงดำเนินการบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ ทั้งนี้การดำเนินการดังกล่าวจะดำเนินการในลักษณะเดียวกันในแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมทุกแปลง

2. การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งในการเกษตร

น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากแปลงทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม จะถูกนำมาใช้ในการผลิตพืชทั้ง 3 ชนิด คือ ต้นหอม ดาวเรือง หญ้ารูซี่ โดยพืชแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาและมีวิธีการในการศึกษาที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของพืชนั้นๆ การเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิดเมื่อครบอายุเก็บเกี่ยวและเจริญเติบโตเพียงพอ โดยแยกเก็บส่วนเหนือดินทั้งหมด จำนวนต้นและใบ และส่วนใต้ดิน (ราก) ดังนี้

1) ต้นหอม เก็บเกี่ยวเมื่ออายุครบ 35 วัน แยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนราก และ ส่วนลำต้นรวมทั้งใบ

2) หญ้ารูซี่ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ ครบ 35 วัน แยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนราก และ ส่วนลำต้นรวมทั้งใบ

3) ดาวเรือง เก็บเกี่ยวเมื่อดอกออกและมีอายุครบ 90 วัน แยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนดอก และ ส่วนลำต้นรวมทั้งใบ

การดูแลรักษาพืชที่ปลูกในบ่อคอนกรีตโดยกำจัดวัชพืชและโรคพืชตามความจำเป็น(ใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชแบบชีวภาพ) รดน้ำในปริมาณที่เท่ากันวันละ 1 ครั้ง บันทึกข้อมูลตัวอย่างพืชแต่ละชนิดก่อนเริ่มใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรรดพืชและตลอดช่วงเวลาที่ใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากแปลงทดลองพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการรด จนกระทั่งถึงช่วงระยะเวลาของการเก็บเกี่ยว โดยจะทำการสังเกตลักษณะโดยทั่วไปของพืช ตรวจวัดความสูงของพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เริ่มทำการเก็บตัวอย่างน้ำหลังจากได้ระบายน้ำเสียลงสู่แปลงบำบัดและระบบได้เริ่มการบำบัดแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมโดยจะเก็บตัวอย่างที่จุดน้ำเข้า (Influent point) และจุดน้ำออก (Effluent point) ของทุกแปลง หลังจากทีน้ำเสียถูกบำบัดหรือถูกกักพักในระบบเป็นเวลา 5 วัน ทั้งนี้จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆสัปดาห์(ทุกๆ 7 วัน) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา นำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำตามตาราง 3.1 โดยใช้วิธีการในการเก็บตัวอย่าง รักษาตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างตามวิธีการที่กำหนดไว้ใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1995)

ตาราง 3.1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์

ปัจจัยคุณภาพ	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	Electrometric method (pH meter)
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	Conductivity meter
อุณหภูมิ (Temperature)	Thermometer
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	Membrane electrode meter (DO meter)
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	Azide modification
ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	Closed reflux method
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมด(TKN)	Digestion, Distillation and Titration
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(TP)	Sulfuric acid-Nitric acid digestion
โลหะหนัก (Cu , Zn , Pb, Fe)	Atomic Absorption Spectrophotometer

2. การเก็บเกี่ยวตัวอย่างพืช

ทำการบันทึกข้อมูลตัวอย่างพืชแต่ละชนิดก่อนเริ่มใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรรดพืชและตลอดช่วงเวลาที่ใช้ทิ้งและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการรด จนกระทั่งพืชแต่ละชนิดถึงช่วงระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวและเจริญเติบโตเพียงพอ โดยจะทำการสังเกตลักษณะโดยทั่วไปของพืชและตรวจวัดความสูงของพืช น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

นำพืชมาล้างด้วยน้ำสะอาดและน้ำกลั่น เพื่อลดการปนเปื้อนที่ผิวของพืช และชั่งน้ำหนักสดของตัวอย่างพืชทั้งหมด นำตัวอย่างพืชไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้งและบันทึกผลไว้ นำตัวอย่างพืชมาบดด้วยครกกระเบื้องเคลือบให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัมทำการย่อยสลายด้วยกรดผสม HNO_3 : HClO_4 ในอัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตรแล้วนำไปหาปริมาณตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

4. การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ใช้ดินบริเวณพื้นที่ฟาร์มสุกรสำหรับการทดลอง โดยถากหญ้าและเศษพืชบริเวณหน้าดินออกแล้วขุดดินลึกประมาณ 0 - 15 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินที่ได้มาผึ่งให้แห้งแล้วทุบจนมีขนาดเล็ก เลือกเศษพืชออกให้หมดคลุกเคล้าดินให้ทั่ว รวบรวมเพื่อนำไปเพาะเมล็ดพันธุ์ผักและปลูกพืช

การวิเคราะห์คุณลักษณะของดิน โดยนำตัวอย่างดินที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาผึ่งลมให้แห้ง หลังจากนั้นจึงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร วิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดินตามรายละเอียดของ พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ดังนี้

- 1) ความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น MPC 227 ใช้อัตราส่วน ตัวอย่างต่อน้ำ เท่ากับ 1:5
- 2) เนื้อดิน วิเคราะห์โดยใช้วิธี Hydrometer Method
- 3) อินทรีย์คาร์บอน ใช้วิธีวิเคราะห์ของ Walkley and Black Method (1992) แบบ Wet oxidation ย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินด้วย 1N $K_2Cr_2O_7$ ในกรด H_2SO_4 เข้มข้นและไตเตรตด้วย $FeSO_4$
- 4) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) วิเคราะห์โดยย่อยสลายตัวอย่างดินตามวิธีการของ Kjeldahl Method
- 5) ฟอสฟอรัส วิเคราะห์โดยใช้วิธี Bray II ชั่งดินหนัก 2 กรัม สกัดด้วย Bray II หาปริมาณ ฟอสฟอรัสด้วย Ascorbic and reduction โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Perkin elmer รุ่น Lambda 20 S/N 7030A26) ที่ความยาวคลื่น 825 nm
- 6) โพแทสเซียม วิเคราะห์ตามวิธีการของกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ใช้น้ำยาสกัด 1N NH_4OAc แล้วนำไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ VARIAN รุ่น SPRECTRA – AA
- 7) ปริมาณโลหะตะกั่ว ทองแดง เหล็กและสังกะสี ต้มตัวอย่างในกรดไนตริกเข้มข้นแล้วนำไปหา ปริมาณโลหะด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ VARIAN รุ่น SPRECTRA – AA

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม
นำผลการตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียแต่ละ ดัชนีคุณภาพน้ำในรูปร้อยละการบำบัด (Removal) และในรูปของความเข้มข้น (Concentration)
2. ความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดในการผลิตผลผลิตทางการเกษตร
วิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของดัชนีที่ทำการตรวจวัดระหว่างพืชในหน่วยทดลองและพืช ในหน่วยควบคุม ซึ่งจะสามารถบ่งชี้ได้ถึงศักยภาพของพืชที่ได้รับน้ำผ่านการบำบัดในการเจริญเติบโต การให้ ปริมาณผลผลิต คุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิต หรือบ่งชี้ได้ถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของ น้ำที่ผ่านการบำบัดในการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร