

## บทที่ 3

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์

##### 3.1.1 ภาคสนาม

พื้นที่ภาคสนามสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือพื้นที่มูลนิธิชัยพัฒนา แปลง 3 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก เป็นดินเปรี้ยวจัดที่มีการสะสมสารประกอบของกำมะถันอยู่บริเวณหน้าดิน โดยบริเวณแปลง 3 ทางมูลนิธิชัยพัฒนาได้จัดพื้นที่ไว้สำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวจัด เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่ประชาชน โดยมีการแบ่งพื้นที่สำหรับการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการปลูกข้าว ไม้ดอกไม้ประดับ ผลไม้ทนเปรี้ยวเช่น ส้ม และฝรั่ง เป็นต้น นอกจากนี้พื้นที่บางส่วนของแปลง 3 ทางกรมปศุสัตว์ได้เคยทำการศึกษาทดลองปลูกหญ้าขนเพื่อใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์

สำหรับบริเวณที่ทำการศึกษาวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่แปลง 3 โดยเป็นดินชุดรังสิตกรดจัด (Rs-a) ลักษณะเป็นที่ลุ่มติดกับคลองส่งน้ำ ทำให้สะดวกต่อการจัดการน้ำในแต่ละแปลงทดลอง ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวยังไม่เคยมีการศึกษาทดลองหรือเพาะปลูกพืชใดๆ มาก่อนและพบดินกักขังโดยรอบ จึงเป็นหน้าดินเปิดใหม่สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

##### 3.1.2 ห้องปฏิบัติการ

1) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องวัดความชื้นกะเทาะเปลือกและเครื่องบดข้าว

2) ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุพิษของดิน แอลูมิเนียม ไนโตรเจน กากตะกอนน้ำเสียชุมชน และข้าวกล้อง

3) สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Spectrophotometer และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน แอลูมิเนียม ไนโตรเจน และกากตะกอนน้ำเสียชุมชน

4) สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ความสำคัญอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ความเป็นกรดเป็นด่าง ความต้องการปุ๋ย

### 3.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

#### 3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ภาคสนาม

- 1) ดินที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มาจากพื้นที่มูลนิธิชัยพัฒนา แปลง 3 ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก
- 2) กากตะกอนน้ำเสียชุมชนที่ใช้ศึกษาวิจัยมาจากสายพานรีดน้ำตะกอน (Dewatered sludge) ของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเคหะชุมชนห้วยขวาง สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร
- 3) ถ้ำลอยลิกไนต์ที่ใช้ศึกษาวิจัยมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
- 4) พันธุ์ข้าวที่ใช้ทดลองคือ พันธุ์ขาวตาแห้ง 17
- 5) อุปกรณ์สำหรับเตรียมเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ใองน้ำ กระจกอบ ผ้าดิบ ก่อนนำไปหว่านในแปลงตกกล้า
- 6) ปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 และ 46-0-0
- 7) ปูนมาร์ล
- 8) เครื่องมือทางการเกษตรที่จำเป็นต่อการเตรียมดิน เก็บดิน เก็บเกี่ยวข้าว ประกอบด้วย จอบ เสียม รถไถเดินตาม ตลับเมตร เชือกฟาง ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ เคียวเกี่ยวข้าว เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นต้น

#### 3.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- 1) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (Analytical balance)
- 2) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
- 3) เครื่องเขย่า (Shaker)

- 4) เตาอบ (Oven) เตาเผา (Muffle furnace) และเตาแผ่นความร้อน (Hot plate)
- 5) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)
- 6) เครื่อง Spectrophotometer
- 7) เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge)
- 8) เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวขนาดเล็ก
- 9) เครื่องบดข้าว
- 10) เคมีภัณฑ์ สำหรับวิเคราะห์ ดิน แถ่ลอลิกไนต์ กากตะกอนน้ำเสียชุมชน และข้าวกล้อง ใช้สารเคมีระดับงานวิเคราะห์ (Analytical reagent grade)
- 11) เครื่องแก้วและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น บีกเกอร์ (Beaker) บิวเรต (Buret) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) แท่งแก้ว (Stirring rod) กรวยกรอง (Cylinder) ปิเปต (Pipet) กระจกนาฬิกา (Glass watch) ตะแกรงทองเหลือง เป็นต้น

### 3.3 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยจะมีการเตรียมสิ่งทดลองโดยเฉพาะกากตะกอนน้ำเสียชุมชนก่อนการทดลอง เพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาในการเตรียมสิ่งทดลองและการปักดำข้าว

#### 3.3.1 การเตรียมสิ่งทดลอง

1) กากตะกอนน้ำเสียชุมชน นำกากตะกอนน้ำเสียชุมชนมาผึ่งแดดจัดเป็นเวลา 8 วันติดต่อกัน เพื่อลดเชื้อราและโมเนลลาที่ปนเปื้อนอยู่ในกากตะกอนน้ำเสียชุมชนให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (วรรณวิมล เสาธานนท์, 2542) แล้วจึงนำมาทุบและร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จากนั้นชั่งกากตะกอนน้ำเสียชุมชน 6.09 กิโลกรัม (อัตรา 0.5 ต้นต่อไร่) ใส่ถุงพลาสติก รัศปากถุงให้เรียบร้อย พร้อมนำไปใส่ยังแปลงทดลองตามดำรับทดลองที่กำหนดไว้

2) แถ่ลอลิกไนต์ นำแถ่ลอลิกไนต์ซึ่งน้ำหนัก 24.38 กิโลกรัม (อัตรา 2 ต้นต่อไร่) ใส่ถุงพลาสติก รัศปากถุงให้เรียบร้อย พร้อมนำไปใส่ยังแปลงทดลองตามดำรับทดลองที่กำหนดไว้

### 3.3.2 การวางแผนวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้วางแผนวิจัยเป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 7 ดำรับทดลอง (ตารางที่ 3.1) ทำ 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 21 หน่วยทดลอง หนึ่งหน่วยทดลองคือ พื้นที่ขนาด 3x6.5 เมตร รวมพื้นที่ในการศึกษาวิจัยทั้งสิ้น 441 ตารางเมตร

### 3.3.3 ขั้นตอนการทดลอง

#### 3.3.3.1 การเตรียมพื้นที่

เริ่มด้วยการไถตะซึ่งเป็นการไถครั้งแรก เพื่อพลิกหน้าดินและทำลายวัชพืช จากนั้นทำการไถแปรเพื่อให้ดินร่วนซุยและคราดเอาวัชพืชออกจากดิน แล้วปรับพื้นที่ทดลองให้ได้ระดับเป็นที่ราบเสมอกันโดยการทำเทือก จากนั้นทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยขนาด 3x6.5 เมตร จำนวน 21 แปลง จากนั้นเติมปุ๋ยมาร์ล ตามดำรับทดลองที่ 2-7 ด้วยอัตรา 5 ตันต่อไร่ (60 กิโลกรัมต่อแปลง) ซึ่งอัตราเติมคำนวณจากความต้องการปุ๋ยของดินพื้นที่ศึกษาวิจัย เพื่อยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างจากเดิม 3.53 เป็น 7.00 แล้วทำป็นคันนาสำหรับเก็บน้ำ และนำน้ำเข้ามาในพื้นที่เพื่อรักษาสภาพดินให้พร้อมสำหรับการปลูกข้าวแบบปักดำ

#### 3.3.3.2 การตกกล้า

เมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ใส่งู้งผ้าดิบแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วหุ้มข้าวด้วยกระสอบชุบน้ำคลุมเมล็ดพันธุ์ และรดน้ำให้ชุ่มเป็นเวลา 2 วัน จนรากงอกออกมาประมาณ 5 มิลลิเมตร แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ที่งอกไปหว่านยังแปลงตกกล้าที่เตรียมไว้ให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง เมื่อกกล้าอายุครบ 30 วัน จึงย้ายไปปักดำยังแปลงทดลองที่เตรียมไว้ การถอนกล้าต้องล้างดินที่ติดรากข้าวออกไป และขั้นตอนการย้ายกล้าไปปักดำต้องให้รากแช่น้ำตลอดเวลา

#### 3.3.3.3 การเติมสิ่งทดลอง ประกอบด้วย

- 1) เติมปุ๋ยเคมี ตามดำรับทดลองที่ 3 และ 6 ประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 2 สูตร คือ 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (243.75 กรัมต่อแปลง) หลังจากเติมปุ๋ยมาร์ล 2 สัปดาห์ และ 46-0-0 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ (73.13 กรัมต่อแปลง) ขณะข้าวเริ่มออกดอก อัตราปุ๋ยเคมีดังกล่าวคำนวณจากปริมาณปุ๋ยเคมีที่เติมลงสู่ดินเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง (อรรควุฒิ ทัศนสองชั้น, 2527)
- 2) หลังจากเติมปุ๋ยมาร์ล 2 สัปดาห์ เติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนด้วยอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ตามดำรับทดลองที่ 5 และ 7 (6.09 กิโลกรัมต่อแปลง)
- 3) เติมถั่วลอยลิกไนต์ (ดำรับทดลองที่ 4, 6 และ 7) ด้วยอัตรา 2 ตันต่อไร่ (24.38 กิโลกรัมต่อแปลง) หลังเติมปุ๋ยมาร์ล 2 สัปดาห์

### 3.3.3.4 การปลูกข้าว

ปลูกข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 หลังเดิมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ ด้วยต้นกล้าอายุ 30 วัน โดยวิธีปักดำ จำนวน 3 ต้นต่อกอ ระยะปักดำ 25x25 เซนติเมตร จากนั้นรักษาระดับน้ำในแปลงทดลองให้มีอยู่ประมาณ 3-5 เซนติเมตร

### 3.3.3.5 การดูแลต้นข้าว

ทำการดูแลต้นข้าวตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต 150 วัน ดำเนินการถอนหญ้าและวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลอง และทำการระบายน้ำออกจากแปลงนาเมื่อต้นข้าวออกรวงแล้ว ประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้ดินนั้นแห้งและสะดวกต่อการเข้าไปเก็บเกี่ยวข้าว

### 3.3.3.6 การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17

ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลอง เมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตเต็มที่ โดยเว้นระยะจากขอบแปลงด้านละ 0.5 เมตร ทำการเก็บเกี่ยวข้าวที่โคนต้น แล้วทำการนวดและผัด จากนั้นวัดความชื้นและชั่งน้ำหนักผลผลิตที่ได้ เพื่อคำนวณผลผลิตต่อไร่ จากพื้นที่เก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิตที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ เพื่อนำไปกะเทาะเปลือกข้าวออกเป็นข้าวกล้องสำหรับวิเคราะห์ต่อไป

### 3.3.4 การเก็บตัวอย่าง

1) ดิน ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 ระยะ ได้แก่ ในช่วงเวลาก่อนเพาะปลูก หลังเดิมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์และหลังเก็บเกี่ยว โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากหลายๆ จุดทั่วพื้นที่แล้วนำมาทำตัวอย่างรวม (Composite sample) ฝั่งดินให้แห้ง ทูบแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก ปิดให้สนิท เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ (ตารางที่ 3.2) ในห้องปฏิบัติการ

2) แกลลอลิกไนต์ สุ่มตัวอย่างแกลลอลิกไนต์จากหลายจุด แล้วทำตัวอย่างรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแกลลอลิกไนต์ ตามพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 3.2)

3) กากตะกอนน้ำเสียชุมชน สุ่มตัวอย่างกากตะกอนน้ำเสียชุมชนจากหลายจุด ที่ผ่านการเตรียมในข้อ 3.3.1 แล้วนำมาทำตัวอย่างรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของกากตะกอนน้ำเสียชุมชน ตามพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 3.2)

4) ข้าวกล้อง สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 นามาทะเาะเปลือกเป็นข้าวกล้องแล้วบดละเอียด ตามตำรับทดลอง ใส่ถุงพลาสติกปิดให้สนิท วิเคราะห์สมบัติทางเคมีตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2

### 3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) หากพบว่าตัวแปรใดมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ก็ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของตัวแปรนั้นๆ

### ตารางที่ 3.1 ตำรับทดลองในการศึกษาวิจัย

ตำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินเค็ม (ควบคุม)
2	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล)
3	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี
4	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) + ถ้ำลอลิกไนต์ 2 ตันต่อไร่
5	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) + กากตะกอนน้ำเสียชุมชน 0.5 ตันต่อไร่
6	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) + ถ้ำลอลิกไนต์ 2 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
7	ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) + ถ้ำลอลิกไนต์ 2 ตันต่อไร่ + กากตะกอนน้ำเสียชุมชน 0.5 ตันต่อไร่

หมายเหตุ: ดินเค็ม (ควบคุม) หมายถึง ดินที่ไม่มีการเค็มปุ๋ยมาร์ล หรือสิ่งทดลองทดลองการศึกษานี้  
ดินเค็ม (ปุ๋ยมาร์ล) หมายถึง ดินที่มีการเค็มปุ๋ยมาร์ลอัตรา 5 ตันต่อไร่

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ ดิน ใ้ลยลิกไนต์ กากตะกอนน้ำเสียชุมชน และข้าวกล้ง

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง	ดิน	ใ้ลยลิกไนต์	กากตะกอนน้ำเสียชุมชน	ข้าวกล้ง
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	pH meter	+	+	+	-
2. อินทรีย์วัตถุ (OM)	Walkley-Black Method	+	+	+	-
3. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (C.E.C.)	NH <sub>4</sub> OAc method	+	-	-	-
4. ธาตุปุ๋ย					
• ไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N)	Macro-Kjeldahl Method	+	+	+	-
• ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N)	Stream Distillation Method	+	+	+	-
ไนเตรทไนโตรเจน (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	Stream Distillation Method (with Devarda Alloy)	+	+	+	-
• ฟอสฟอรัส (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Bray II (ปริมาณที่เป็นประโยชน์)	+	+	+	-
• โพแทสเซียม (K <sub>2</sub> O)	1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0 (ปริมาณที่แลกเปลี่ยนได้)	+	+	+	-
5. สารหนู (As) และแคดเมียม (Cd)	0.005 M DTPA (ปริมาณที่สกัดได้)	+	+	+	-
	HNO <sub>3</sub> : HClO <sub>4</sub> = 2:1 (ปริมาณทั้งหมด)	+	+	+	+
6. ความต้องการปุ๋ย	Incubation Method (วิธีของ Vietch)	+	-	-	-

หมายเหตุ: ทัศนีย์ อัคระนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข (2542); AOAC (1984)

- หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์ และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย DTPA มีความสัมพันธ์กับปริมาณที่พืชจะดูดดึงขึ้นไป