



บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 การวางแผนการศึกษาวิจัย

3.1.1 แผนการศึกษาวิจัย

วางแผนการศึกษาโดยมีปัจจัยที่ทำการการศึกษา คือ (1) การปรับปรุงดิน 2 แบบ คือ แปลงที่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก และแปลงที่ไม่ปรับปรุงด้วยหญ้าแฝก และ (2) ระดับน้ำที่ท่วมขัง 2 ระดับ คือ ระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร ออกแบบการทดลองแบบ CRD involved factorials (completely randomized design involved factorials) ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมีแปลงในการศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 4 แปลง คือ (1) แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร (2) แปลงที่ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร (3) แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร และ (4) แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร ซึ่งแต่ละแปลงมีพื้นที่ประมาณ 800 ตารางเมตร และในแต่ละแปลงมีพื้นที่ไม่ปลูกข้าวรวมอยู่ด้วย

3.1.2 สถานที่ทำการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่นาข้าวของจำเอกเขียน สร้อยสม ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านเลขที่ 999/22 ถนนคลองชลประทาน ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ใกล้กับศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ พิกัด X 602,758 และพิกัด Y 1,405,986 จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน (2544ก) พบว่า ดินในพื้นที่เป็นกลุ่มชุดดินที่ 20 ชุดดินหนองแก (Nong Kae series; Nk) ซึ่งเนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนร่วน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินต่ำ สำหรับปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำจึงทำให้มีผลผลิตข้าวต่ำ ดังนั้นเกษตรกรจึงได้ทำการปรับปรุงดินด้วยการใช้หญ้าแฝก ตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องจากหญ้าแฝกมีระบบรากที่แข็งแรงหยั่งลึกแนวดิ่งลงในดินมากกว่าแนวนอน อีกทั้งรากมีปริมาณมากและสานกันแน่น ทำหน้าที่ยึดเกาะและกักเก็บความชุ่มชื้นให้แก่ดิน และหญ้าแฝกยังมีความทนทานขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด เมื่อไถกลบหญ้าแฝกก่อนฤดูการเพาะปลูกข้าว ต้นและรากของหญ้าแฝกจะเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินและเมื่อย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554ข) ส่งผลให้ข้าวมีผลผลิตสูงขึ้น

3.1.3 การเตรียมแปลงทดลอง

แปลงนาที่ใช้ศึกษามีการปรับปรุงดิน 2 แบบ คือ (1) แปลงที่ปรับปรุงดินโดยปลูกหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ 8,000 ต้นต่อไร่ ระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร เป็นเวลาประมาณ 500 วัน แล้วทำการไถกลบในวันที่ 8 มีนาคม 2553 แล้วปล่อยให้ย่อยสลาย 120 วัน ก่อนการปลูกข้าว และ (2) แปลงที่ไม่ได้ปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก เป็นแปลงทำนาอย่างต่อเนื่อง 3 ฤดูกาลเพาะปลูก ก่อนทำการศึกษาค้างนี้ โดยหลังการเก็บเกี่ยวข้าวปรับปรุงดินโดยการปลูกปอเทือง เป็นระยะเวลา 50 วัน แล้วไถกลบในวันที่ 3 เมษายน 2553 แล้วปล่อยให้ย่อยสลายประมาณ 60 วันก่อนการทำนา ในการเตรียมแปลงมีการไถตะเพื่อพลิกหน้าดินและไถแปรโดยไถขวางแนวไถตะ เพื่อย่อยให้ดินมีขนาดเล็กและคลุกเคล้าหญ้าแฝกหรือปอเทือง หลังจากนั้นไถทำเทือกและทำให้ดินเป็นตมก่อนการหว่านข้าว 1 วัน ซึ่งพันธุ์ข้าวในการทำนา คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

3.1.4 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวซึ่งได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง IR 13146-158-1, IR 15314-43-2-3-3 และ BKN6995-16-1-1-2 2543) เป็นข้าวไม่ไวต่อแสง มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี ลักษณะประจำพันธุ์ทางการเกษตร คือ ใบธงค่อนข้างยาวตั้งตรง ความยาวรวงมีค่าเฉลี่ย 28 เซนติเมตร คอรวงสั้น ต้นแข็งแรง ใบแก่ช้า ความสูงประมาณ 113 เซนติเมตร ในฤดูแล้งมีอายุ 121-130 วัน ส่วนในฤดูฝนมีอายุ 119 วัน องค์ประกอบผลผลิต คือ จำนวนรวง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 224 รวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดเฉลี่ย 133 เมล็ดต่อรวง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 89.24 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 29.24 กรัม (วาสนา วรมิศร์ และทัศนีย์ สงวนสัจ, 2537; กรมวิชาการเกษตร, 2546)

3.1.5 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

การเตรียมเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะเมล็ดข้าวให้งอกก่อนด้วยการนำไปแช่น้ำแล้วบ่มโดยการห่อหุ้มด้วยกระดาษประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดข้าวมีรากงอกออกมาแล้วจึงนำไปหว่านลงในแปลงนาอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่

3.1.6 การทำนาข้าวและการดูแลรักษา

การศึกษาค้างนี้ ได้ทำการไถนาและทำเทือกก่อนการทำนา 1 วัน แล้วใส่ปุ๋ยหมัก (ประกอบด้วยมูลวัว กากอ้อย แกลบ ซึ่งมีอัตราส่วน 8: 40: 1 กิโลกรัม) เป็นปุ๋ยรองพื้นในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้นปลูกข้าวด้วยวิธีการหว่านน้ำตม เริ่มต้นโดยการนำเมล็ดข้าวที่งอกแล้วมาหว่าน

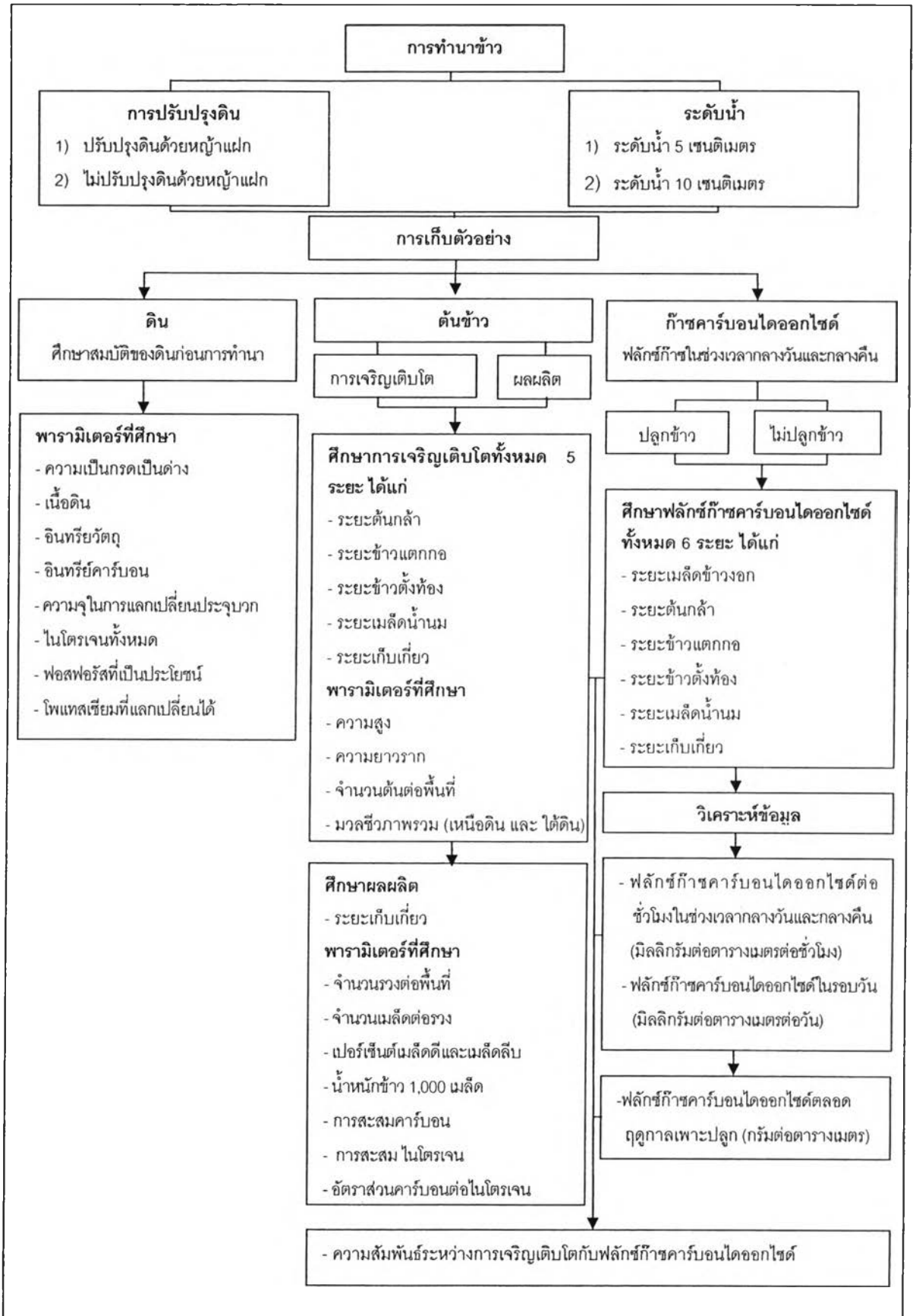
ลงในแปลงนาให้มีความสม่ำเสมอทั่วแปลงนา เมื่อข้าวมีอายุ 10 วัน จึงปล่อยน้ำเข้านาโดยผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพปริมาณ 30 ลิตรต่อไร่ และรักษาระดับน้ำ 5 และ 10 เซนติเมตร สำหรับการให้ปุ๋ยโดยการฉีดปุ๋ยน้ำชีวภาพครั้งที่ 1, 2 และ 3 เมื่อข้าวมีอายุ 20, 35 และ 50 วัน ตามลำดับ ในอัตรา 160 มิลลิลิตรต่อไร่ โดยมีอัตราการผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพต่อน้ำ เท่ากับ 1: 500 หลังจากนั้นเมื่อข้าวมีอายุ 115 วัน ทำการระบายน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวมีอายุ 117 วัน (ตารางที่ 3.1) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก พบว่า มีค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 และโพแทสเซียมในรูป K_2O เท่ากับ 2.60, 3.40 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยน้ำชีวภาพมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 2,640, 240 และ 4,200 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานทำนาข้าว

ขั้นตอนการดำเนินการในการปลูกข้าว	วันที่ดำเนินการ	อายุของข้าว (วัน)
ไถกลบหน้าแฝก	8 มี.ค. 2553	-
ไถกลบปอเทืองและไถพรวนดิน	3 เม.ย. 2553	-
ทำเทือกและใส่ปุ๋ยหมักรองพื้น	1 ก.ค. 2553	-
หว่านข้าว	2 ก.ค. 2553	-
ปล่อยน้ำเข้าในแปลงนา	11 ก.ค. 2553	10
ฉีดปุ๋ยน้ำชีวภาพครั้งที่ 1	21 ก.ค. 2553	20
ฉีดปุ๋ยน้ำชีวภาพครั้งที่ 2	5 ส.ค. 2553	35
ฉีดปุ๋ยน้ำชีวภาพครั้งที่ 3	20 ส.ค. 2553	50
ระบายน้ำออกจากแปลงนา	23 ต.ค. 2553	115
เก็บเกี่ยวข้าว	25 ต.ค. 2553	117

3.2 การดำเนินการศึกษาวิจัย

การดำเนินการศึกษาวิจัยประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน การเจริญเติบโตของข้าว องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตของข้าว และฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีแผนการดำเนินการดังภาพที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินการศึกษาวิจัย

3.2.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในช่วงระยะเวลาก่อนการเพาะปลูก ซึ่งในแปลงนาข้าวแต่ละแปลงจะเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 9 จุด กระจายทั่วแปลงนา โดยเก็บตัวอย่างดินในบริเวณเดียวกับการเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 6 จุด และบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีก 3 จุด ที่ระดับผิวน้ำดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air-dried) แล้วบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) สำหรับดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ (organic matter) อินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (cation exchange capacity) ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินตามพารามิเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สมบัติของดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. ความเป็นกรดเป็นด่าง	ตรวจวัดในภาคสนามโดยเครื่อง pH meter
2. เนื้อดิน (soil texture)	Hydrometer method
3. อินทรีย์วัตถุ (organic matter)	Walkley and Black method (Soil Survey Staff, 1996)
4. อินทรีย์คาร์บอน (organic carbon)	การคำนวณจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ
5. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity)	Amonium acetate method (Soil Survey Staff, 1996)
6. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	Kjeldahl method (Soil Survey Staff, 1996)
7. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)	Bray II determine by spectrophotometer (Soil Survey Staff, 1996)
8. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium)	Ammonium acetate extraction determined by atomic absorption spectrophotometer (Soil Survey Staff, 1996)

3.2.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของข้าว

การศึกษาการเจริญเติบโต และมวลชีวภาพ ทำการศึกษาทั้งหมด 5 ครั้ง ตามระยะการเติบโตของข้าว (ตารางที่ 3.3) สุ่มตัวอย่างในบริเวณที่ใกล้เคียงกับจุดที่เก็บตัวอย่างก๊าซ โดยใช้ quadrat รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1×1 เมตร จำนวน 3 quadrat ต่อแปลง แล้วถอนข้าวในพื้นที่ทั้งหมดโดยไม่ให้รากขาด นำมาล้างดินออกให้หมด แล้ววัดความสูงและความยาวรากของข้าว (วัดความสูงจากโคนต้นจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุดและวัดความยาวของรากโดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายรากที่ยาวที่สุด) และนับจำนวนต้นต่อพื้นที่ เก็บตัวอย่างข้าวมาหามวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (ต้นและใบ และรวง) และมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน (ราก) ของข้าว โดยนำข้าวมาตัดแยกส่วนต่าง ๆ ออกจากกัน อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง โดยมีพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์แสดงดังในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวและพริกซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามระยะการเจริญเติบโต

ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว	เวลา (วัน)	ช่วงเวลาการเจริญเติบโต	วันที่เก็บตัวอย่าง (จำนวนวันหลังการหว่าน)
1. ระยะเมล็ดข้าวงอก (germination)*	0-3 วัน	2 ก.ค.-5 ก.ค. 53	3 ก.ค. 53 (1 วัน)
2. ระยะต้นกล้า (seedling)	3-29 วัน	5 ก.ค.-31 ก.ค. 53	18 ก.ค. 53 (16 วัน)
3. ระยะข้าวแตกกอ (tillering)	29-58 วัน	31 ก.ค.-29 ส.ค. 53	5 ส.ค. 53 (34 วัน)
4. ระยะข้าวตั้งท้อง (booting)	63-83 วัน	3 ก.ย.-23 ก.ย. 53	7 ก.ย. 53 (67 วัน)
5. ระยะเมล็ดข้าวนุ่ม (milk grain)	89-100 วัน	29 ก.ย.-10 ต.ค. 53	4 ต.ค. 53 (94 วัน)
6. ระยะเก็บเกี่ยว (harvest)	109-119 วัน	19 ต.ค.-29 ต.ค. 53	27 ต.ค. 53 (117 วัน)

ที่มา: ดัดแปลงจาก อรพรรณ ศิริวัฒน์พิริยะ (2544)

หมายเหตุ * คือ ไม่มีการศึกษาการเจริญเติบโตของข้าว

หว่านข้าวในวันที่ 2 ก.ค. 53

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าว

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
1. ความสูง (เซนติเมตร)	ไม้บรรทัด
2. ความยาวราก (เซนติเมตร)	ไม้บรรทัด
3. จำนวนต้นต่อพื้นที่ (ต้นต่อตารางเมตร)	นับด้วยตาเปล่า
4. มวลชีวภาพเหนือดิน (กรัมต่อตารางเมตร)	อบแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก
5. มวลชีวภาพใต้ดิน (กรัมต่อตารางเมตร)	อบแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก
6. มวลชีวภาพรวม (กรัมต่อตารางเมตร)	อบแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก

3.2.3 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอน

ในระยะเก็บเกี่ยวข้าวศึกษาการสะสมคาร์บอนและไนโตรเจนของในส่วนต่าง ๆ (ต้นและใบ ราก และรวง) ของข้าวโดยนำต้นข้าวและรากข้าวที่ผ่านการอบให้แห้งแล้ว นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้ววิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดและไนโตรเจนทั้งหมดด้วยเครื่อง Elemental Analyzer

3.2.4 การศึกษาองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว

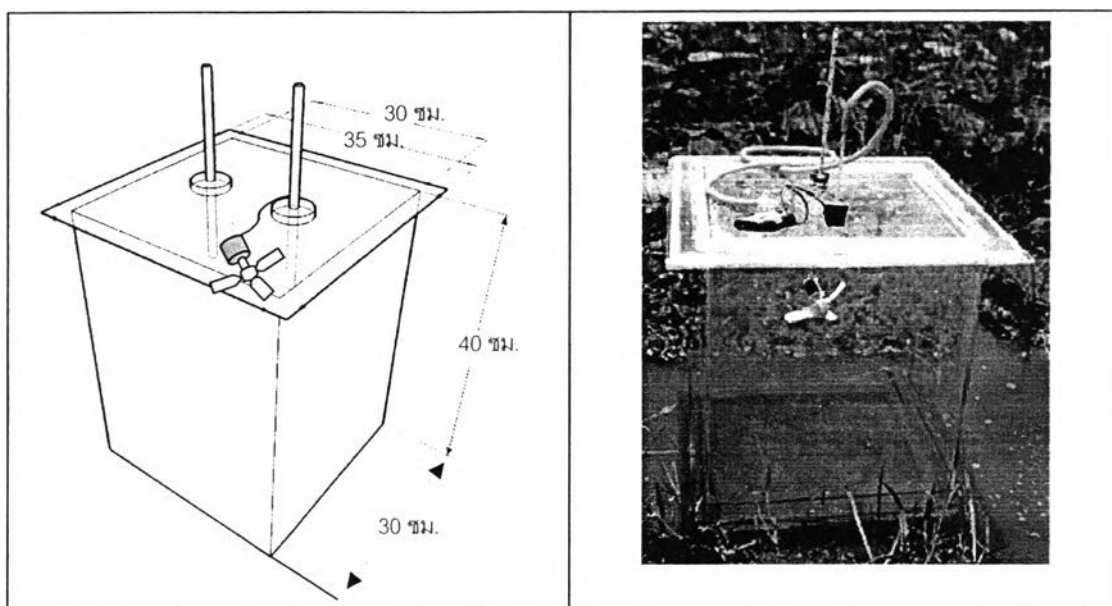
การศึกษาองค์ประกอบผลผลิตของข้าว สุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับการศึกษาการเจริญเติบโตโดยเก็บผลผลิตข้าวภายหลังเมล็ดข้าวสุกแก่นำไปวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ คือ จำนวนรวงต่อพื้นที่ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนักของข้าว 1,000 เมล็ด แล้วไปคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่ โดยมีพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์แสดงดังในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์และวิธีการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอน องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว

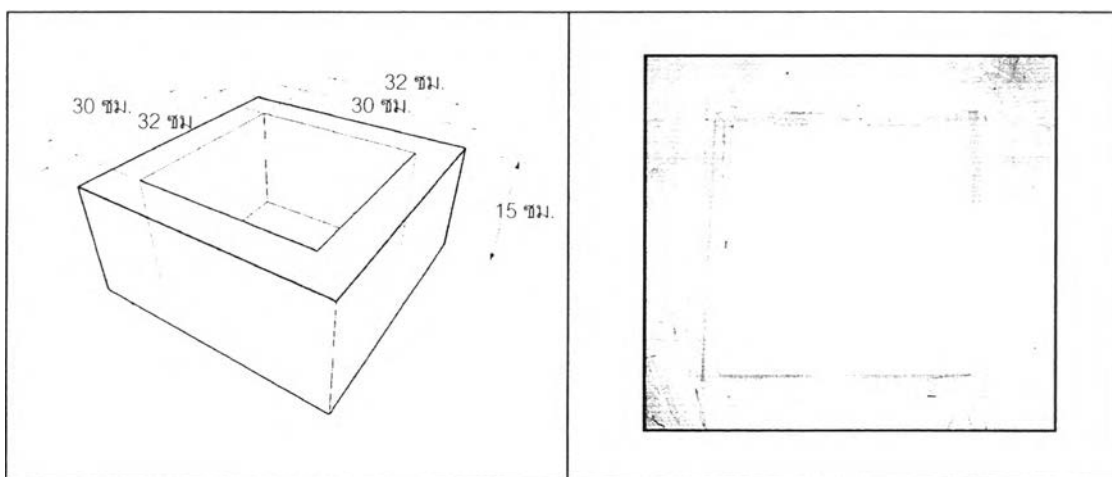
พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
1. ปริมาณคาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	เครื่อง elemental analyzer (CHNS/O analyzer)
2. ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	เครื่อง elemental analyzer (CHNS/O analyzer)
3. องค์ประกอบผลผลิต	
3.1 จำนวนรวงต่อพื้นที่ (รวงต่อตารางเมตร)	นับด้วยตาเปล่า
3.2 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ดต่อรวง)	นับด้วยตาเปล่า
3.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ	นับด้วยตาเปล่า แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์
3.4 น้ำหนักของข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)	ชั่งน้ำหนัก
3.4 ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)	การคำนวณ

3.2.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยสร้างสะพานในแปลงนาทั้ง 4 แปลง ตามตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งในนาข้าวแต่ละแปลงจะมีจุดเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 6 จุด แบ่งเป็นบริเวณที่มีการปลูกข้าว 3 จุด และบริเวณที่ไม่มีการปลูกข้าว 3 จุด โดยเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ตารางที่ 3.3) โดยใน 1 รอบวันจะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เวลากลางวันในช่วง 8.00-12.00 น. เวลากลางคืนในช่วง 19.00-23.00 น. เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธี closed chamber technique เป็นตู้ครอบ (chamber) ใส มีขนาด 30×30×40 เซนติเมตร (เมื่อต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นจะเพิ่มความสูงของตู้ครอบเป็น 2 ชั้น) ติดพัดลมเพื่อให้อากาศภายในตู้ครอบหมุนเวียน และมีเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิในตู้ครอบ จากนั้นใช้ตู้ครอบวางครอบลงไปบนฐานที่มีขอบด้านนอกและด้านใน ซึ่งขอบนอกมีขนาด 32×32×15 เซนติเมตร และขอบในมีขนาด 30×30×15 เซนติเมตร วางเตรียมไว้ในแปลงนาแล้ว (ภาพที่ 3.2) ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซตามเวลาที่ 0, 15 และ 30 นาที ตามลำดับ ในการเก็บตัวอย่างก๊าซจะใช้กระบอกฉีดยาดูดก๊าซจากตู้ครอบ จากนั้นเก็บหลอดสูญญากาศที่บรรจุตัวอย่างก๊าซไว้ในลังโฟมที่แช่แข็งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกอุณหภูมิภายในตู้ครอบ แล้วนำตัวอย่างก๊าซไปวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง gas chromatography ระบบ thermal conductivity detector



ก) ตู้ครอบ



ข) ฐานของตู้ครอบ

ภาพที่ 3.2 ตู้ครอบและฐานสำหรับการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การคำนวณฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำนวณฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากสมการดังต่อไปนี้ (Singh, 1998; Mallick, 2009)

$$F_i = \frac{BV_{STP} \times dC \times MW \times 1,000 \times 60}{10^6 \times 22,400 \times A \times dt} \quad (1)$$

$$BV_{STP} = \frac{BV \times B.P. \times 273}{(273 + T) \times 760} \quad (2)$$

โดยที่

- F_i = ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่ละระยะการเจริญเติบโตข้าว (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)
- i = ระยะการเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 6 ระยะ ($i = 1, 2, 3, 4, 5$ และ 6)
- BV_{STP} = ปริมาตรภายในตู้ครอบ ส่วนที่อยู่เหนือระดับน้ำท่วมขัง ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- BV = ปริมาตรภายในตู้ครอบ ส่วนที่อยู่เหนือระดับน้ำท่วมขัง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- $B.P.$ = ความดันอากาศในขณะนั้น (มิลลิเมตรปรอท)
- MW = มวลโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (44)
- T = อุณหภูมิของอากาศที่อยู่ในตู้ครอบ (องศาเซลเซียส)
- A = พื้นที่หน้าตัดของตู้ครอบในนาข้าว (ตารางเมตร)
- dC = ผลต่างของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน) ที่เวลาศูนย์และเวลาที่ t
- dt = ระยะเวลาที่ใช้ (15 นาที)

3.3.2 การคำนวณฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันและตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

คำนวณฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันและตลอดฤดูกาลเพาะปลูก จากสมการดังต่อไปนี้

$$F_{1i} = (F_{\text{กลางวัน}} \times 12) + (F_{\text{กลางคืน}} \times 12) \quad (3)$$

$$F_2 = \sum (F_{1i} \times \text{จำนวนวันของข้าวแต่ละระยะการเจริญเติบโต}) \quad (4)$$

โดยที่

F_{1i} = ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันในแต่ละระยะการเจริญเติบโตข้าว
(กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน)

F_2 = ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก
(กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก)

$F_{\text{กลางวัน}}$ = ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวัน (กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

$F_{\text{กลางคืน}}$ = ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืน (กรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

3.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของชุดข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของข้าว และฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย analysis of covariance หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีสถิติพรรณนา (descriptive statistics) และหาความสัมพันธ์การเจริญเติบโตของข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย regression analysis