



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย

3.1.1 ภาคนาม

ดำเนินการศึกษาวิจัยในภาคนามที่แปลงนาเกษตรกร ตำบลคอนขอย อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ซึ่งพื้นที่นาเคยเดิมเก่าลอยลึกในตมมาแล้วเมื่อปี พ.ศ. 2544

3.1.2 ห้องปฏิบัติการ

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์รากข้าว และวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและสิ่งทดลอง

กลุ่มงานวิจัยปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตรใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยแบบทดลองต้องจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกทั้งใน ภาคนาม และในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ในภาคนาม

จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับเตรียมแปลงตกกล้า ไถอะ ไถแปร ทำเทือก รวมทั้ง เก็บตัวอย่าง ซึ่งเครื่องมือเก็บตัวอย่างบางส่วนต้องออกแบบและประดิษฐ์ขึ้น ในการศึกษาวิจัยต้อง คำนึงถึงความสม่ำเสมอของทุกหน่วยทดลอง (experimental unit) วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้อง รักษาความสะอาดและเป็นวัสดุที่ปลอดภัยเพื่อมิให้เกิดการปนเปื้อน โดยวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ใน ภาคนามประกอบด้วย

3.2.1.1 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับสำรวจดิน ได้แก่

ออเกอร์ (auger) ดับเมตร ถุงพลาสติก ขางรดถุง

3.2.1.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำแปลงตกกล้ารวมทั้งแปลงปักดำข้าว ได้แก่

1) รถไถ เครื่องสูบน้ำ จอบ เสียม ไม้ไผ่ คาน้ำ

2) เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี1 พร้อมด้วยอุปกรณ์ในการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปหว่านในแปลงตกกล้า เช่น โองน้ำ ฝ้ายดิบ กระสอบ

3) สารเคมีการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 (แอมโมเนียมฟอสเฟต), สูตร 46-0-0 (ยูเรีย) และ ปูนมาร์ล

4) วัสดุที่ใช้เตรียมปุ๋ยหมักฟางข้าว ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ พค.1 ปุ๋ยยูเรีย มูลสัตว์ ฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด

5) ถังลอยลิกในตู้จากโรงงานไฟฟ้าพลังความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

3.2.1.3 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง และเตรียมตัวอย่าง ได้แก่

- 1) เสียม ค้อน ถุงพลาสติก ขางรดถุง
- 2) กระบอกเก็บตัวอย่างรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. สูง 30 ซม. ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบ และประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างรากข้าว ปะเจง นี้อค ไม้ดอก คลับเมตร มีด
- 3) ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินเพื่อหาความหนาแน่นรวม
- 4) ถังน้ำ ชันน้ำ ตาชั่ง ตะแกรงร่อน
- 5) เตี่ยว เชือกฟางพร้อมไม้ ฝ้ายใบ ตาชั่ง ถุงพลาสติก

3.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง วัสดุ และ อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องผ่านการทำความสะอาด เพื่อมิให้มีสารปนเปื้อนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์หาปริมาณสาร นอกจากนี้วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์จะต้องทำการสอบเทียบก่อนนำมาใช้งาน โดยวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

3.2.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์รากข้าว ได้แก่

- 1) ถุงกระดาษ
- 2) ตู้อบ (oven)
- 3) เครื่องชั่งไฟฟ้า
- 4) กล้องถ่ายรูป กระดาษสี ไม้บรรทัด
- 5) Plate

3.2.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

- 1) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
- 2) เครื่องเขย่า (shaker)
- 3) เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

4) เครื่อง Spectrophotometer

5) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น Beaker, Erlenmayer flask, Volumetric flask, Stirring rod, Dropper, Cylinder, Pipet, Funnel

6) อุปกรณ์อื่นๆเช่น ช้อนตักสาร ลูกยาง ตะแกรงร่อนตัวอย่าง กระบอกลีคน้ำกลั่น

7) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง ใช้สารเคมีระดับงานวิเคราะห์ (analytical grade)

3.2.2.3 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

1) ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินเพื่อหาความหนาแน่นรวม

2) เครื่องชั่งไฟฟ้า

3) ตู้อบ

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนเตรียมการวิจัย

3.3.1.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยทั้งหมดเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับราคายา การใช้ประโยชน์ของเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ลักษณะของดินที่ใช้ปลูกข้าว และดินเปรี้ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.3.1.2 สํารวจภาคสนามและกำหนดพื้นที่ศึกษาวิจัย

การเตรียมพื้นที่ทำการศึกษาวิจัยในภาคสนามจะต้องสำรวจหาพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมตรงกับวัตถุประสงค์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้พื้นที่ดำเนินการทดลองคือ แปลงนาเกษตรกร ตำบลคอนขอย อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก พื้นที่ทำการทดลองเป็นดินเหนียวมี pH ประมาณ 4.0-5.0 ทำการสำรวจโดยใช้ออเกอร์เจาะสำรวจพื้นที่ทำการศึกษาพบสีเหลืองฟางแห้งของจาโรไซท์อยู่ที่ระดับประมาณ 15 เซนติเมตร

3.3.1.3 เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ศึกษาวิจัย และเถ้าลอยลิกไนต์

เก็บตัวอย่างดินก่อนทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่ศึกษาวิจัย และตัวอย่างเถ้าลอยลิกไนต์ จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จ.ลำปาง นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพใน ตารางที่ 3.1

3.3.1.4 การทำปุ๋ยหมักฟางข้าว

การทำปุ๋ยหมักฟางข้าวประกอบด้วยวัสดุทั้งหมดดังนี้ ฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ด 1000 กิโลกรัม ซึ่งนำมาจากโรงเพาะเห็ดฟางในบริเวณใกล้พื้นที่ทำการทดลอง มูลไก่ผสมแกลบ 200 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม เชื้อจุลินทรีย์ พค.1 จำนวน 1 ถุง (150กรัม)

นำฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดมากองให้มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร รดน้ำพร้อมกับเหยียบทับให้แน่น โดยให้ฟางมีความสูง 40 เซนติเมตร จากนั้นโรยทับด้วยมูลไก่ผสมแกลบหนา 10 เซนติเมตร รดน้ำพร้อมเหยียบทับให้แน่น ทำการโรยปุ๋ยยูเรีย (จำนวน 0.7 กิโลกรัม) ให้ทั่วสม่ำเสมอในกองฟาง และราดเชื้อพค.1 (เตรียมผงจุลินทรีย์ 150 กรัม มาละลายน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากัน 15 นาที) ให้ทั่วพร้อมรดน้ำและเหยียบทับให้แน่น ทำซ้ำด้วยวิธีดังกล่าวอีก 2 ชั้น รวมเป็น 3 ชั้น ปิดทับด้วยมูลไก่ผสมแกลบหนา 2.5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น จะได้กองปุ๋ยหมักฟางข้าวมีความสูงประมาณ 1.5 เมตร

การดูแลกองปุ๋ยหมักจะต้องทำการกลับกองปุ๋ยหมักทุก 2 สัปดาห์ เมื่อหมักปุ๋ยได้ประมาณ 50 วัน ตรวจสอบลักษณะของปุ๋ยหมักเช่น สีมีสีดำ เนื้อนุ่ม ละเอียด อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก และมีหญ้าขึ้น จึงนำตัวอย่างปุ๋ยหมักมาวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์และการวิเคราะห์ ดิน แฉะลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวก่อนทำการทดลอง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์ (สารสกัด)	เครื่องมือที่ใช้ วิเคราะห์	แฉะ ลอย	ดิน	ปุ๋ยหมัก ฟางข้าว
1.ฟอสฟอรัส(P)	Bray II (ปริมาณที่เป็นประโยชน์) $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ อัตราส่วน 2:1 (ปริมาณทั้งหมด)	Spectrophotometer Spectrophotometer	+	+	+
2.ซิลิกอน	DTPA (ปริมาณที่เป็นประโยชน์) Crude Silicon	Spectrophotometer	+	+	+
3.pH	อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:2 อัตราส่วนปุ๋ยหมักต่อน้ำ 1:5	pH meter	+	+	+
4. Bulk density	Core Method	เครื่องชั่ง	+	+	+
5. Porosity	จากการคำนวณ	-	+	+	+

3.3.2 วางแผนการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำ 3 ซ้ำ (replication) มี 6 คำรับทดลอง (ตารางที่ 3.2) รวมทั้งหมด 18 หน่วยทดลอง (experimental unit) โดยแต่ละหน่วยทดลองมีพื้นที่ 4 x 6 เมตร รวมพื้นที่ศึกษาวิจัยทั้งสิ้น 432 ตารางเมตร

ตารางที่ 3.2 คำรับทดลองในการศึกษาวิจัย

คำรับทดลอง (treatment)	สิ่งทดลอง
1	ดินเค็ม
2	ดินเค็ม+ปุ๋ยเคมี
3	ดินเค็ม+ถั่วลยถิกไนต์ อัตรา 2 ตันต่อไร่
4	ดินเค็ม+ปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 2 ตันต่อไร่
5	ดินเค็ม+ถั่วลยถิกไนต์ อัตรา 2 ตันต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
6	ดินเค็ม+ถั่วลยถิกไนต์ อัตรา 2 ตันต่อไร่+ปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 2 ตันต่อไร่

ในคำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี คำรับทดลองที่ 2 และ 5 มีการใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 (สูตร 16-20-0 หลังจากทำเทือก) อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 (สูตร 46-0-0 ระยะข้าวตั้งท้อง) อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่

3.3.3 ขั้นตอนการวิจัย

3.3.3.1 เตรียมแปลงทดลองขนาด 4 x 6 เมตรจำนวน 18 แปลง และเตรียมแปลงคกกล้าโดยเตรียมดินเริ่มจากการไถตะ ไถแปร คราดเศษหญ้าออกให้หมด และทำเทือกโดยตีด้วยลูกทุบจนดินจนละเอียด ปรับระดับดินให้มีความสม่ำเสมอ รักษาระดับน้ำให้อยู่ระหว่าง 2-3 เซนติเมตร เพื่อป้องกันดินขังน้ำคาบ และติดตั้งตาข่ายเพื่อป้องกันนกมาทำลายต้นกล้า

3.3.3.2 เตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยนำเมล็ดแช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง เอาน้ำออกแล้วเอาระسوبเปลือกคลุมเมล็ดข้าวนาน 2-3 วัน จนรากงอกออกมาประมาณ 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปหว่านลงในแปลงคกกล้า

3.3.3.3 เดิมสิ่งทดลองลงในแปลงทดลองตามคำรับทดลองใน ตารางที่ 3.2

3.3.3.4 เมื่อต้นกล้าในแปลงตกกล้าอายุ 25 วัน ดำเนินการถอนต้นกล้าข้าวจากพื้นที่ ตกกล้ามาปักดำในพื้นที่นาตามหน่วยทดลองที่เตรียมไว้

3.3.4 วิธีการปลูกข้าวคูแลร์กษาดันข้าว และเก็บเกี่ยวผลผลิต

วิธีการปลูกข้าวสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ วิธีการปักดำ (transplanting method) กอละ 3 ต้น ระยะ 20 x 20 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นวิธีการปลูกข้าวที่นิยมสำหรับการทำนาโดยวิธี นาสวน (lowland rice farming) รักษาระยะห่างระหว่างกอข้าวให้เท่ากันเพื่อศึกษารากต้นข้าว

การดูแลต้นข้าวตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจนข้าวสุก จะต้องระมัดระวังไม่ให้มี แมลง หอยเชอรี่ และศัตรูข้าวอื่นๆมารบกวนการเจริญเติบโตของต้นข้าว รวมทั้งดูแลใส่ปุ๋ยและรักษา ระดับน้ำในแปลงทดลอง

เมื่อข้าวสุกแก่เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในแปลงทดลองด้วยพื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร (3 x 4 เมตร) โดยแบ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งไว้เก็บตัวอย่างรากข้าว ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกแล้ว คำนวณหาผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ความชื้น 14%

3.3.5 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือการเก็บตัวอย่างดิน และการเก็บตัวอย่าง รากข้าว

3.3.5.1 เก็บตัวอย่างดินแบ่งออกเป็น 4 ระยะ

1) เก็บตัวอย่างดินก่อนเติมสิ่งทดลอง ที่ความลึกประมาณ 0-15 เซนติเมตร แปลงละ 3 จุด นำมารวมกันทำเป็นตัวอย่างดินรวม (composite sample) ของแต่ละหน่วยทดลอง

2) ที่ระยะ 14 วัน หลังเติมสิ่งทดลองเก็บตัวอย่างดิน ที่ความลึกประมาณ 0-15 เซนติเมตร แปลงละ 3 จุด นำมารวมกันทำเป็นตัวอย่างดินรวม (composite sample) ของแต่ละ หน่วยทดลอง

3) เก็บตัวอย่างดินที่ระยะออกดอก (anthesis) ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร จาก กระบอกเจาะราก โดยสุ่มเก็บดินแต่ละระดับความลึกนำมารวมกันทำเป็นตัวอย่างดินรวม

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากระยะที่ 1 ถึง 3 ไปผึ่งลมให้แห้ง (air dry) นำไปทุบ และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วจึงนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดังรายละเอียดปรากฏ ใน ตารางที่ 3.3

4) เก็บตัวอย่างดินที่ระยะข้าวสุกแก่ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตรไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินใน ตารางที่ 3.3

3.3.5.2 เก็บตัวอย่างรากข้าว และต้นข้าวที่ระยะออกดอก (anthesis) โดยใช้กระบอกระบาย (core sampling) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตรนำดินที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร ไปล้างเพื่อแยกรากข้าวออกจากดิน โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตรและ 0.1 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันรากสูญหาย ทำการถ่ายรูปรากข้าว นำตัวอย่างลำต้น และรากไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง นำรากข้าวไปวิเคราะห์ดัง ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์วิธีการวิเคราะห์ ดิน และรากข้าว

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	ดิน	รากข้าว
1.ฟอสฟอรัส (P_2O_5)	Bray and Kurtz (1945)	+	-
2.ซิลิกอน $Si(OH)_4$	DTPA (ปริมาณที่เป็นประโยชน์)	+	-
3.pH (ดินต่อน้ำ 1:2)	pH meter	+	-
4. Bulk density	Core Method	+	-
5. Porosity	จากการคำนวณ	+	-
6. Root mass	ชั่งน้ำหนักแห้ง	-	+
7. Root length	Newman (1966)	-	+
8. น้ำหนักต้น	ชั่งน้ำหนักแห้ง	-	+
9. อัตราส่วนรากต่อลำต้น	ชั่งน้ำหนักแห้ง	-	+

หมายเหตุ: +หมายถึงทำการวิเคราะห์, - หมายถึงไม่ทำการวิเคราะห์

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) หากพบว่าพารามิเตอร์ใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)