

บทที่ 3



วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย

3.1.1 ภาคสนาม

พื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกร ตำบลคอนขอ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ซึ่งพื้นที่นาเคยเดิมเก่าลอยลึกในต้อตรา 2 ตัน/ไร่ เมื่อปี พ.ศ. 2544 เป็นดินจัดอยู่ในชุดดินที่ 10 ชุดดินรังสิตกรดจัด อยู่ในชั้นความเหมาะสมเพื่อการปลูกข้าวประเภท P-IV_u (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

3.1.2 ห้องปฏิบัติการ

- 1) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2) สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 3) กลุ่มวิเคราะห์ปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 เก้าลอยลึกไนต์ นำมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จ.ลำปาง

3.2.2 เมล็ดพันธุ์ข้าว คือ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

3.2.3 ปุ๋ยหมักฟางข้าว ได้มาจากการนำฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก

3.2.4 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-20-0 และ 46-0-0

3.2.5 วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินนาภาคสนาม

- 1) วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินนาเพื่อศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี
เสียม ถุงพลาสติก ขางรัด
- 2) วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินนาเพื่อศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพ
เสียม ค้อน มีด เทปพันสายไฟ ถุงพลาสติก ขางรัด กระบอกสแตนเลสสำหรับเก็บตัวอย่างดิน (Core) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 5 ซม. ปริมาตร 100 มล.

3.2.6 วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในภาคสนาม

รถไถ เครื่องสูบน้ำ ผ้าขาวบาง กระสอบ สี ค้อน ตะปู สว่าน ท่อพลาสติก ป้ายเหล็ก ตาชั่ง ตะกร้า คราด เชือกฟาง เทปกระดาษ ปากกาเคมี เทปตลับวัดความยาว ถุงกระดาษ รถเข็น ผ้าใบ พลาสติก ถังน้ำ บัวรดน้ำ กรรไกรตัดกิ่ง และเคียว เป็นต้น

3.2.7 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

- 1) เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด (Analytical balance)
- 2) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- 3) เตาแผ่นความร้อน (Hot plate)
- 4) เตา Muffle furnace
- 5) เตาอบอุณหภูมิสูง (Oven)
- 6) Water bath
- 7) เครื่องเขย่า (Shaker)
- 8) เครื่อง Spectrophotometer
- 9) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
- 10) เครื่อง Pipette
- 11) เครื่อง Pressure Cooker และ Pressure Membrane Apparatus
- 12) สารเคมีที่วิเคราะห์ตัวอย่าง ใช้สารเคมีระดับงานวิเคราะห์ (Analytical grade)
- 13) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น Beaker, Buret, Cylinder, Dropper, Erlenmayer flask, Funnel, Glass Watch, Pipet, Stirring Rod, Volumetric flask และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น nickel crucible ตะแกรงร่อนตัวอย่าง ซ้อนตักสาร ลูกยาง กระบอกฉีดน้ำกลั่น ฯลฯ

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การวางแผนการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ วางแผนการวิจัยแบบ RCB (Randomized Complete Block Design) ประกอบด้วย 7 คำรับทดลอง (Treatment) ทำ 3 ซ้ำ (Replication) รวมหน่วยทดลองทั้งหมด 21 หน่วยทดลอง หนึ่งหน่วยทดลอง คือ หนึ่งแปลงทดลอง มีขนาด 4 x 6 เมตร รวมพื้นที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 504 ตารางเมตร ซึ่งมีรายละเอียดของสิ่งทดลองตามคำรับทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ดำรับทดลองในการศึกษาวิจัย

ดำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินเค็ม (เคยเค็มเก่าลอยลึกในต้อตรา 2 ตัน/ไร่ เมื่อปี พ.ศ. 2544)
2	ดินเค็ม + ปุ๋ยเคมี
3	ดินเค็ม + เก้าลอยลึกในต้อ อตรา 2 ตัน/ไร่
4	ดินเค็ม + ปุ๋ยหมักฟางข้าว อตรา 2 ตัน/ไร่
5	ดินเค็ม + เก้าลอยลึกในต้อ อตรา 2 ตัน/ไร่ + ปุ๋ยเคมี
6	ดินเค็ม + เก้าลอยลึกในต้อ อตรา 2 ตัน/ไร่ + ปุ๋ยหมักฟางข้าว อตรา 2 ตัน/ไร่
7	ดินเค็ม + เก้าลอยลึกในต้อ อตรา 2 ตัน/ไร่+ปุ๋ยหมักฟางข้าว อตรา 2 ตัน/ไร่+ปุ๋ยเคมี

3.3.2 ขั้นตอนการวิจัย

1) การทำปุ๋ยหมักฟางข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546ก)

การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด มีส่วนผสม คือ

ฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด	1	ตัน
มูลสัตว์	200	กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย	2	กิโลกรัม
เชื้อจุลินทรีย์ (สารเร่ง พด.1)	150	กรัม

ขั้นตอน

นำฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดมากองให้มีขนาดกว้าง 2 ม. ยาว 3 ม. สูง 1.5 ม. โดยแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นแรกกองให้สูง 50 ซม. ทำการย่ำให้แน่น และรดน้ำให้ชุ่ม จากนั้นนำมูลสัตว์ คือ มูลไก่ 66.67 กก. โรยทับข้างบนกองฟาง และโรยปุ๋ยยูเรีย 0.67 กก. ตามลงไป ละลายสารเร่ง พด.1 จำนวน 150 กรัม ในน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากันนานประมาณ 15 นาที แล้วราดทับลงไปบนกองฟางชั้นที่ 1 จำนวน 6.67 ลิตร ทำเช่นเดียวกันจนครบ 3 ชั้น ชั้นบนสุดใช้มูลไก่ปิดทับหนา 1 นิ้ว และใช้ผ้าใบพลาสติกปิดคลุมไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ทำการกลับกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 7 วัน เมื่อหมักปุ๋ยได้ประมาณ 30-45 วัน สังเกตลักษณะกองปุ๋ยหมัก ถ้ามีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ เมื่อจับดูมีลักษณะยุ่ย ละเอียด แยกขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่มีกลิ่นเหม็น แต่มีกลิ่นคล้ายลักษณะดินธรรมชาติ แสดงว่าปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ได้

2) การปลูกข้าว

วิธีการปลูกข้าวสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ วิธีการปักดำ (Transplanting method) เป็นวิธีการทำนาประเภทนาสวน (Lowland rice) ซึ่งเป็นการทำนามีพื้นที่มากที่สุดของประเทศไทย มีลักษณะเฉพาะ คือ จะแบ่งวิธีการออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยตอนแรกเป็นการตกลำในพื้นดินสำหรับตกลำ ตอนที่สอง ได้แก่การถอนหรือย้ายต้นกล้าไปปักดำในพื้นที่นาที่ได้เตรียมไว้แล้ว

3) การเตรียมพื้นที่สำหรับการวิจัย ประกอบด้วย 2 พื้นที่หลัก ดังนี้

3.1) พื้นที่สำหรับตกลำข้าว

3.2) พื้นที่สำหรับปลูกข้าวก่อนการปักดำ

ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่สำหรับเพาะกล้าและปลูกข้าวมีลักษณะเดียวกัน คือ จะต้องมีการไถตะ ไถแปร และคราดเอาเศษวัชพืชจากนาออกไป โดยเริ่มต้นจากการไถตะ ซึ่งเป็นการไถครั้งแรกเพื่อทำลายวัชพืชในนาและพลิกกลับหน้าดิน แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ พร้อมทั้งทำการปักคันทนาสำหรับเก็บน้ำจากนั้นจึงเริ่มทำการ ไถแปร ซึ่งเป็นการไถเพื่อตัดกับรอยไถตะ ทำให้รอยไถตะแตกเป็นก้อนเล็กๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน การไถแปรอาจไถมากกว่าหนึ่งครั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำและปริมาณวัชพืช หลังจากไถแปรแล้วทำการคราดทันที การคราดนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเอาวัชพืชออกจากนาข้าว จากนั้นทำเทือกเพื่อปรับโครงสร้างดินด้วยการตีดินจนละเอียดในสภาพที่เป็นโคลนตม ทำการปรับดินในพื้นที่นาให้สม่ำเสมอ ปล่อยน้ำเข้าสู่พื้นที่นาโดยทำการขังน้ำไว้เพื่อรักษาสภาพดินให้พร้อมสำหรับการปลูกข้าว (ตกลำ และปักดำ) โดยเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกข้าวตามหน่วยทดลอง ดำเนินการแบ่งพื้นที่นาข้าวเป็นแปลงขนาด 4 x 6 เมตร

4) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว

นำเมล็ดข้าวเปลือกใส่ถุงผ้าขาวบางแล้วนำไปแช่น้ำ 1 คืน จากนั้นนำเมล็ดข้าวขึ้นจากน้ำ เอากระสอบชุบน้ำมาคลุมเมล็ดข้าว นาน 2-3 วัน จนรากงอกออกมาประมาณ 5 มม. แล้วนำเมล็ดข้าวทิ้งออกไปหว่านในแปลงตกลำที่เตรียมไว้

5) การเติมสิ่งทดลอง

ทำการเติมธาตุลดยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยเคมี ตามตำรับทดลองดังตารางที่ 3.1 โดยการเติมปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองที่ 2 5 และ 7 นั้น มี 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 สูตร 16-20-0 ใส่ก่อนปักดำ 14 วัน อัตรา 40 กก./ไร่ หรือ 0.60 กก./แปลง และครั้งที่ 2 สูตร 46-0-0 ใส่ขณะข้าวเริ่มตั้งท้อง อัตรา 15 กก./ไร่ หรือ 0.225 กก./แปลง โดยอัตราปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นอัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงที่ปลูกในดินนาที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวในภาคกลาง (อรรควุฒิ

ทัศน์สองชั้น, 2527) ส่วนการเติมเถาลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 2 ตัน/ไร่ ในดำรับทดลองที่ 3 4 5 6 และ 7 ทำการเติมก่อนปักดำ 14 วัน โดยหว่านปุ๋ยหมักฟางข้าว และเถาลอยลิกไนต์ลงไปบนนาข้าว แล้วทำการคลุกเคล้าให้ทั่วแปลงนา

เมื่อต้นกล้าในแปลงตกกล้ามีอายุ 25-30 วัน หลังข้าวงอก ทำการย้ายต้นกล้าไปปักดำในพื้นที่นาตามหน่วยทดลองที่ได้เติมสิ่งทดลองเตรียมไว้ก่อนปักดำ 14 วัน ซึ่งในการปักดำจะใช้ต้นกล้า 3 ต้น/กอ ระยะปลูก 20 x 20 ซม. และเมื่อเสร็จขั้นตอนการปักดำแล้ว ดำเนินการรักษาระดับน้ำในแปลงนาให้สูงประมาณ 5-10 ซม. จนถึง 1 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างนั้นทำการกำจัดวัชพืชโดยถอนด้วยมือในช่วงสัปดาห์ที่ 4 5 6 และ 7 หลังการปักดำ และฉีดยาป้องกันโรคและศัตรูพืช เช่น หอยเชอรี่ ปู เพลี้ย และหนู

6) การเก็บตัวอย่าง

6.1) การเก็บตัวอย่างเถาลอยลิกไนต์ : ดำเนินการสุ่มตัวอย่างเถาลอยลิกไนต์จากปริมาณทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย นำตัวอย่างที่ได้มารวมกันเป็นตัวอย่างเถาลอยลิกไนต์รวม (Composite sample) ดำเนินการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2

6.2) การเก็บตัวอย่างฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด : ดำเนินการสุ่มตัวอย่างฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดจากปริมาณทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย นำตัวอย่างที่ได้มารวมกันเป็นตัวอย่างรวมของฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด (Composite sample) ดำเนินการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

6.3) การเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักฟางข้าว : ดำเนินการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักฟางข้าวจากปริมาณทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย นำตัวอย่างที่ได้มารวมกันเป็นตัวอย่างปุ๋ยหมักฟางข้าวรวม (Composite sample) ดำเนินการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

6.4) การเก็บตัวอย่างดิน มี 2 ลักษณะ คือ

6.4.1) เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมี ดำเนินการโดยทำการสุ่มตัวอย่างดินในแต่ละแปลงในช่วงเวลาก่อนการเพาะปลูก และภายหลังจากเก็บเกี่ยว ที่ความลึก 0-15 ซม. จากหลาย ๆ จุด ทั้งพื้นที่ตามหน่วยทดลองที่กำหนดไว้ โดยใช้เสียมขุดหลุมเป็นรูปตัววี (V) แล้วใช้เสียมเขี่ยดินข้างของหลุมหนาประมาณ 0.5-1 นิ้ว ให้ลึกลงไปจนสุดก้นหลุม จากนั้นใช้มือแบ่งเอาบริเวณตรงกลางของแผ่นดินบนพลั่ว นำตัวอย่างดินที่ได้จากหลาย ๆ จุดมารวมกันเป็นตัวอย่างดินรวม (Composite sample) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546ข) ทำการคลุกเคล้าดินให้เข้า

กัน ฝั่งคินให้แห้ง (Air dry) จากนั้นนำตัวอย่างคินที่ฝั่งแห้งแล้วมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. และ 0.5 มม. เก็บตัวอย่างคินใส่ถุงพลาสติก ปิดให้สนิท ดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของคินตามพารามิเตอร์ และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

6.4.2) เก็บตัวอย่างคินเพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ : ใช้วิธี Core method (Blake, 1965) ทำโดยนำกระบอกเก็บตัวอย่างคิน (Core) วางให้ตั้งฉากกับผิวดินแล้วใช้ค้อนตอกลงไปทีละระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. จากนั้นปิดฝากระบอกเก็บตัวอย่างคินให้สนิท และพันทับด้วยเทปพันสายไฟเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ทำการเจาะหลายๆ จุดทั่วทั้งพื้นที่แปลงทดลองในแต่ละตำรับการทดลอง นำตัวอย่างคินที่ได้ไปวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

6.4.3) การเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 : ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในแปลงทดลองเมื่อข้าวสุกแก่ ด้วยพื้นที่เก็บเกี่ยว 3 x 4 เมตร โดยเว้นระยะจากขอบแปลงเข้าไปเพื่อเป็นแนวป้องกัน (Guard row) และหลีกเลี่ยงความผิดพลาดซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของสิ่งทดลองในพื้นที่ ซึ่งการเกี่ยวข้าวจะทำการเกี่ยวที่โคนต้น จากนั้นแยกผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เป็น 2 ส่วน คือ ฟางข้าวและเมล็ดข้าวเปลือก ทำการชั่งน้ำหนักสด สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก (Grain yield) ที่ความชื้น 14 %

6.4.4) การวิเคราะห์ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest Index) : ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นข้าว 15 ต้นในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2 กอ x 2 กอ จำนวน 3 จุด ชั่งน้ำหนักสดต้นข้าว จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการแยกและชั่งน้ำหนักฟางข้าว และเมล็ดข้าวเปลือก คำนวณหาดัชนีการเก็บเกี่ยวจากอัตราส่วนน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกที่ความชื้น 14 % ต่อน้ำหนักต้นข้าวทั้งต้นที่ความชื้น 14 %

จากนั้นนำตัวอย่างฟางข้าวมาบด แล้วบรรจุตัวอย่างฟางข้าวใส่ถุงพลาสติกตามตำรับการทดลอง ปิดให้สนิท นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามพารามิเตอร์ และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.2

7) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) หากพบว่าพารามิเตอร์ใดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของตัวแปรนั้นๆ

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างเถ้าลอยลิกไนต์ ดิน ปุ๋ยหมักฟางข้าว และฟางข้าว

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง	เถ้าลอย ลิกไนต์	ดิน	ปุ๋ยหมัก ฟางข้าว	ฟางข้าว**
1. pH	pH Meter	+	+	+	-
2. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N)	Micro-Kjeldahl	+	+	+	+
3. ฟอสฟอรัส (P)	Bray II (ปริมาณที่เป็นประโยชน์)	+	+	-	-
	Colorimetry (ปริมาณทั้งหมด)	-	-	+	+
4. โพแทสเซียม (K)	1N NH ₄ OAc pH7.0 (ปริมาณที่แลกเปลี่ยนได้)	+	+	-	-
	HNO ₃ : HClO ₄ = 2:1 (ปริมาณทั้งหมด)	-	-	+	+
5. ซิลิกอน (Si)	0.005 M DTPA (ปริมาณที่เป็นประโยชน์)	+	+	-	-
	HNO ₃ : H ₂ SO ₄ : HClO ₄ = 5:1:2 (ปริมาณทั้งหมด)	-	-	+	+
6. อินทรีย์วัตถุ	Walkley and Black	+	+	+	-
7. เนื้อดิน	Pipette Method	-	+	-	-
8. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์	จากการคำนวณ*	+	+	-	-

หมายเหตุ : + หมายถึง ทำการวิเคราะห์ - หมายถึง ไม่ทำการวิเคราะห์

- * คำนวณจากผลต่างของระดับความชื้นที่ความจุสนาม (Field Capacity - ความดัน 0.3 bar) กับจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point - ความดัน 15 bar) ของดิน (Veihmeyer and Hendrickson, 1949)

** หมายถึง ฟางข้าวซึ่งผ่านการเพาะเห็ด และฟางข้าวเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต