ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

อินแปง ดวงวงสา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

EFFECTS OF CHEMICAL FERTILIZER USE ON KHAO PHONENGAM 5'S GROWTH AND GRAIN YIELD OF PADDY SOIL IN THE SOUTHERN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

INPENG DUANGVONGSA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN AGRICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

YEAR 2012

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

เรื่อง ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ผู้วิจัย นายอินแปง ดวงวงสา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ลอศิริกุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ วงส์พิเชษฐ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์)

..... คณบดี

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพงษ์ วัฒนกูล)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ลอศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความรู้ทางวิชาการ วิธีการดำเนินการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาและคำชี้แนะในการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่และตรวจแก้วิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นฉบับสมบูรณ์ได้ตามเป้าหมาย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ วงส์พิเชษฐ และรองศาสตราจาย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาในการให้ข้อเสนอแนะ รวมถึงข้อคิดต่างๆ และช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปฐพีศาสตร์ทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การวิจัย และให้ความช่วยเหลือวิธีการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ นายสมหวัง ทิบพะเกสอน ผู้อำนวยการสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง สนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าว และแรงงานในการทดลองครั้งนี้

(นายอินแปง ดวงวงสา)
ผู้วิจัย

ฝ่ายหอสมุด สำนักวิทยบริการ ม.อุบลฯ
ได้รับอภินันทนาการจาก
กองบริการ ม.อุบลฯ
๓๑ ม.ค. ๒๕๕๗

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

โดย : อินแปง ดวงวงสา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ลอศิริกุล

ศัพท์สำคัญ : ข้าวโพนงาม 5 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0

ข้าวโพนงาม 5 เป็นข้าวพันธุ์ปรับปรุง ที่ได้รับการสนับสนุนจากทางราชการส่งเสริมให้ปลูกในเขตภาคกลาง และภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเฉพาะส่งเสริมให้ปลูกในแขวงจำปาสัก แต่การผลิตตามวิธีของเกษตรกรลาวเปรียบเทียบกับวิธีการที่ส่วนราชการแนะนำยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนถึงผลของการเจริญเติบโต และผลผลิตที่เหมาะสมกับการลงทุนของเกษตรกรลาว ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 และเพื่อศึกษาลักษณะการดูดใช้ และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทำการทดลองที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ในฤดูนาปีระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงพฤศจิกายน 2554 ใช้แบบแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design) ซึ่งมีทั้งหมดสี่ตำรับการทดลองประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นชุดควบคุม (T_1) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (T_2) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นวิธีทางราชการแนะนำ (T_4) และมีจำนวนสามซ้ำ ส่วนการเขตกรรมอื่นๆปฏิบัติเหมือนกันทุกตำรับการทดลอง ผลการทดลองพบว่า T_3 ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 เช่น การสร้างน้ำหนักแห้งต่อกอ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต พบว่า T_3 ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สร้างองค์ประกอบผลผลิต คือ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าการใส่

ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ ทำให้ T_3 สร้างผลผลิตสูงสุด 644 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตำรับทดลองอื่นๆ

ในขณะที่การดูดใช้ (uptake) ปริมาณธาตุอาหารในระยะแตกกอสูงสุด พบว่า T_3 ทำให้การดูดใช้ปริมาณ N P และ K ในใบ ต้น และรากของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ แต่ในระยะเก็บเกี่ยวพบว่า T_4 ทำให้การดูดใช้ปริมาณ N P และ K ในใบ และต้นของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอสูงสุดพบว่า T_3 ทำให้การสะสมปริมาณ N ในใบ และต้น P ในใบ และ K ในใบ และรากของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ แต่ T_4 ทำให้การสะสมปริมาณ P และ K ในต้นของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า T_4 ทำให้การสะสมปริมาณปริมาณ N P และ K ในใบและต้นของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ ส่วนการสะสมปริมาณ N P และ K ในแกลบและข้าวสารของข้าวโพนงาม 5 พบว่า T_3 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับทดลองอื่นๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

TITLE : EFFECTS OF CHEMICAL FERTILIZER USE ON KHAO PHONENGAM 5'S GROWTH AND GRAIN YIELD OF PADDY SOIL IN THE SOUTHERN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

BY : INPENG DUANGVONGSA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURE

CHAIR : ASST.PROF. MANAS LOSIRIKUL, Ph.D.

KEYWORDS : KHAO PHONENGAM 5 / CHEMICAL FERTILIZER FORMULAE 15-15-15 AND 46-0-0

Khao Phonengam 5 is an improved rice variety that supported by Ministry of Agriculture and Forestry to Lao farmers in the central and southern parts, especially Champasak Province. Due to difference in rice production practices between Lao farmers and agricultural official in terms of rice growth result and farmer's production cost-based appropriate yields. Therefore, the objectives of this research were to determine the effect of chemical fertilizer rates on growth and yield of Khao Phonengam 5 and nutrient uptake including nutrient accumulation of Khao Phonengam 5. Field experiment was conducted at the Phonengam rice grain production and research station in Pakse district, Champasak province, Lao People's Democratic Republic during rainy season from June to November 2011. The experiment was laid out in Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and three replications. Namely 1) no chemical fertilizer (T_1) was control. 2) chemical fertilizer formula 15-15-15 at a rate of 8 kg/rai mixed with 46-0-0 at 8 kg/rai.(T_2) 3) 15-15-15 at a rate of 20 kg/rai mixed with 46-0-0 at 9.5 kg/rai (T_3) and 4) 15-15-15 at a rate of 32 kg/rai mixed with 46-0-0 at 11 kg/rai (T_4) was official recommended. All cultural practices were the same in every treatments. The results showed that the growth such as dry matter per hill, root per shoot ratio and relative growth rate were significant. For grain yield and yield component comparison, the third treatment also gave significant difference with more

panicle per hill, percentage of filled grains, 1,000 grain weight and harvest index than others. As a result, the third threatment had the maximum grain yield, 644 kg/rai.

Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium nutrients by leaf, shoot and root at the highest growth stage, the third treatment was significantly higher than others. Significant differences were also found on nitrogen, phosphorus and potassium uptake of leaf and shoot at the harvest stage, the fourth treatment was better than others. Accumulation of nitrogen in leaf and shoot, phosphorus in leaf and potassium in leaf and root at the highest growth stage, the third treatment gave significantly better than others. But the accumulation of phosphorus and potassium in shoot, the fourth treatment gave significantly higher than others. The fourth treatment gave significantly better accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in leaf and shoot at the harvest stage than other treatments whereas the third treatment gave more accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in husk and milled grain than others.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ง**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ฎ**
สารบัญภาพ	**ฏ**
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	**ฐ**
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานในการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การตรวจเอกสาร	
2.1 สภาพพื้นที่ปลูกข้าวในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	4
2.2 ระบบการปลูกข้าวในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	5
2.2.1 ระบบการปลูกข้าวนาปีโดยอาศัยน้ำฝน (Rainfed Lowland Paddy)	5
2.2.2 ระบบการปลูกข้าวนาโดยอาศัยน้ำชลประทาน (Irrigated Lowland Paddy)	6
2.2.3 ระบบการปลูกข้าวไร่ (Upland Rice)	6
2.3 สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม	6
2.4 ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพนงาม 5	6

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว	6
2.5.1 น้ำฝน	7
2.5.2 อุณหภูมิ	7
2.5.3 แสง	7
2.6 สมบัติทางกายภาพของดินสำหรับการปลูกข้าว	7
2.6.1 ดินที่มีความเหมาะสมมาก	8
2.6.2 ดินที่มีความเหมาะสมปานกลาง	8
2.6.3 ดินที่มีความเหมาะสมน้อย	8
2.6.4 ดินที่ไม่มีความเหมาะสม	8
2.7 สมบัติทางด้านเคมีของดินสำหรับการปลูกข้าว	8
2.7.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินสำหรับการปลูกข้าว	8
2.7.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC)	9
2.7.3 อินทรียวัตถุ (OM)	9
2.8 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับข้าว	10
2.8.1 ไนโตรเจน	10
2.8.2 ฟอสฟอรัส	11
2.8.3 โพแทสเซียม	12
2.9 ปุ๋ยเคมี	13
2.9.1 ปุ๋ยไนโตรเจน	13
2.9.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส	13
2.9.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม	13
2.10 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี	13
2.10.1 ชนิดปุ๋ย	13
2.10.2 อัตราการใช้ปุ๋ย	13
2.10.3 ช่วงเวลาใส่ปุ๋ย	14
2.10.4 ตำแหน่งใส่ปุ๋ย	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 การจัดการปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว	14
2.12 การจัดการปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5	15
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 สถานที่ดำเนินการวิจัย	17
3.2 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	17
3.3 วัสดุอุปกรณ์	17
3.4 การวางแผนการทดลอง	18
3.5 การตกกล้า	20
3.6 การเตรียมดินแปลงปักดำ	21
3.7 การปักดำ	21
3.8 การใส่ปุ๋ย	21
3.9 การดูแลรักษา	22
3.10 การเก็บเกี่ยว	22
3.11 การบันทึกข้อมูล	22
3.11.1 ข้อมูลคุณภาพน้ำ	22
3.11.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	22
3.11.3 ข้อมูลดิน	22
3.11.3.1 สมบัติทางกายภาพของดิน	23
3.11.3.2 สมบัติทางเคมีของดิน	23
3.11.4 ข้อมูลข้าวโพนงาม 5	23
3.11.4.1 ลักษณะการเจริญเติบโต	23
3.11.4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต	24
3.11.5 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในส่วนของต้นข้าว (shoot) และราก (root)	25
3.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการทดลอง

4.1 สภาพภูมิอากาศที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554 26

4.1.1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2554 26

4.1.2 อุณหภูมิอากาศรายเดือนประจำปี 2554 26

4.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง 27

4.2.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีดินก่อนปลูกข้าวโพนงาม 5 27

4.2.2 สมบัติทางเคมีดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5 28

4.3 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองข้าวโพนงาม 5 30

4.4 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 31

4.4.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 30 วัน หลังปักดำ 31

4.4.2 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วัน หลังปักดำ (แตกกอสูงสุด) 32

4.4.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ) 32

4.5 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 34

4.6 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด) 35

4.6.1 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ(ระยะแตกกอสูงสุด) 35

4.6.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด) 36

4.7 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ) 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7.1 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ) 39

4.7.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ) 39

4.7.3 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตเมล็ด 40

5 อภิปรายผลการทดลอง

5.1 สภาพภูมิอากาศที่ปลูกข้าวโพนงาม 5 43

5.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลองที่ปลูกข้าวโพนงาม 5 43

5.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 44

5.4 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพนงาม 5 45

5.5 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 47

6 สรุป

6.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 49

6.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพนงาม 5 49

6.3 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5 49

6.3.1 การดูดใช้ (uptake) ปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5 49

6.3.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5 50

เอกสารอ้างอิง **51**

ภาคผนวก **57**

ก. การคำนวณเนื้อดิน ธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 58

ข. ภาพงานทดลอง 63

ประวัติผู้วิจัย **66**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางกายภาพดินแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	29
2	สมบัติทางเคมีดินของแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	29
3	สมบัติทางเคมีดินของแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	30
4	สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองในระยะข้าวโพนงาม 5 เจริญเติบโต 30 และ 60 วันหลังปักดำ	31
5	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ	33
6	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (แตกกอสูงสุด)	33
7	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)	34
8	ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5	35
9	การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในใบ ต้น และรากข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)	38
10	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในใบ ต้น และรากข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ(ระยะแตกกอสูงสุด)	38
11	การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในใบ และต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)	41
12	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในใบ และต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)	42
13	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในแกลบและข้าวสาร	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006)	5
2	แผนผังการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD)	19
3	แผนผังการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในแปลงย่อย (ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร)	20
4	การกระจายปริมาณน้ำฝนรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 5 ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลองสถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554	26
5	อุณหภูมิอากาศรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 5 ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลองสถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554	27
6	ข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอ	64
7	ข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว	64
8	ผลผลิตข้าวเปลือกข้าวโพนงาม 5	65
9	ผลผลิตข้าวกล้องข้าวโพนงาม 5	65

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์และอักษรย่อ	คำอธิบาย
กก.	กิโลกรัม
มก.	มิลลิกรัม
มม.	มิลลิเมตร
มล.	มิลลิลิตร
ANOVA	Analysis of Variance
Avail.P	Available phosphorus
CEC	Cation Exchange Capacity
Cm	Centimeter
CV	Coefficient of Variation
dS/m	decisiemen/meter
EC	Electrical conductivity
Exch.K	Exchangeable potassium
m	meter
$mgKg^{-1}$	milligram/kilogram
ml	millilitre
ns	non-significant
ppm	parts per million
RGR	Relative Growth Rate
Total K	Total potassium
Total N	Total nitrogen
Total P	Total phosphorus
%	เปอร์เซ็นต์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว การปลูกข้าวเป็นวิถีชีวิตที่สืบทอดกันมาของเกษตรกรลาว แต่ที่ผ่านมาการปลูกข้าวของเกษตรกรลาวยังได้ผลผลิตต่ำ กล่าวคือ ได้ผลผลิตรวมประมาณ 1.5 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี หรือคิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยเพียง 320 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ ซึ่งมีความต้องการประมาณ 2 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี (National Rice Research Program and Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 1995) ดังนั้น รัฐบาลลาวจึงได้ริเริ่มและสนับสนุนนโยบายการผลิตข้าวแห่งชาติขึ้น เพื่อผลิตข้าวให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ นโยบายดังกล่าวนั้นประสบผลสำเร็จในปี พ.ศ. 2542 โดยสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวได้ประมาณ 2 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี (Lao-IRRI Rice Research and Training Project , 2000) หลังจากประสบผลสำเร็จจากนโยบายการผลิตข้าวแห่งชาติแล้ว รัฐบาลลาวได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องเพื่อผลิตข้าวให้กลายเป็นสินค้าที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ในการนี้หน่วยงานที่รับผิดชอบทางด้านการเกษตรได้พยายามปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง และเหมาะสมในแต่ละพื้นที่การผลิต โดยการแจกจ่ายพันธุ์ข้าวให้แก่เกษตรกรนำไปปลูก พร้อมทั้งมีการฝึกอบรมเทคนิคการปลูกข้าว ส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรเข้ามาทดแทนแรงงานสัตว์ มีการศึกษาทดลองใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่พบคือ เกษตรกรส่วนใหญ่ก็ยังนิยมปลูกข้าวตามวิธีการดั้งเดิมที่เคยปฏิบัติสืบต่อกันมา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุที่เป็นเงื่อนไขหรือข้อจำกัดสำหรับเกษตรกรโดยเฉพาะต้นทุนการผลิต เช่น พื้นที่การผลิต เมล็ดพันธุ์ข้าว แรงงาน และปุ๋ยเคมี เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบทำให้ผลผลิตข้าวที่ได้ในแต่ละปีไม่เพียงพอที่จะสามารถแข่งขันกับประเทศต่างๆ ที่ผลิตข้าวเพื่อการส่งออกได้ โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีนั้นส่วนใหญ่มีการนำเข้ามาจำหน่ายตามท้องตลาดและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีเพียงสามสูตรคือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 16-20-0 และ 46-0-0 โดยทั่วไปในการปลูกข้าวเกษตรกรลาวนิยมใช้ปุ๋ยแต่ละสูตรที่ได้กล่าวมานั้นในอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ (บรูด ลินคิส และเพง เช้งชื้อ, 2548)

ปัจจุบันรัฐบาลลาวได้ส่งเสริมการทำนาอย่างต่อเนื่อง และมีการใช้พันธุ์ข้าวปรับปรุงเพิ่มขึ้น เช่น ข้าวโพนงาม 5 เป็นหนึ่งในพันธุ์ข้าวปรับปรุงที่ได้รับการสนับสนุนจากทางราชการส่ง

เสริมให้ปลูกในเขตภาคกลางและภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเฉพาะในแขวงจำปาสัก อย่างไรก็ตาม การผลิตตามวิธีของเกษตรกรลาวเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทางราชการแนะนำยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนถึงผลของการเจริญเติบโตและผลผลิตที่เหมาะสมกับการลงทุนของเกษตรกร ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการตัดสินใจที่เหมาะสมของเกษตรกรลาว จึงควรมีการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมถึงผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และลักษณะการดูดธาตุอาหารรวมทั้งการสะสมธาตุอาหารของข้าวโพนงาม 5 ในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะการดูดใช้ธาตุอาหารและการสะสมปริมาณธาตุอาหารของข้าวโพนงาม 5 ภายหลังการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1.3.1 การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม

1.3.2 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นเมื่อได้รับอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.4.2 ศึกษาลักษณะการดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ที่ปลูกในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.5.2 ทราบถึงลักษณะการดูดธาตุอาหาร และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในระยะการเจริญเติบโตและระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพนงาม 5 เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประยุกต์ใช้ในการจัดการปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.5.3 สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกข้าว โดยนำไปประยุกต์ใช้กับวิถีการผลิตของเกษตรกรลาวต่อไป

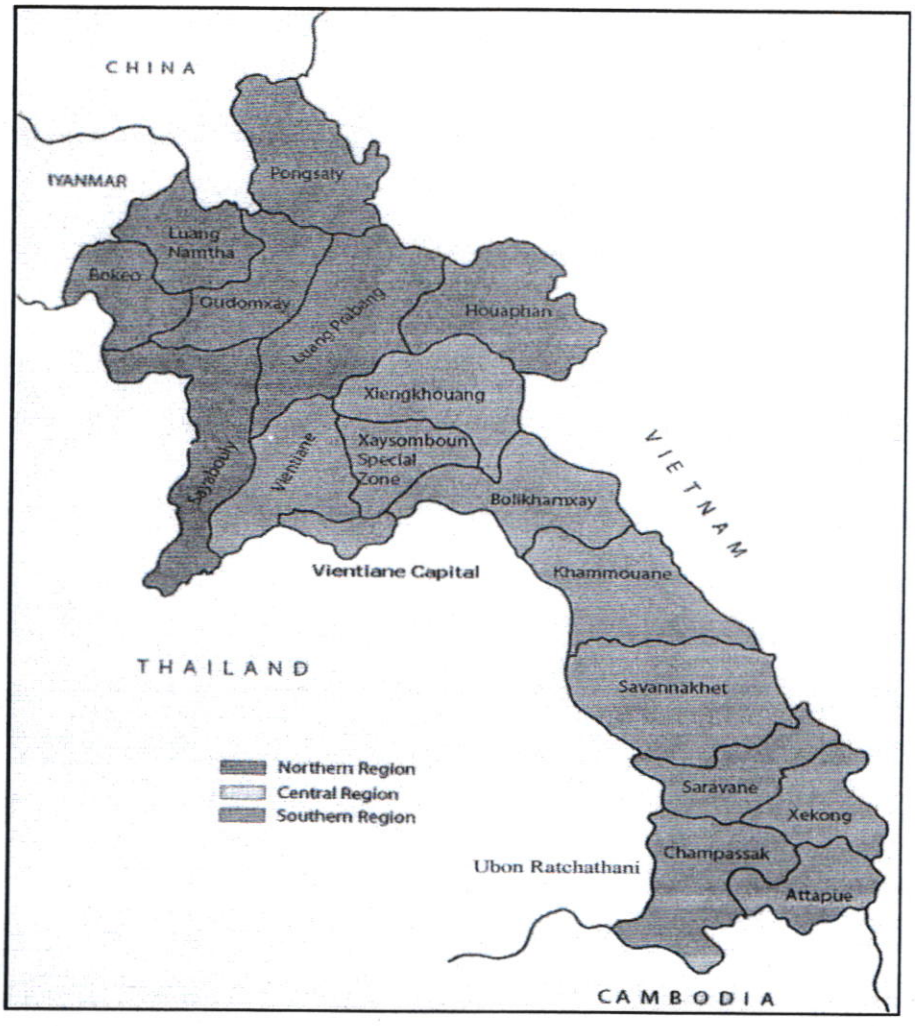
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สภาพพื้นที่ปลูกข้าวในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

สภาพพื้นที่ทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีทั้งพื้นที่ราบลุ่มและราบสูง ตั้งอยู่ละหว่างละติจูดที่ 14-16 องศาเหนือ ลองติจูดที่ 105-108 องศาตะวันออก มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 100-1,000 เมตร ประกอบด้วยสี่จังหวัด (ภาพที่ 1) คือ จังหวัดจำปาสัก (Champasak) สาละลวัน (Saravane) เซกอง (Xekong) และอัตตะปือ (Attapue) พื้นที่ราบลุ่มเป็นเขตที่ราบตามริมฝั่งแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง การปลูกข้าวส่วนใหญ่ปลูกตามพื้นที่ราบลุ่มดังกล่าว ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 1,229,500 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 24.3 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006) แบ่งออกเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาลุ่ม 23.2 เปอร์เซ็นต์ และนาดอน 1.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ราบสูงมีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 1,000 เมตร คือ ที่ราบสูงบริเวณในจังหวัดจำปาสัก

ลักษณะสำคัญของดินจัดอยู่ในอันดับอาครีโซลส์ (acrisols) ส่วนใหญ่เป็นเนื้อดินทรายและดินร่วนทราย มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉลี่ยมีธาตุไนโตรเจน (N) ประมาณ 0.8 $mgKg^{-1}$ ฟอสฟอรัส (P) 3.4 $mgKg^{-1}$ โพแทสเซียม (K) 0.12 $cmolKg^{-1}$ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.3 และมีอินทรียวัตถุ (OM) น้อยกว่า 2 % (Haefele et al., 2006)



ภาพที่ 1 แผนที่ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006)

2.2 ระบบการปลูกข้าวในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

การปลูกข้าวของเกษตรกรในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวในปัจจุบันแบ่งออกเป็นสามระบบคือ ระบบการปลูกข้าวนาปีโดยอาศัยน้ำฝน ระบบการปลูกข้าวนาโดยอาศัยน้ำชลประทานหรือนาปรัง และระบบการปลูกข้าวไร่ (Linquist et al., 2006)

2.2.1 ระบบการปลูกข้าวนาปีโดยอาศัยน้ำฝน (Rainfed Lowland Paddy)

เป็นการปลูกข้าวในฤดูฝนตามพื้นที่ราบลุ่มโดยอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 1,134,031 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 92 ของพื้นที่ปลูกข้าวทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006)

2.2.2 ระบบการปลูกข้าวนาโดยอาศัยน้ำชลประทาน (Irrigated Lowland Paddy)

เป็นการปลูกข้าวในฤดูแล้งโดยอาศัยระบบน้ำชลประทาน ระบบการปลูกข้าวดังกล่าวมีพื้นที่ปลูกประมาณ 41,875 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006)

2.2.3 ระบบการปลูกข้าวไร่ (Upland Rice)

เป็นการปลูกข้าวในพื้นที่สูงที่มีความชันโดยการถางและเผาพื้นที่ก่อนปลูกข้าวและอาศัยน้ำฝน ระบบดังกล่าวมีพื้นที่ปลูกประมาณ 53,594 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao-IRRI Rice Research and Training Project, 2006)

2.3 สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม

สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม ตั้งอยู่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 15°07'43" เหนือ และลองติจูดที่ 105°47'04" ตะวันออก และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 101.50 เมตร (Meteorology and Hydrology Provincial Service of Champasack, 2011)

2.4 ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพนงาม 5

ข้าวโพนงาม 5 เป็นข้าวเหนียวพันธุ์ปรับปรุงที่สามารถปลูกได้ทั้งฤดูนาปีและนาปรัง ซึ่งศูนย์วิจัยข้าวแห่งชาติลาวได้นำมาปลูกคัดเลือกที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวในปี พ.ศ. 2539 ซึ่งมีคู่ผสม คือ IR63943-25-B-1/IR57530-UBN-9-1-1 มีชื่อสายพันธุ์ IR68102-TDK-B-B-33-1 มีอายุเก็บเกี่ยว 125-130 วัน มีความสูง 100-110 เซนติเมตร สามารถแตกกอได้ 12-15 ต้นต่อกอ ให้จำนวนรวงอยู่ระหว่าง 9-12 รวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 29 กรัม และให้ผลผลิต 560-720 กิโลกรัมต่อไร่ (โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ, 2548)

2.5 สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว

ลมฟ้าอากาศมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าว แต่เป็นปัจจัยธรรมชาติที่ควบคุมได้ยาก ลมฟ้าอากาศที่สำคัญในการปลูกข้าวประกอบด้วยปัจจัยดังนี้

2.5.1 น้ำฝน

น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวนาปี เพราะถ้าปริมาณน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการของข้าวจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว ความต้องการน้ำฝนของข้าวตลอดฤดูการเพาะปลูกต้องไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) และปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 1,920 มิลลิเมตรต่อปี (บรูด ลินคิส และเพง เช้งชื้อ, 2548) ปริมาณน้ำฝนดังกล่าวนี้จึงเพียงพอกับความต้องการของข้าว ขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงการกระจายของฝนในแต่ละช่วงเวลาด้วย เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากเพียงพอและมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอย่อมเป็นผลดีต่อการผลิตข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกข้าวในที่ลุ่มที่มีน้ำขัง (บุญหงษ์ จงคิด, 2547) เพราะแต่ละช่วงเวลาข้าวต้องการน้ำแตกต่างกัน ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ข้าวต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอ เมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ ความต้องการน้ำของข้าวจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงระยะสุกแก่

2.5.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของต้นข้าว และมีผลต่อการพัฒนาด้านการสืบพันธุ์ของข้าว ซึ่งจะนำไปสู่การให้ผลผลิตที่ดีของข้าวอีกด้วย (บุญหงษ์ จงคิด, 2547) ถ้าอุณหภูมิค่อนข้างต่ำเฉลี่ยประมาณ 22 องศาเซลเซียส จะทำให้เวลาในการสุกแก่ของข้าวยืดออกไป ทำให้ข้าวมีเวลาสร้างน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้ข้าวสุกแก่เร็วขึ้นและได้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากข้าวใช้สารอาหารมากขึ้นในการหายใจ อุณหภูมิที่เหมาะสมซึ่งข้าวต้องการโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21-32 องศาเซลเซียส (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2547)

2.5.3 แสง

ความเข้มของแสงมีความสำคัญต่อข้าว เพราะเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณพลังงานแสงที่ข้าวได้รับในแต่ละวันสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างและสะสมสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของข้าว นอกจากนี้ช่วงแสงยังมีอิทธิพลต่อการออกดอกและการสร้างผลผลิตของข้าว (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

2.6 สมบัติทางกายภาพของดินสำหรับการปลูกข้าว

สมบัติทางกายภาพของดินมีความสำคัญต่อการปลูกข้าวไม่น้อยไปกว่าสมบัติทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ต่างๆ ของดิน สมบัติทางกายภาพของดินมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสามารถในการให้ผลผลิตของข้าวหรือผลิตภาพของดิน (soil productivity) สมบัติทางกายภาพขั้นพื้นฐานของดินมีความสำคัญอย่างยิ่งสองประการ ได้แก่เนื้อดิน (soil texture) และโครงสร้างของ

ดิน (soil structure) เช่น ความหนาแน่น ความพรุน ความร่วนเหนียวของดิน สภาพให้ซึมผ่านได้ของน้ำ และอากาศในดิน ซึ่งสมบัติต่างๆ เหล่านี้จะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสมบัติการถ่ายเทอากาศในดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ การระบายน้ำ และการแทรกซึมของน้ำในดิน (ปิยะ ดวงพัตรา, 2553) ความเหมาะสมในการปลูกข้าวของดินนาแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

2.6.1 ดินที่มีความเหมาะสมมาก

พบในบริเวณที่ราบเรียบและลุ่มต่ำ มีลักษณะเนื้อดินละเอียดคือ เป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนซิลท์ หรือดินเหนียว ดินประเภทนี้มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างดีมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5-7.5

2.6.2 ดินที่มีความเหมาะสมปานกลาง

มีลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนซิลท์หรือดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนดินชั้นล่างจะเหนียวขึ้นเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปนทรายมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.5-6.5

2.6.3 ดินที่มีความเหมาะสมน้อย

มีลักษณะเนื้อดินไม่แน่นอน บางแห่งเป็นดินร่วนทรายหรือดินร่วนในดินชั้นบน สำหรับชั้นล่างเป็นศิลาแลงหรือกรวดลูกรัง บางแห่งเป็นทรายจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.6.4 ดินที่ไม่มีความเหมาะสม

เป็นดินในที่ดอนพบในบริเวณพื้นที่สูงและเนินเขาหรือภูเขามีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มๆ ดอนๆ เป็นลูกคลื่นลอนชันไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้หล่อเลี้ยงต้นข้าวได้ มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่แน่นอน (โยธิน คนบุญ, 2548)

2.7 สมบัติทางด้านเคมีของดินสำหรับการปลูกข้าว

สมบัติทางเคมีของดินเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะเกี่ยวกับปริมาณหรือความเข้มข้นของธาตุอาหารรวมถึงรูปแบบและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเหล่านั้นต่อพืช สมบัติทางเคมีที่สำคัญได้แก่

2.7.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินสำหรับการปลูกข้าว

ความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้มากที่สุดในการตรวจวัดสมบัติทางเคมีของดินและเป็นสมบัติที่สำคัญที่สุดในการตรวจวัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเป็นกรด-ด่างของดินมีอิทธิพลต่อทั้งความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช และปฏิกิริยาระหว่างธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในดิน ดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินสูงหรือต่ำเกินไปสามารถส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดธาตุอาหาร ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ การที่พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดิน

ที่เป็นกรดส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความเป็นพิษของธาตุ Al หรือ Mn และปัญหาการขาดธาตุ P ค่าความเป็นกรด-ด่างประเมินได้ดังนี้ น้อยกว่า 5.5 เป็นกรดจัด 5.6-6.0 กรดปานกลาง และ 6.1-6.9 เป็นกรดอ่อน 7.0 มีค่าเป็นกลาง 7.1-7.7 ด่างอ่อน 7.8-8.3 ด่างปานกลาง และมากกว่า 8.4 มีค่าเป็นด่างจัด (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2553) ระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 6.0-7.0 เพราะเป็นระดับที่ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่สามารถละลายได้และเป็นประโยชน์ต่อพืช (อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2554) ดินที่เป็นกรดเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน การชะล้างในดินเป็นเวลานานๆ และการใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน เป็นต้น ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานในรูปยูเรียและแอมโมเนียมจะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน ไฮโดรเจนไอออน (H^+) จะถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการแปรเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี ซึ่งไฮโดรเจนไอออนที่เกิดขึ้นมีส่วนก่อให้เกิดดินกรดได้ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

2.7.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC)

ความเค็มของดินหรือค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity: EC) เป็นค่าที่ใช้ในการประเมินความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดิน ได้แก่ Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+, Cl^-, NO_3^-, HCO_3^- และ SO_4^{2-} ดินที่มีค่า EC สูงจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นที่สูงของเกลือที่ละลายได้ในดิน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไป (Rayment and Higginson, 1992) ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีหน่วยเป็นเดซีซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) และมีการประเมินดังนี้ น้อยกว่า 2 dS/m ไม่เค็ม ไม่มีผลกระทบต่อพืช 2-4 dS/m เค็มน้อย พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลง 4-8 dS/m มีความเค็มปานกลาง จำกัดการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด และสูงกว่า 8 dS/m เค็มจัด และมีเพียงแต่พืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548 ; Wolf, 1999)

2.7.3 อินทรียวัตถุ (OM)

อินทรียวัตถุ (Organic Matter: OM) เป็นองค์ประกอบของดินที่มีความสำคัญมากที่สุด (Song and He, 2005) และเป็นสมบัติทางเคมีที่มักนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน อินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่พบมากในดินชั้นบนและมีในปริมาณต่ำ ในชั้นดินบนระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ที่ทำการเกษตรโดยทั่วไปจะมีอินทรียวัตถุเพียง 0.5-5.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) อินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินช่วยทำให้โครงสร้างของดินมีความเสถียร เพิ่มความพรุนและลดความหนาแน่นรวมของดิน การสลายตัวของอินทรียวัตถุมีความสำคัญต่อการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจน ซัลเฟอร์ในดินทั่วไป รวมถึงการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสในดินบางประเภท และการที่

อินทรียวัตถุมีลักษณะเป็นตะกอนแขวนลอยจึงมีค่า CEC สูง ซึ่งมีความสามารถเก็บกักธาตุอาหารพืชได้ดีที่สุด (นวลศรี กาญจนกูล และคณะ, 2543) ค่าของอินทรียวัตถุในดินมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งมีการประเมินดังนี้ ค่าน้อยกว่า 0.5 ต่ำมาก 0.5-1.5 ต่ำ 1.5-2.5 ปานกลาง 2.5-4.5 สูง และมากกว่า 4.5 เปอร์เซ็นต์ สูงมาก (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2553) สำหรับการเพาะปลูกส่วนใหญ่ทำให้ระดับอินทรียวัตถุในดินลดลงไปจากระดับเดิม เนื่องจากการใส่สารอินทรีย์กลับลงไปในดินมีปริมาณน้อยกว่าการย่อยสลายของสารอินทรีย์ไปจากดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลง

2.8 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับข้าว

ธาตุอาหารของพืชชั้นสูงที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางมีอยู่ 16 ธาตุ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะได้กล่าวถึงธาตุอาหารหลัก 3 ธาตุคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและสะสมในเนื้อเยื่อพืชในความเข้มข้นสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) จึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ และปุ๋ยเคมีที่ใช้บำรุงดินในปัจจุบันประกอบด้วยธาตุอาหาร 3 ธาตุนี้เป็นหลัก (ยงยุทธ โอสถสภา, 2546)

2.8.1 ไนโตรเจน

ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารพืชที่เป็นปัจจัยจำกัดมากที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชที่ปลูกมีแนวโน้มของการขาดธาตุดังกล่าวมากกว่าธาตุอื่น ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชมีความต้องการในปริมาณสูงกว่าธาตุอาหารอื่นๆ เป็นอย่างมาก ไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าน้อยกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ในดินชั้นล่าง มากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ในดินอินทรีย์ (Havlin et al., 2005) รูปของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรต (NO_3^-) โดยในรูป NH_4^+ จะถูกดูดซับไว้ได้ดีที่ผิวดินี หรือในตัวกลางที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างมีค่าเป็นกลางหรือมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่รูปของ NO_3^- มีความพร้อมที่จะเป็นประโยชน์ในสภาวะที่ดินเป็นกรด ไนโตรเจน เป็นธาตุที่แตกต่างจากธาตุอาหารพืชอื่นๆ คือ เป็นธาตุที่ไม่ปรากฏอยู่ในหินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน (Bandyopadhyay, 2007) ทั้งนี้มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนในดินอยู่ในองค์ประกอบของอินทรียวัตถุ ซึ่งจะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวระหว่างการเพาะปลูก (Glendinning, 1999) ค่าของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) และมีการประเมินดังนี้ 0.025-0.125 % อยู่ในระดับขาดแคลน 0.125-0.15 % พอเพียง และสูงกว่า 0.15% มีในปริมาณสูง (มงคล ตั๊ะอุ่น, 2548)

การจัดการไนโตรเจนให้เพียงพอตั้งแต่ข้าวเริ่มแตกกอเป็นต้นไปจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว เนื่องจากไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยช่วยเพิ่มจำนวนรวงต่อตารางเมตรมาก

ที่สุด รองลงมาคือการให้จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ตามลำดับ (Fageria, 2007) สอดคล้องกับ ยงยุทธ โอสถสภา (2543) รายงานว่า เมื่อข้าวได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม ตั้งแต่ปักดำถึงแตกกอสูงสุดไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยข้าวจะนำไปสร้างราก ใบ ลำต้น เพิ่มพื้นที่ใบ จำนวนกอและขนาดของกอให้มากขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงขึ้นทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นมาก และความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นด้วย ในใบข้าวที่เจริญเติบโตเต็มที่ระยะแตกกอสูงสุด ถ้ามีปริมาณของไนโตรเจนระหว่าง 2.80-3.60 เปอร์เซ็นต์ถือว่าอยู่ในระดับที่พอเพียงกับความต้องการของข้าว แต่ถ้าต่ำกว่า 2.70 ถือว่าอยู่ในระดับต่ำ และสูงกว่า 3.60 เปอร์เซ็นต์ถือว่าอยู่ในระดับสูง (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547) โดยปกติเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตเต็มที่น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดประมาณครึ่งหนึ่งเป็นน้ำหนักรวง ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเท่าใดความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น (Fageria et al; 2003)

2.8.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารพืชที่เป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของพืชที่เป็นรองแต่ไนโตรเจน (หรือฟอสฟอรัส) เป็นธาตุที่มีปัญหาวิกฤตขาดแคลนทั้งในธรรมชาติและในระบบการเกษตรทั่วโลก ซึ่งมีสาเหตุ 3 ประการคือ 1) ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีปริมาณต่ำ 2) สารประกอบของฟอสฟอรัสที่พบในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเนื่องจากเป็นรูปที่ไม่ละลาย และ 3) การให้ธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายได้ลงไปในดินจะมีปัญหาการถูกตรึงเกิดขึ้นตามมาอย่างรวดเร็วทำให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารประกอบที่ไม่ละลายในที่สุด (Brady and Weil, 2008) ฟอสฟอรัสในดินมีอยู่ทั้งในรูป inorganic-P และ organic-P ฟอสฟอรัสในดินมีความเป็นประโยชน์ต่ำ เนื่องจากเป็นธาตุที่มีแนวโน้มที่จะเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายกับธาตุอื่นๆได้ทุกช่วงความเป็นกรด-ด่างของดิน ถ้าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 ฟอสฟอรัสจะตกตะกอนกับเหล็ก อะลูมีเนียม หรือแมงกานีส เกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายในน้ำ และเมื่อความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7.0 จะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม หรือ แมกนีเซียม และถูกตรึงให้อยู่ในรูปสารประกอบที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีก (Emmons, 2008) รูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้แก่ $H_2PO_4^-$ ซึ่งพบมากในดินที่เป็นกรด และ $H_2PO_4^{2-}$ ซึ่งพบมากในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 7.2 ทั้งนี้ในดินส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ได้สูงสุดในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0-7.0 (Sims, 2000)

ค่าของการประเมินผลวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีหน่วยเป็น ppm และมีการประเมินดังนี้ 10-15 ppm อยู่ในระดับขาดแคลน 20-30 ppm อยู่ในระดับพอเพียง และสูงกว่า 45 ppm มีในปริมาณสูง (มงคล ต๊ะอุ่น, 2548) ฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชช่วยในการสร้างดอก การผสมเกสร การติดเมล็ด และการงอกของราก (โยธิน คนบุญ, 2548)

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในพืช ความเข้มข้นของธาตุนี้ในใบส่วนบนของต้นข้าวจึงสูงกว่าใบล่าง ปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวสะสมไว้ในส่วนเหนือดินจะสูงขึ้นตามอายุ และเมื่อโตเต็มที่อาจสะสมได้ 4-8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยร้อยละ 60-70 ของทั้งหมดอยู่ในรวง (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551) ในใบข้าวที่พัฒนาเต็มที่ระยะแตกกอสูงสุดมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.10-0.18 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ามีในระดับเพียงพอกับความต้องการของข้าว แต่ถ้าต่ำกว่า 0.09 เปอร์เซ็นต์ มีในระดับที่ต่ำ และถ้าสูงกว่า 0.18 เปอร์เซ็นต์ มีในระดับสูง (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547)

2.8.3 โพแทสเซียม

โพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารพืชที่มีความสำคัญลำดับที่สามรองจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีมากอยู่ในดิน โดยเป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (Epstein and Bloom, 2005) ทั้งนี้ในดินส่วนใหญ่จะมีโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เนื่องจากหินและแร่หลายชนิดที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินมีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (Streeter, 2007) อย่างไรก็ตามยังคงพบว่า โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน อันเนื่องมาจากสาเหตุที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช 2) สูญเสียเนื่องจากการชะล้าง และ 3) พืชมีการดูดไปใช้ในปริมาณที่สูง ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีเพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่มีในดิน (Keefer, 2000) ดินที่มักมีปัญหาการขาดโพแทสเซียมได้แก่ ดินทรายจัด เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่พร้อมจะถูกชะล้างโดยเฉพาะในสภาวะของดินเนื้อหยาบ

การวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในดินมีหน่วยเป็น ppm และมีการประเมินดังนี้ น้อยกว่า 30 ppm มีอยู่ในปริมาณต่ำมาก 30-60 ppm มีอยู่ในปริมาณต่ำ 60-90 ppm มีอยู่ในระดับปานกลาง 90-120 ppm มีในปริมาณที่สูง และสูงกว่า 120 ppm มีในปริมาณสูงมาก (อภิรดี อิ่มเอิบ, 2542) ในใบข้าวที่พัฒนาเต็มที่ระยะแตกกอสูงสุดมีปริมาณโพแทสเซียม 1.20-2.40 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ามีในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของข้าว แต่ถ้าต่ำกว่า 1.10 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ามีในระดับที่ต่ำ และถ้าสูงกว่า 2.40 เปอร์เซ็นต์มีในระดับสูง (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547) โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ และมีความจำเป็นต่อการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในต้นพืชทำให้ต้นพืชแข็งแรง เมล็ดมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักดี (โยธิน คนบุญ, 2548) โพแทสเซียมส่วนมากที่ข้าวสะสมไว้เพื่อการเจริญเติบโตนั้น รากข้าวได้ดูดมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นจนถึงระยะเจริญพันธุ์ โพแทสเซียมประมาณร้อยละ 75 ข้าวดูดได้มาก่อนตั้งท้องแล้วสะสมไว้ในใบและต้น ดังนั้น เมื่อข้าวสุกแก่ประมาณร้อยละ 80-90 ของโพแทสเซียมทั้งหมดยังคงอยู่ในใบและลำต้นของข้าว (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551)

2.9 ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่มีแหล่งมาจากสารประกอบอนินทรีย์ต่างๆ หรือเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการทางเคมีที่ให้ธาตุอาหารพืชในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) ปุ๋ยเคมีที่จำแนกตามชนิดธาตุปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.9.1 ปุ๋ยไนโตรเจน

ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ และปุ๋ยยูเรีย เป็นต้น

2.9.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ปุ๋ยฟอสฟอรัส หรือปุ๋ยฟอสเฟต คือปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟส แคลเซียมเมตาฟอสเฟส เป็นต้น

2.9.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม

ได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และโพแทสเซียมไนเตรต เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2.10 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าว ปุ๋ยจัดว่ามีความสำคัญมาก และหากใช้อย่างถูกต้องในขณะที่ปัจจัยอื่นมีสภาพเหมาะสมก็จะให้ผลผลิตสูง ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างเต็มที่นั้นผู้ใช้จึงควรพิจารณาหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

2.10.1 ชนิดปุ๋ย

การเลือกชนิดปุ๋ยให้เหมาะสมกับการปลูกพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่ง อารีรัตน์ น้องสินธุ์ (2542) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีการสะสมและการถ่ายเทไนโตรเจนในต้นข้าว พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตของข้าว คือ ชนิดของปุ๋ย การใช้ชนิดปุ๋ยที่ถูกต้องควรพิจารณาจากสูตร อัตราส่วน และรูปของธาตุอาหารพืชที่มีในปุ๋ย ซึ่งปุ๋ยเคมีจะมีลักษณะและสมบัติทั้งสามประการนี้แตกต่างกันออกไป เมื่อดินขาดธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุนั้นลงไปในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2.10.2 อัตราการใช้ปุ๋ย

นอกจากชนิดปุ๋ยแล้ว การใช้ปุ๋ยจะต้องพิจารณาถึงปริมาณการใช้ต่อพื้นที่อย่างเหมาะสมกับข้าว ซึ่งคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้แนะนำว่า ปริมาณที่เหมาะสมนั้น อาจพิจารณาได้สองแนวทาง คือ

2.10.2.1 ความพอเหมาะในแง่ของปริมาณที่ข้าวควรได้รับ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ไม่ควรใช้น้อยกว่าหรือมากเกินกว่าความต้องการของข้าว ซึ่งอาจทำให้ข้าวขาดธาตุอาหาร หรืออาจเกิดเป็นพิษ ส่งผลให้ข้าวเจริญเติบโตไม่ดี และผลผลิตไม่เพิ่มขึ้นตามความต้องการ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์

2.10.2.2 ความพอเหมาะในแง่ของหลักเศรษฐกิจในการปลูกข้าวเพื่อการค้า ซึ่งปริมาณของปุ๋ยที่ใช้จะต้องพิจารณาในด้านของราคาปุ๋ย และราคาของผลผลิตที่จะขายได้เสียก่อน ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยจะต้องมีเป้าหมายอยู่ที่กำไรสูงสุด มิใช่ผลผลิตสูงสุด การใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมที่จะให้ได้กำไรสูงสุดนั้น หมายถึง การใช้ปุ๋ยในปริมาณที่จะทำให้ผลผลิตสูงขึ้นในระดับหนึ่งที่ไม่จำเป็นต้องเป็นผลผลิตในระดับสูงสุดเสมอ

2.10.3 ช่วงเวลาใส่ปุ๋ย

โดยปกติข้าวมีความต้องการธาตุอาหารในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ฉะนั้นการให้ปุ๋ยตรงกับช่วงเวลาที่ข้าวมีความต้องการธาตุอาหารจึงมีความสำคัญต่อข้าว ช่วงแรกที่ข้าวงอกกล้า ข้าวมีความต้องการธาตุอาหารน้อยและช้า เนื่องจากช่วงนี้รากยังมีน้อย ลำต้นและใบของข้าวยังเล็กอยู่ แต่พอเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทางลำต้นและใบ ข้าวต้องการธาตุอาหารมากที่สุด และดูดธาตุอาหารจากดินในอัตราสูงที่สุด เพราะเป็นระยะที่ข้าวกำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และแตกกอสูงสุด ซึ่งต้องการสะสมอาหารให้เพียงพอสำหรับการสร้างรวงและติดเมล็ดในระยะต่อมา (อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2554)

2.10.4 ตำแหน่งใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยในตำแหน่งที่พืชสามารถดูดปุ๋ยไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากทันทีที่ใส่ปุ๋ยลงไปในดิน ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากปุ๋ยจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความแตกต่างกัน ถ้ารากของข้าวดูดเอาไว้ไม่ทันก็สูญเสียไปหมด และไม่เกิดประโยชน์แต่อย่างใด (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

2.11 การจัดการปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

การจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม มีผลอย่างมากต่อการให้ผลผลิตข้าว เนื่องจากการให้ผลผลิตข้าวจะต้องได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ ทั้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต จึงจะทำให้ข้าวให้ผลผลิตอย่างเหมาะสม Sengxua and Linquist (2000) ศึกษาการขาดธาตุอาหารของพืชในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพียง 304 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยครบทั้งสามธาตุ คือ N, P และ K ทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นถึง 496 กิโลกรัมต่อไร่คิดเป็นร้อยละ 63

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Sombounkhanh et al. (2006) ศึกษาการตอบสนองของข้าวที่ปลูกกันโดยทั่วไปในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 3 พันธุ์ (TDK 4, Marhing และ Eloup) ต่อปุ๋ยไนโตรเจน และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว พบว่า ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจนถึงระดับ 9.6 กิโลกรัมต่อไร่ แต่หากเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้สูงขึ้นจะไม่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

บรูด ลินคิส และ เพง เช้งชื้อ (2548) ศึกษาการจัดการกับธาตุอาหารสำหรับข้าวนาปีพื้นที่ราบลุ่มในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวทั้งหมด 37 จุด พบว่า ผลผลิตข้าวที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยได้เพียง 320 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น แต่หากมีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน 9.6 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 2.08 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 2.72 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 560 กิโลกรัมต่อไร่

ขก 10 ม.ค.
ข้อมูลท้องถิ่น

2.12 การจัดการปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5

การจัดการปุ๋ยเคมีให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของข้าว นับเป็นการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อรักษาหรือเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยอาศัยแหล่งธาตุอาหารทุกแหล่งในเชิงบูรณาการอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะแนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อทำให้การใช้ที่ดินเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน (อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2554) เนื่องจาก ข้าวจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต

Sipaseuth et al. (2004) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 3 โพนงาม 4 โพนงาม 5 และโพนงาม 6 ในฤดูแล้งที่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 4 อัตรา (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 16, 32 และ 48 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราที่หนึ่งถึงที่สี่ทำให้ข้าวโพนงาม 5 แตกกอได้ 8, 13, 12 และ 14 ต้นต่อกอ ตามลำดับ และสร้างจำนวนรวงเพิ่มขึ้นจาก 6 รวงเป็น 8, 9 และ 9 รวงต่อกอ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตพบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยจากอัตราที่หนึ่งถึงที่สามทำให้ผลผลิตข้าวโพนงาม 5 เพิ่มขึ้นจาก 340 เป็น 445 และ 530 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยขึ้นไปอีก พบว่า ผลผลิตข้าวลดลงเป็น 510 กิโลกรัมต่อไร่

Phengsouvanna and Douangboupha (2004) ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเหนียว 9 พันธุ์ในฤดูแล้งที่สถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมสูตร 46-0-0 อัตรา 21 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สูง 90 เซนติเมตร สามารถแตกกอได้ 13 ต้นต่อกอ ให้จำนวนรวง 9 รวงต่อกอ และให้ผลผลิต 538 กิโลกรัมต่อไร่

Douangboupha et al. (2004) ศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตข้าวเหนียว 12 สายพันธุ์ ในฤดูฝน ที่เมืองชนะสมบูน แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สูง 100 เซนติเมตร สามารถแตกกอได้ 9 ต้นต่อกอ จำนวนรวง 8 รวงต่อกอ และให้ผลผลิต 528 กิโลกรัมต่อไร่

Dounphady et al. (2004) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวโพนงาม 1 โพนงาม 3 โพนงาม 5 และโพนงาม 6 ในฤดูฝนที่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 4 อัตรา (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 16, 32 และ 48 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า เมื่อเพิ่มปุ๋ยจากอัตราที่หนึ่งถึงที่สี่ทำให้ข้าวโพนงาม 5 แตกกอเพิ่มขึ้นจาก 8 เป็น 12, 12 และ 10 ต้นต่อกอ ส่วนจำนวนรวงต่อกอเมื่อเพิ่มปุ๋ยจากอัตราที่หนึ่งถึงอัตราที่สามทำให้จำนวนรวงเพิ่มขึ้นจาก 6 เป็น 7 และ 8 รวง ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้นทำให้จำนวนรวงต่อกอลดลงเป็น 7 รวงต่อกอ สำหรับผลผลิตพบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมีสูตร15-15-15 และสูตร 46-0-0 ให้สูงขึ้นจากอัตราที่หนึ่งถึงที่สามทำให้ข้าวโพนงาม 5 ให้ผลผลิตสูงขึ้นจาก 352 เป็น 450 และ 536 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเป็น 510 กิโลกรัมต่อไร่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพนงาม 5 ในสภาพดินนาทางภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีรายละเอียดของขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 สถานที่ดำเนินการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการศึกษาในแปลงทดลองที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และห้องปฏิบัติการปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย

3.2 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็นสองระยะคือ

3.2.1 การศึกษาทดลองในแปลงปลูกระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2554

3.2.2 วิเคราะห์ตัวอย่างดินและข้าวโพนงาม 5 อยู่ในห้องปฏิบัติการปฐพีศาสตร์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

3.3 วัสดุอุปกรณ์

3.3.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม 5

3.3.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0

3.3.3 ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก และถุงเขียวไนล่อนบรรจุตัวอย่างข้าว

3.3.4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน-ข้าวในภาคสนาม และเครื่องมือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน-ข้าวในห้องปฏิบัติการทั่วไป

3.4 การวางแผนการทดลอง

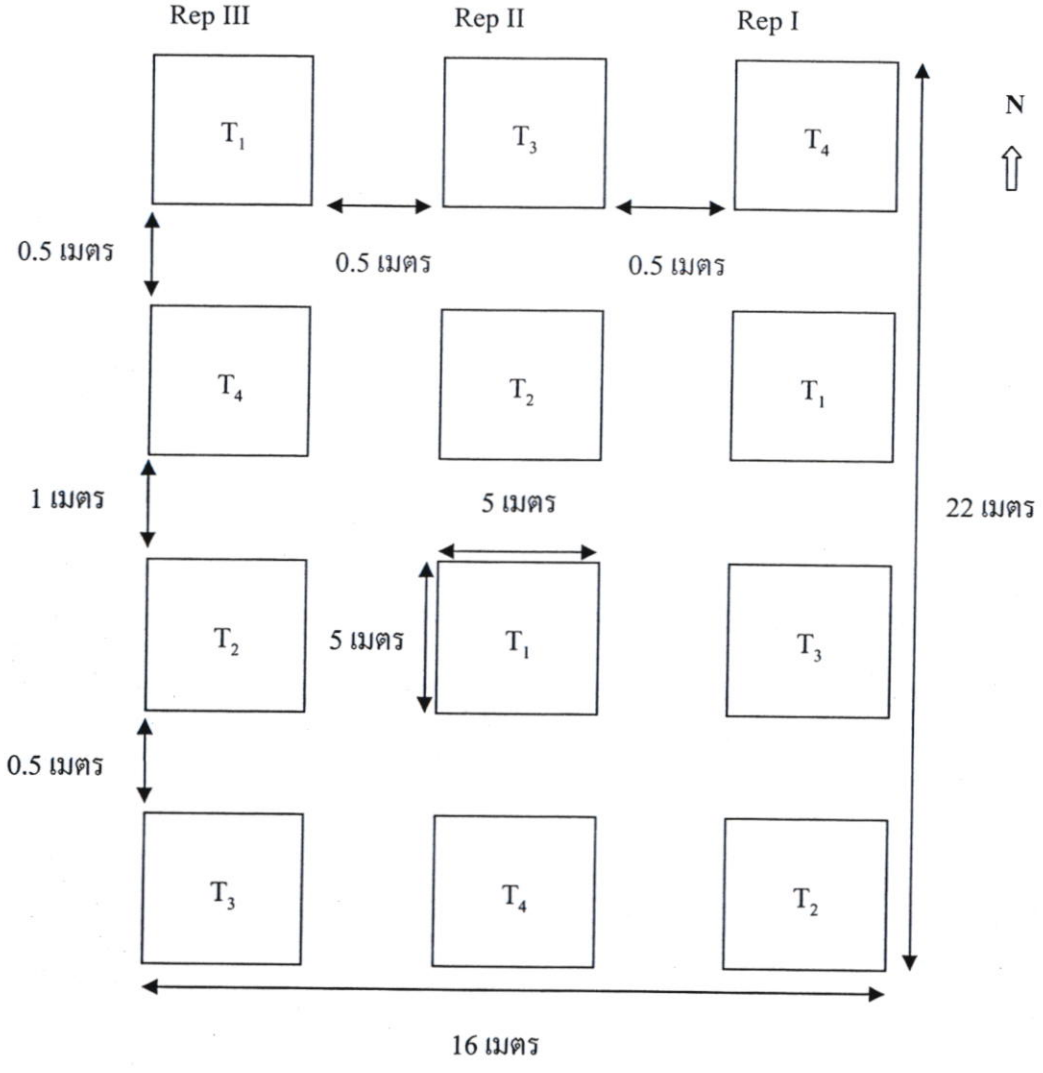
วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) พื้นที่ 352 ตารางเมตร (ขนาดแปลงย่อย 5 x 5 เมตร ทั้งหมดจำนวน 12 แปลงย่อย) ประกอบด้วย 3 ซ้ำ และ 1 ปัจจัยที่ศึกษา คือ อัตราปุ๋ยเคมี 4 ระดับ ประกอบด้วยตำรับทดลอง (ภาพที่ 2 และ 3) ดังต่อไปนี้

ตำรับทดลองที่ 1 (T_1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

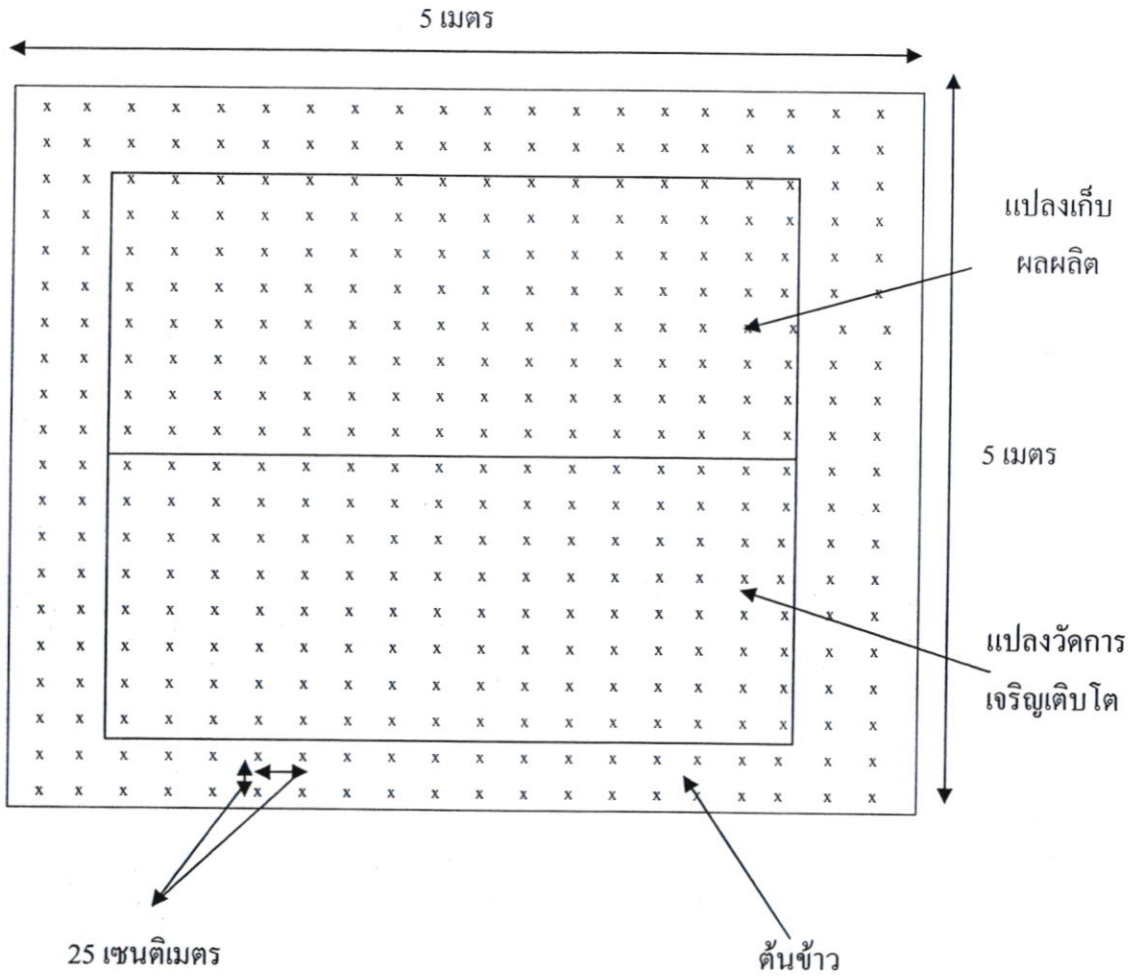
ตำรับทดลองที่ 2 (T_2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ)

ตำรับทดลองที่ 3 (T_3) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับทดลองที่ 4 (T_4) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีทางราชการแนะนำ)



ภาพที่ 2 แผนผังการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD)



ภาพที่ 3 แผนผังการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในแปลงย่อย (ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร)

หมายเหตุ แปลงวัดการเจริญเติบโตและวัดผลผลิต ต้องห่างจากแถวนอก (guard rows) 2 แถวเท่ากัน ทั้ง 4 ด้าน

3.5 การตกกล้า

การเตรียมต้นกล้าใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม 5 ที่บริสุทธิ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำเมล็ดพันธุ์ข้าวใส่กระสอบป่านไปแช่น้ำนานประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นมาบ่มไว้ในพื้นที่น้ำไม่ขังนานประมาณ 48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวจะงอกและพร้อมที่จะนำไปหว่านได้ สำหรับการเตรียมดินแปลงกล้าปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมดินแปลงปักดำ แต่เพิ่มการกำจัดวัชพืชและปรับหน้าดินให้สม่ำเสมอ แล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปหว่านในแปลงกล้าที่เตรียมไว้ในอัตรา 100 กรัมต่อตารางเมตร

3.6 การเตรียมดินแปลงปักดำ

เตรียมดินปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยการแบ่งเป็นแปลงย่อย ขนาด 5 x 5 เมตร จำนวนทั้งหมด 12 แปลง การเตรียมดินแบ่งเป็นสองขั้นตอนคือ

(1) ขั้นตอนแรก คือ การไถดะเป็นการไถพลิกหน้าดินครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืชในแปลง แล้วขังน้ำไว้ระยะหนึ่ง จากนั้นจึงไถแปรเป็นครั้งที่สองโดยไถขวางแนวไถดะเพื่อย่อยดินและคลุกฟางข้าวและวัชพืชลงไปในดิน

(2) ขั้นตอนที่สอง คือ การคราดดินให้แตกตัวละเอียดและปรับหน้าดินให้สม่ำเสมอ ในการไถและคราดใช้แรงงานสัตว์คือ ควาย

3.7 การปักดำ

เมื่ออายุต้นกล้าได้ 30 วันแล้วสามารถนำไปปักดำในแปลงทดลองที่ได้เตรียมไว้ โดยใช้เชือกตรึงเป็นแถวเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการกำจัดวัชพืช และยังทำให้ข้าวแต่ละกอมีโอกาสได้รับอาหารและแสงแดดสม่ำเสมอกัน โดยใช้ระยะปักดำ 25x25 เซนติเมตร ใช้ต้นกล้าที่มีลักษณะดี และแข็งแรง ปักดำจับละ 3 ต้นต่อกอ

3.8 การใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่สามครั้งคือ

(1) ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้นในระยะปักดำโดยใส่หมดเพียงครั้งเดียวในอัตราดังต่อไปนี้

ตำรับทดลองที่ 1 (T_1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

ตำรับทดลองที่ 2 (T_2) ใส่ปุ๋ย 125 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ)

ตำรับทดลองที่ 3 (T_3) ใส่ปุ๋ย 313 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร

ตำรับทดลองที่ 4 (T_4) ใส่ปุ๋ย 500 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีทางราชการแนะนำ)

(2) ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 หลังจากปักดำแล้ว 17 วันเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งใส่ในอัตราดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 (T_1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

ตำรับทดลองที่ 2 (T_2) ใส่ปุ๋ย 63 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ)

ตำรับทดลองที่ 3 (T_3) ใส่ปุ๋ย 74 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร

ตำรับทดลองที่ 4 (T_4) ใส่ปุ๋ย 86 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีทางราชการแนะนำ)

(3) ครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 หลังจากปักดำแล้ว 35 วันเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของข้าว โดยใส่ในอัตราดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 (T_1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม)

ตำรับทดลองที่ 2 (T_2) ใส่ปุ๋ย 63 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ)

ตำรับทดลองที่ 3 (T_3) ใส่ปุ๋ย 74 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร

ตำรับทดลองที่ 4 (T_4) ใส่ปุ๋ย 86 กรัม ต่อ 25 ตารางเมตร (วิธีทางราชการแนะนำ)

3.9 การดูแลรักษา

รักษาระดับน้ำในแปลงนาทดลองให้อยู่ที่ประมาณ 5-10 เซนติเมตรจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน จึงระบายน้ำออกให้หมด พร้อมตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเพื่อป้องกันและกำจัด โดยเฉพาะวัชพืช ซึ่งต้องมีการกำจัดอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่หลังปักดำจนถึงเก็บเกี่ยว

3.10 การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวข้าวหลังจากดอกข้าวบาน 30 วัน หรือเมื่อข้าวโพนงาม 5 อายุได้ 114 วันโดยใช้เคียวตัดเอาส่วนที่อยู่เหนือดิน แล้วนำมาตากแดด 2 วัน เพื่อให้ความชื้นของข้าวลดลงเหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ จึงเหมาะสมต่อการเก็บรักษา และทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีดี

3.11 การบันทึกข้อมูล

3.11.1 ข้อมูลคุณภาพน้ำ

วัดสมบัติทางเคมีของน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เมื่อต้นข้าวมีอายุ 30 และ 60 วันหลังปักดำ

3.11.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ได้แก่ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาของแขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

3.11.3 ข้อมูลดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5 ที่ระดับความลึกของดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จำนวน 48 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

3.11.3.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

โดยวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) เพื่อหาขนาดของอนุภาคดินเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้แก่ อนุภาคขนาดทราย (sand) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay) โดยวิธี Pipette Method (มานัส ลอศิริกุล, 2540)

3.11.3.2 สมบัติทางเคมีของดิน

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้ดินต่อน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 ต่อ 1 วัดด้วยเครื่อง pH meter

2) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (electrical conductivity) โดยใช้ดินต่อน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 ต่อ 5 วัดด้วยเครื่อง EC meter

3) อินทรียวัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkly & Black (1934)

4) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ในดิน ย่อยตัวอย่างดินตามวิธีของ Kjeldahl และวัดด้วยวิธี Tritration

5) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยใช้วิธี Bray II และวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer

6) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) วัดโดยวิธี 1 N NH_4OAc pH 7 วัดด้วยเครื่อง Flame photometer (มานัส ลอศิริกุล และ นพมาศ นามแดง, ม.ป.ป.)

3.11.4 ข้อมูลข้าวโพนงาม 5

3.11.4.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

สุ่มต้นข้าวที่อายุ 30, 60 วันหลังปักดำและเก็บเกี่ยว จำนวน 4 กอในพื้นที่ 8 ตารางเมตรในแต่ละตำรับทดลองเพื่อวัดการเจริญเติบโตของต้นข้าวคือ

1) นับจำนวนหน่อต่อกอ

2) ชั่งน้ำหนักแห้งต่อกอ (ราก ลำต้น และใบ) โดยนำตัวอย่างมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง

3) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate: RGR) โดยใช้สูตรคำนวณตามวิธีการของ เฉลิมพล แซมเพชร (2535) ดังนี้

$$RGR = \frac{Log_e W_2 - Log_e W_1}{T_2 - T_1}$$

RGR คือ อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็น กรัม/กรัม-วัน

W_1 และ W_2 คือ น้ำหนักแห้งของข้าวจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 มีหน่วยเป็น กรัม

T_1 และ T_2 คือ ระยะเวลาจากการเก็บเกี่ยวข้าวครั้งที่ 1 และ 2 มีหน่วยเป็น วัน

4) อัตราส่วนรากต่อตอซังคำนวณจากน้ำหนักรากต่อน้ำหนักตอซัง

3.11.4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

สุ่มต้นข้าวจากพื้นที่ 1 x 1 เมตร ในพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 8 ตารางเมตร ในแต่ละตำรับทดลองเพื่อคำนวณหาองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตคือ

1) นับจำนวนรวงต่อกอ

2) นับจำนวนเมล็ดต่อรวงโดยการสุ่มรวงข้าวมาจำนวน 15 รวง แล้วนับจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง จำนวนเมล็ดดี และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง โดยหาค่าเฉลี่ย

3) หาเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ซึ่งคำนวณจากจำนวนเมล็ดดีต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมดคูณด้วย 100

4) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยการสุ่มเมล็ดดีจำนวน 1,000 เมล็ด ในแต่ละตำรับทดลอง

5) ผลผลิตเมล็ดโดยคำนวนที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ใช้สูตรคำนวณตามวิธีการของ Rasabandit (2003) ดังนี้

$$\text{Yield (kg/rai)} = \frac{(100\text{-MC}) \times (a) \times (1{,}600\ m^2)}{(100\text{-}14\%) \times (1{,}000\ g) \times (b)}$$

MC = moisture content of sample measurement (%)

(a) = grain yield of the sample / plot (g)

(b) = sample area / plot (m^2)

$$\text{MC} = \frac{(W_1\text{-}W_2)(100)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

W_1 คือ น้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 คือ น้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

6) ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index: HI) โดยใช้สูตรคำนวณตามวิธีการของเฉลิมพล แซมเพชร (2542) ดังนี้

$$HI = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผลผลิตเมล็ด + น้ำหนักตอซัง}}$$

7) อัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง คำนวณจากน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักของตอซังของข้าว

3.11.5 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในส่วนของต้นข้าว (shoot) และราก (root)

สุ่มเก็บต้นข้าวระยะแตกกอสูงสุด และระยะเก็บเกี่ยวนำมาแยกส่วน ใบ ต้น และราก จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่จึงนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วบดตัวอย่างและย่อยตัวอย่างโดยวิธี Kjeldahl แล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารดังต่อไปนี้

3.11.5.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (% total N) วัดด้วยวิธี Titration

3.11.5.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (% total P) โดยใช้วิธี vanado molybdate reagent และวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer

3.11.5.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (% total K) และวัดตัวอย่างที่ย่อยได้ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (นพมาศ นามแดง, 2553)

3.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของวาเรียนซ์ (ANOVA) ตามแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Gomez and Gomez (1983) และสายชล สินสมบูรณ์ทอง (2549)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

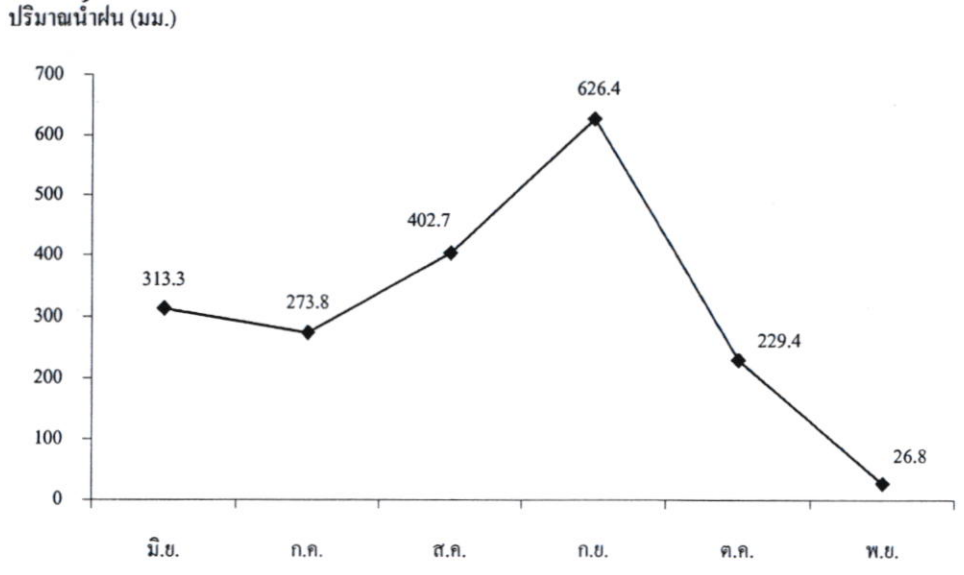
4.1 สภาพภูมิอากาศที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554

4.1.1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2554

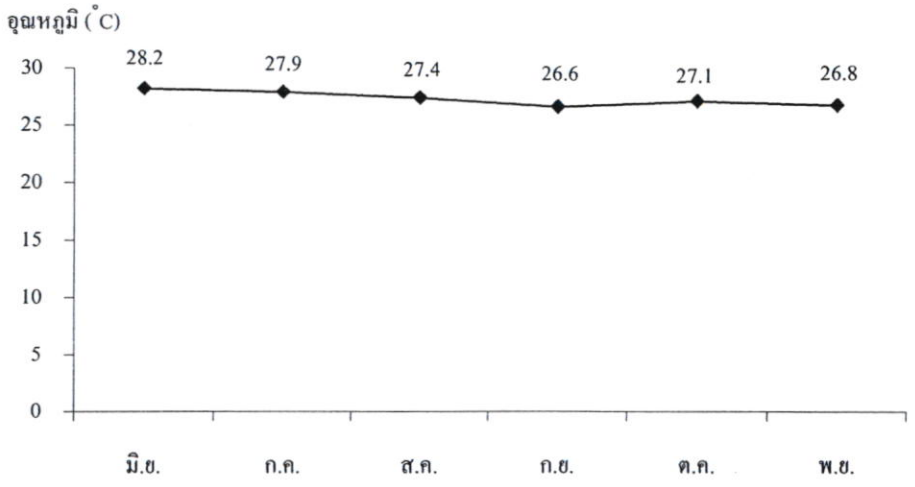
ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ช่วงตกกล้าถึงเก็บเกี่ยวข้าว พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ 1,872.4 มิลลิเมตร มีการกระจายปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะปักดำจนถึงสูงสุดอยู่ในช่วงระยะแตกกอสูงสุดที่วัดได้ 626.4 มิลลิเมตร หลังจากนั้นการกระจายปริมาณลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยววัดได้ 26.8 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4)

4.1.2 อุณหภูมิอากาศรายเดือนประจำปี 2554

อุณหภูมิตั้งแต่ตกกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยวข้าว พบว่า มีอุณอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 26.6-28.2 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.33 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 การกระจายปริมาณน้ำฝนรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 5 ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยว ผลผลิตในแปลงทดลองสถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554



ภาพที่ 5 อุณหภูมิอากาศรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 5 ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลองสถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554

4.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง

4.2.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีดินก่อนปลูกข้าวโพนงาม 5

สมบัติทางกายภาพดินแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่า มีลักษณะเป็นดินร่วนทราย ซึ่งในระดับความลึก 0-15 เซนติ เมตร มีสัดส่วนอนุภาคขนาดทราย (sand) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay) 52.94, 46.78 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีสัดส่วนอนุภาคขนาดทราย ขนาดทรายแป้ง และขนาดดินเหนียว 48.66, 50.88 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

สำหรับสมบัติทางเคมีเมื่อเปรียบเทียบทั้งสี่ตำรับทดลองทั้งในดินระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในดินลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.29-5.38 และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน 0.013-0.014 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.65-0.72 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.034-0.038 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11.45-20.87 ppm และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 17.61-23.51 ppm (ตารางที่ 2) ส่วนในดินลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง

5.34-5.49 ค่าการนำไฟฟ้า 0.010-0.011 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.41-0.47 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด 0.020-0.025 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.87-7.07 ppm และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 14.32-23.68 ppm (ตารางที่ 2)

4.2.2 สมบัติทางเคมีดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวทั้งสี่ตำรับทดลองในดินลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของดิน และการนำไฟฟ้าของสารละลายดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.25-5.31 การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน 0.006-0.007 dS/m (ตารางที่ 3) ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ตำรับทดลองที่ 4 มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึง 0.52 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากันคือ 0.43 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีปริมาณเท่ากันคือ 0.026 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากันคือ 0.022 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตำรับทดลองที่ 3 สูงถึง 15.21 ppm แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 4 ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9.12, 10.12 และ 10.81 ppm ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตำรับทดลองที่ 4 สูงถึง 17.78 ppm มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 12.77, 13.88 และ 13.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ในดินลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ทั้งสี่ตำรับทดลองมีความเป็นกรด-ด่างของดิน การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.33-5.47 การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน 0.005-0.007 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 0.27-0.33 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.88-6.20 ppm (ตารางที่ 3) ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 0.014 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2 และ 3 ที่ปริมาณไนโตรเจนเท่ากันคือ 0.016 เปอร์เซ็นต์ และตำรับทดลองที่ 4 มีปริมาณไนโตรเจน 0.017 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในตำรับทดลองที่ 2 สูงถึง 17.14 ppm แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 10.82 และ 12.15 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 14.00 ppm (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพดินแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

ขนาดอนุภาคดิน (%)	ระดับความลึกของชั้นดิน (ซม.)	
	0-15	**15-30**
Sand	52.94	48.66
Silt	46.78	50.88
Clay	0.28	0.46
เนื้อดิน	ร่วนทราย	ร่วนทราย

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีดินของแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30เซนติเมตร

ตำรับทดลอง	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)
	ระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 ซม.					
T_1	5.29	0.013	0.68	0.036	11.45	17.61
T_2	5.32	0.013	0.71	0.038	15.79	18.41
T_3	5.38	0.013	0.72	0.038	20.87	23.51
T_4	5.38	0.014	0.65	0.034	14.71	22.03
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.7	14.18	16.36	15.54	19.06	19.51
	ระดับความลึกของชั้นดิน 15-30 ซม.					
T_1	5.34	0.011	0.41	0.020	6.39	14.32
T_2	5.37	0.010	0.43	0.025	5.87	20.09
T_3	5.49	0.010	0.47	0.025	7.07	23.68
T_4	5.47	0.011	0.46	0.023	6.10	21.81
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.96	16.75	10.91	13.06	10.81	19.69

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีดินของแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

ตำรับทดลอง	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)
			ระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 ซม.			
T_1	5.29	0.007	0.43 b	0.022 b	9.12 b	12.77 b
T_2	5.25	0.006	0.43 b	0.022 b	10.12 b	13.88 b
T_3	5.27	0.007	0.47 ab	0.026 a	15.21 a	13.23 b
T_4	5.31	0.007	0.52 a	0.026 a	10.81 b	17.78 a
F-test	ns	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	2.03	11.7	6.72	7.58	18.45	10.24
			ระดับความลึกของชั้นดิน 15-30 ซม.			
T_1	5.33	0.007	0.27	0.014 b	5.55	10.82 b
T_2	5.36	0.007	0.30	0.016 a	4.88	17.14 a
T_3	5.47	0.007	0.30	0.016 a	6.20	12.15 b
T_4	5.46	0.005	0.33	0.017 a	5.18	14.00 ab
F-test	ns	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	2.42	18.10	7.29	6.45	17.14	16.67

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองข้าวโพนงาม 5

สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองทั้งสี่ตำรับทดลองในระยะ 30 วันหลังปักดำ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.36-6.65 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำตำรับทดลองที่ 3 แล 4 มีค่าการนำไฟฟ้า 0.050 และ 0.051 dS/m ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ 0.037 และ 0.038 dS/m ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ในขณะที่ระยะ 60 วันหลังปักดำ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทั้งสี่ตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และมี

ค่าลดลงจากระยะ 30 วันหลังปักดำ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.16-6.39 และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ระหว่าง 0.018-0.025 dS/m (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองในระยะข้าวโพนงาม 5 เจริญเติบโต 30 และ 60 วันหลังปักดำ

ตำรับทดลอง	30 วัน		60 วัน	
	pH	EC (dS/m)	pH	EC (dS/m)
T_1	6.36	0.037 b	6.27	0.018
T_2	6.45	0.038 b	6.2	0.025
T_3	6.65	0.050 a	6.16	0.022
T_4	6.54	0.051 a	6.39	0.024
F-test	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	2.26	13.08	4.13	13.37

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.4 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5

4.4.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ

การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ พบว่า ทั้งสี่ตำรับทดลองมีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น น้ำหนักแห้งต่อกอของตอซัง (ผลรวมของใบและต้น) อัตราส่วนรากต่อตอซังของต้นข้าว และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้นอยู่ระหว่าง 1.17-3.46 กรัม น้ำหนักแห้งต่อกอของตอซัง 2.01-5.75 กรัม อัตราส่วนรากต่อตอซังของต้นข้าว 0.19-0.29 และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) อยู่ระหว่าง 0.072-0.103 กรัม/กรัม-วัน(ตารางที่ 5) ในขณะที่จำนวนหน่อต่อกอตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีจำนวน 10 และ 9 หน่อต่อกอ ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีจำนวนหน่อ 5 หน่อต่อกอ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 2 มีจำนวนหน่อ 8 หน่อต่อกอ ส่วนน้ำหนักแห้งของใบต่อกอในตำรับทดลองที่ 3 สูงถึง 2.29 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักแห้งของใบต่อกอ 0.84 และ 1.18 กรัม ตามลำดับ

แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 มีน้ำหนักแห้งของใบต่อกอ 1.90 กรัม สำหรับน้ำหนักแห้งของรากต่อกอตำรับทดลองที่ 3 มีน้ำหนักแห้งของรากต่อกอสูงถึง 1.52 กรัม แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีน้ำหนักแห้งของรากต่อกอ 0.39 และ 0.64 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 4 มีน้ำหนักแห้งของรากต่อกอ 1.26 กรัม (ตารางที่ 5)

4.4.2 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (แตกกอสูงสุด)

การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ ซึ่งเป็นระยะแตกกอสูงสุดของข้าว พบว่า ทั้งสี่ตำรับทดลองมีจำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักแห้งต่อกอของใบ อัตราส่วนรากต่อตอซัง และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีจำนวนหน่ออยู่ระหว่าง 11-15 หน่อต่อกอ น้ำหนักแห้งต่อกอของใบ 2.11-3.98 กรัม อัตราส่วนรากต่อตอซัง 0.39-0.43 และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ 0.041-0.057 กรัม/กรัม-วัน (ตารางที่ 6) สำหรับน้ำหนักแห้งต่อกอของต้นพบว่า ตำรับทดลองที่ 3 สูงถึง 16.97 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น 8.97 และ 12.03 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 4 ที่มีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น 14.72 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้งต่อกอของตอซัง (ผลรวมของใบและต้น) ตำรับทดลองที่ 3 สูงถึง 20.95 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของตอซัง 11.08 และ 14.80 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ที่มีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น 17.85 กรัม และน้ำหนักแห้งต่อกอของรากตำรับทดลองที่3 และ 4 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของราก 8.21 และ 7.63 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของราก 4.83 และ 6.18 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

4.4.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยวทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า น้ำหนักแห้งต่อกอของใบ และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำหนักแห้งต่อกอของใบอยู่ระหว่าง 6.20-7.56 กรัม และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) 0.010-0.020 กรัม/กรัม-วัน (ตารางที่ 7) ในขณะที่น้ำหนักแห้งต่อกอของต้นตำรับทดลองที่ 1 ต่ำสุด คือ 24.40 กรัมมีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น 28.70, 29.67 และ 29.93 กรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งต่อกอของตอซัง (ผลรวมใบและต้น) ตำรับทดลองที่ 1 ต่ำสุด คือ 30.60 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น 36.02, 36.92 และ 37.49 กรัม ตามลำดับ สำหรับอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง

ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง 0.87 และ 0.81 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 ที่มีอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง 0.67 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2 ที่มีอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง 0.79 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ

ตำรับ	จำนวน	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)				อัตราส่วน	RGR
ทดลอง	หน่อ/กอ	ใบ	ต้น	ตอซัง	ราก	ราก/ตอซัง	(กรัม/กรัม-วัน)
T_1	5 b	0.84 c	1.17	2.01	0.39 c	0.19	0.072
T_2	8 ab	1.18 bc	1.54	2.72	0.64 bc	0.23	0.081
T_3	10 a	2.29 a	3.46	5.75	1.52 a	0.29	0.99
T_4	9 a	1.90 ab	2.74	4.64	1.26 ab	0.27	0.103
F-test	*	*	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	10.77	13.72	12.52	17.99	13.83	10.94	13.81

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (แตกกอสูงสุด)

ตำรับ	จำนวน	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)				อัตราส่วน	RGR
ทดลอง	หน่อ/กอ	ใบ	ต้น	ตอซัง	ราก	ราก/ตอซัง	(กรัม/กรัม-วัน)
T_1	11	2.11	8.97 c	11.08 c	4.83 c	0.44	0.057
T_2	13	2.77	12.03 bc	14.80 bc	6.18 b	0.43	0.056
T_3	15	3.98	16.97 a	20.95 a	8.21 a	0.40	0.050
T_4	15	3.13	14.72 ab	17.85 ab	7.63 a	0.44	0.041
F-test	ns	ns	*	*	**	ns	ns
C.V. (%)	18.16	21.65	16.72	18.26	9.83	9.97	27.59

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)			อัตราส่วนเมล็ด/ซัง	RGR (กรัม/กรัม-วัน)
	ใบ	ต้น	ตอซัง		
T_1	6.20	24.40 b	30.60 b	0.67 b	0.020
T_2	7.32	28.70 a	36.02 a	0.79 ab	0.018
T_3	7.25	29.67 a	36.92 a	0.87 a	0.010
T_4	7.56	29.93 a	37.49 a	0.81 a	0.014
F-test	ns	*	*	*	ns
C.V. (%)	8.26	5.25	5.83	8.59	24.64

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.5 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว

ผลผลิตของข้าวโพนงาม 5 ทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 ให้ผลผลิต 644 และ 591 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีผลผลิต 352 และ 541 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) สำหรับองค์ประกอบของผลผลิต พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยจำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 134-147 เมล็ดต่อรวง ในขณะที่จำนวนรวงต่อกอ พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 มีจำนวนรวงต่อกอสูงสุด คือ 10 รวง มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีจำนวนรวงต่อกอ 7 รวง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2 และ 4 ที่มีจำนวนรวงต่อกอเท่ากันคือ 9 รวงต่อกอ สำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่ำสุดคือ 70.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 74.10, 78.17 และ 74.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 29.42 และ 29.10 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 27.34 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 2 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28.85 กรัม เช่นเดียวกับดัชนีเก็บเกี่ยวพบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.50 และ 0.49 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อ

เปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.44 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.47 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวข้าวโพนงาม 5

ตำรับทดลอง	จำนวนรวง/กอ	จำนวนเมล็ด/รวง	เมล็ดดี (%)	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (ก.ก/ไร่)	ดัชนีเก็บเกี่ยว
T1	7 c	137	70.24 b	27.34 b	352 c	0.44 b
T2	9 ab	134	74.10 a	28.85 ab	541 b	0.47 ab
T3	10 a	147	78.17 a	29.42 a	644 a	0.50 a
T4	9 ab	144	74.50 a	29.10 a	591 a	0.49 a
F-test	**	ns	*	**	*	*
C.V. (%)	4.26	8.44	2.85	1.40	14.81	4.04

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.6 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)

4.6.1 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)

การดูดใช้ธาตุอาหารในใบ ต้น และรากในต้นข้าวทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า การดูดใช้ไนโตรเจนในใบ ตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 37.01 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการดูดใช้ไนโตรเจนในใบ 71.76, 98.16 และ 85.45 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ การดูดใช้ไนโตรเจนในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 มีปริมาณสูงสุดคือ 128.13 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจน 59.00 และ 85.89 มิลลิกรัมต่อกอ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจน 109.55 มิลลิกรัมต่อกอ ส่วนการดูดใช้ไนโตรเจนในราก พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีการดูดใช้ไนโตรเจนในราก 54.30 และ 50.86 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตก

ต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีการดูดใช้ไนโตรเจน 28.27 มิลลิกรัมต่อกอ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 2 มีการดูดใช้ไนโตรเจน 39.62 มิลลิกรัมต่อกอ (ตารางที่ 9)

การดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสต่ำสุด คือ 4.72 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในใบ 7.94, 10.43 และ 9.47 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ สำหรับการดูดใช้ฟอสฟอรัสในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 ดูดใช้ฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 40.27 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในต้น 18.30 และ27.44 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในต้น 36.83 มิลลิกรัมต่อกอ เช่นเดียวกับการดูดใช้ฟอสฟอรัสในราก พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 11.69 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในราก 6.28 และ 8.73 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในราก 11.08 มิลลิกรัมต่อกอ (ตารางที่ 9)

การดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 ดูดใช้โพแทสเซียมสูงสุดคือ 65.19 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในใบ 25.28 และ 47.83 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในใบ 57.81 มิลลิกรัมต่อกอ ส่วนการดูดใช้โพแทสเซียมในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 ดูดใช้โพแทสเซียมในต้น 201.11 และ 195.83 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในต้น 75.40 และ 142.36 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ สำหรับการดูดใช้โพแทสเซียมในราก ตำรับทดลองที่ 3 ดูดใช้โพแทสเซียมในรากสูงสุดคือ 39.93 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 4 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในราก 18.81, 24.76 และ 31.69 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

4.6.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)

การสะสมปริมาณธาตุอาหารในส่วนใบ ต้นและรากในต้นข้าวทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า การสะสมปริมาณไนโตรเจนในรากไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการสะสมปริมาณไนโตรเจนในรากอยู่ระหว่าง 0.59-0.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 1.63 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบ 2.23, 2.42 และ 2.29 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ สำหรับการสะสมปริมาณไนโตรเจนในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุด คือ 0.65 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในต้น 0.72, 0.75 และ 0.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

การสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในราก พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในรากอยู่ระหว่าง 0.13-0.15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในใบ ตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 ที่มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 0.24, 0.26 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้นพบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้น 0.24 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้น 0.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

การสะสมปริมาณโพแทสเซียมในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 1.11 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในใบ 1.48, 1.62 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำสุดคือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้น 1.19, 1.21 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในราก พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในรากสูงสุดคือ 0.49 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 4 ที่มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในราก 0.39, 0.40 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในใบ ต้น และรากข้าวโพนงาม 5 ระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)

ตำรับ	N uptake (มก./กอ)			P uptake (มก./กอ)			K uptake (มก./กอ)		
ทดลอง	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก
T_1	37.01 b	59.00 c	28.27 b	4.72 b	18.30 c	6.28 c	25.28 c	75.40 c	18.81 d
T_2	71.76 a	85.89 bc	39.62 ab	7.94 a	27.44 bc	8.73 bc	47.83 b	142.36 b	24.76 c
T_3	98.16 a	128.13 a	54.30 a	10.43 a	40.27 a	11.69 a	65.19 a	201.11 a	39.93 a
T_4	85.45 a	109.55 ab	50.86 a	9.47 a	36.83 ab	11.08 ab	57.81 ab	195.83 a	31.69 b
F-test	*	*	*	*	*	*	**	**	**
C.V. (%)	12.41	19.20	10.47	19.28	18.32	14.08	16.37	7.82	6.18

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในใบ ต้น และรากข้าวโพนงาม 5 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (ระยะแตกกอสูงสุด)

ตำรับ	Total N (%)			Total P (%)			Total K (%)		
ทดลอง	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก
T_1	1.63 b	0.65 b	0.59	0.21 b	0.20 b	0.13	1.11 b	0.85 b	0.39 b
T_2	2.23 a	0.72 a	0.65	0.24 a	0.23 ab	0.14	1.48 a	1.19 a	0.40 b
T_3	2.42 a	0.75 a	0.65	0.26 a	0.24 a	0.14	1.62 a	1.21 a	0.49 a
T_4	2.29 a	0.74 a	0.67	0.25 a	0.25 a	0.15	1.55 a	1.35 a	0.42 b
F-test	*	*	ns	**	*	ns	**	*	*
C.V. (%)	10.32	3.76	13.54	4.59	5.59	16.45	5.15	12.58	8.31

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.7 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

4.7.1 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

การดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนใบและต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในใบ ตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้ไนโตรเจนในใบสูงสุดคือ 40.87 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจนในใบ 20.27, 25.48 และ 27.27 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ สำหรับการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้ไนโตรเจนสูงสุดคือ 131.66 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีการดูดใช้ไนโตรเจนในต้น 50.15, 74.51 และ 102.00 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

สำหรับการดูดใช้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในใบต่ำสุด คือ 1.88 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 ดูดใช้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 3.17, 4.61 และ 5.05 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ ส่วนการดูดใช้ฟอสฟอรัสในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 4 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในต้นสูงสุดคือ 29.27 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในต้น 9.21, 15.48 และ 22.37 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

สำหรับการดูดใช้ปริมาณโพแทสเซียมในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในใบต่ำสุด คือ 31.35 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 ดูดใช้ปริมาณโพแทสเซียมในใบ 44.42, 43.82 และ 47.05 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ สำหรับการดูดใช้โพแทสเซียมในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 4 ดูดใช้โพแทสเซียมในต้นสูงสุด 372 มิลลิกรัมต่อกอ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีการดูดใช้โพแทสเซียมในต้น 182, 252 และ 297 มิลลิกรัมต่อกอ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

4.7.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

การสะสมปริมาณธาตุอาหารส่วนใบและต้นข้าวทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า การสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบ ตำรับทดลองที่ 4 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบสูงสุด คือ 0.54 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบ 0.32, 0.34 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสะสมปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าว ตำรับทดลองที่ 4 สะสมปริมาณไนโตรเจนในต้นสูงสุดคือ 0.44 เปอร์เซ็นต์ มี

ความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3 สะสมปริมาณไนโตรเจนในใบ 0.20, 0.25 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

การสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 0.06 และ0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้น พบว่า ตำรับทดลองที่ 4 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้นสูงสุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทด ลองที่ 1, 2 และ 3 ที่มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในต้น 0.04, 0.05 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ส่วนการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในใบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในใบต่ำสุดคือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในใบ 0.61, 0.60 และ 0.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าว พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้น 1.03 และ 1.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้น 0.49 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 2 ที่สะสมปริมาณโพแทสเซียมในต้น 0.86 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 12)

4.7.3 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตเมล็ด

การสะสมปริมาณธาตุอาหารในแกลบและข้าวสารทั้งสี่ตำรับทดลอง พบว่า การสะสมปริมาณไนโตรเจนในแกลบ ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.54 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในแกลบ 0.40 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการสะสมปริมาณไนโตรเจนในข้าวสาร ตำรับทดลองที่ 3 มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในข้าวสารสูงสุดคือ 0.80 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในข้าวสาร 0.57 และ 0.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ที่มีการสะสมปริมาณไนโตรเจนในข้าวสาร 0.73 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

การสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในแกลบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 สะสมปริมาณฟอสฟอรัสในแกลบต่ำสุดคือ 0.043 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในแกลบ 0.073, 0.081 และ 0.078 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวสาร ตำรับทดลองที่ 3 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวสารสูงสุดคือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวสาร 0.24 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 4 มีการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวสาร 0.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

การสะสมปริมาณโพแทสเซียมในแกลบ พบว่า ตำรับทดลองที่ 1 สะสมปริมาณโพแทสเซียมในแกลบต่ำสุดคือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในแกลบ 0.58, 0.62 และ 0.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในข้าวสาร ตำรับทดลองที่ 3 มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในข้าวสารสูงสุดคือ 0.37 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมในข้าวสาร 0.21 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ 4 ที่มีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในข้าวสาร 0.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 11 การดูดใช้ (uptake) ธาตุอาหารในใบ และต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะ 114 วันหลังปักดำ)

ตำรับ	N uptake (มก./กอ)		P uptake (มก./กอ)		K uptake (มก./กอ)	
ทดลอง	ใบ	ต้น	ใบ	ต้น	ใบ	ต้น
T_1	20.27 b	50.15 c	1.88 c	9.21 d	31.35 b	182 c
T_2	25.48 b	74.51 bc	3.17 b	15.48 c	44.42 a	252 b
T_3	27.27 b	102.00 b	4.61 a	22.37 b	43.82 a	297 b
T_4	40.87 a	131.66 a	5.05 a	29.27 a	47.05 a	372 a
F-test	*	**	**	**	*	**
C.V. (%)	12.60	15.80	14.36	16.31	12.46	9.04

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 12 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในใบ และต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว (114 วันหลังปักดำ)

ตำรับ	Total N (%)		Total P (%)		Total K (%)	
ทดลอง	ใบ	ต้น	ใบ	ต้น	ใบ	ต้น
T_1	0.32 b	0.20 c	0.03 c	0.04 c	0.50 b	0.73 d
T_2	0.34 b	0.25 c	0.04 b	0.05 c	0.61 a	0.86 c
T_3	0.38 b	0.35 b	0.06 a	0.08 b	0.60 a	1.03 b
T_4	0.54 a	0.44 a	0.07 a	0.10 a	0.62 a	1.23 a
F-test	*	**	**	**	*	**
C.V. (%)	8.67	9.97	10.87	14.54	7.24	5.22

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 13 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในแกลบและข้าวสาร

ตำรับ	Total N (%)		Total P (%)		Total K (%)	
ทดลอง	แกลบ	ข้าวสาร	แกลบ	ข้าวสาร	แกลบ	ข้าวสาร
T_1	0.40 b	0.57 c	0.043 b	0.24 c	0.45 b	0.21 c
T_2	0.42 b	0.67 b	0.073 a	0.29 b	0.58 a	0.28 b
T_3	0.54 a	0.80 a	0.081 a	0.33 a	0.62 a	0.37 a
T_4	0.51 a	0.73 ab	0.078 a	0.30 ab	0.61 a	0.32 ab
F-test	*	**	*	**	*	**
C.V. (%)	10.17	5.11	6.85	5.87	5.97	8.34

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * และ **มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

5.1 สภาพภูมิอากาศที่ปลูกข้าวโพนงาม 5

ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ตลอดฤดูปลูกข้าว 1,872.4 มิลลิเมตร ซึ่งการปลูกข้าวตั้งแต่ช่วงตกกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ข้าวมีความต้องการน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) ฉะนั้นปริมาณน้ำฝนที่วัดได้นั้นจึงมีปริมาณเพียงพอสำหรับความต้องการน้ำของข้าว ในขณะที่การกระจายปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน (ภาพที่ 4) มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะปักดำจนถึงช่วงระยะข้าวแตกกอและแตกกอสูงสุดซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอ หลังจากนั้นการกระจายปริมาณน้ำฝนลดลงเรื่อยๆ จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งการกระจายปริมาณน้ำฝนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากเพียงพอและมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอย่อมเป็นผลดีต่อการผลิตข้าว (บุญหงษ์ จงคิด, 2547)

อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดตั้งแต่ช่วงตกกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีอุณอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.6-28.2 องศาเซลเซียส โดยเฉลี่ย 27.33 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5) ซึ่งโดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวอยู่ระหว่าง 21-32 องศาเซลเซียส (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2547) ดังนั้น อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองจึงมีความเหมาะสม

5.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลองที่ปลูกข้าวโพนงาม 5

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินพื้นที่แปลงทดลองระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ก่อนการปลูกข้าวลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนทรายมีความเหมาะสมปานกลางในการปลูกข้าว (โยธิน คนบุญ, 2548) มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ แต่ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว ซึ่งสอดคล้องกับ อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ (2554) รายงานว่า ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับข้าวอยู่ระหว่าง 5.0-6.5 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมีค่าต่ำมาก ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548 ; Wolf, 1999) สำหรับอินทรียวัตถุในดินมีในปริมาณต่ำเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ พัชรี ธีรจินดาขจร (2553) รายงานว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดินระหว่าง 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในปริมาณต่ำ ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีในปริมาณที่ต่ำเช่นเดียวกัน (อภิรดี อิ่มเอิบ, 2542 ; มงคล ต๊ะอุ่น, 2548)

ส่วนสมบัติทางเคมีดินหลังการเก็บเกี่ยวจากการทดลองในระดับลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุและค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินทั้งสี่ตำรับทดลองมีปริมาณลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่แปลงทดลองมีการใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานและปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ มุกดา สุขสวัสดิ์ (2544) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานในรูปยูเรียและแอมโมเนียมจะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันไฮโดรเจนไอออน (H^+) จะถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการแปรเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี ซึ่ง H^+ ที่เกิดขึ้นมีส่วนก่อให้เกิดดินกรดทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงได้ เช่นเดียวกับ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) รายงานว่า การเพาะปลูกส่วนใหญ่ทำให้ระดับอินทรียวัตถุในดินลดลงไปจากระดับเดิม เนื่องจากการใส่สารอินทรีย์กลับลงไปในดินมีปริมาณน้อยกว่าการย่อยสลายของสารอินทรีย์ไปจากดิน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลง ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับลึก 0-15 เซนติเมตร และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับลึก 15-30 เซนติเมตร ลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้าวดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551 ; Fageria, 2007)

5.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5

การเจริญเติบโตของข้าวในระยะ 30 วันหลังปักดำ การสะสมน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น ตอซัง อัตราส่วนรากต่อตอซัง และอัตราการเจริญเติบโตสุทธิไม่มีความแตกต่างกัน แต่จำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักแห้งของใบ และราก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด (60 วันหลังปักดำ) จำนวนหน่อต่อกอ อัตราส่วนรากต่อตอซัง รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตสุทธิไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่การสะสมน้ำหนักแห้งต่อกอของใบ ต้น ตอซังและราก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ส่วนระยะเก็บเกี่ยวการสะสมน้ำหนักแห้งต่อกอของใบ และอัตราการเจริญเติบโตสุทธิไม่มีความแตกต่างกัน แต่การสะสมน้ำหนักแห้งต่อกอของต้น ตอซังและอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาโดยรวมถึงการเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 ทั้งสี่ตำรับทดลองแล้ว พบว่า ตำรับทดลองที่ 3 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือตำรับทดลองที่ 4

ตำรับทดลองที่ 3 มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าตำรับทดลองอื่นๆนั้น อาจเนื่องมาจากตำรับทดลองที่ 3 ได้รับอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมกับความต้องการของข้าว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งธาตุอาหารที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมีจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวได้เป็นอย่างดี โดยเฉพราะธาตุไนโตรเจนสอดคล้องกับ ยงยุทธ โอสถสภา (2543) รายงานว่า เมื่อข้าวได้รับ

ไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมตั้งแต่ปักดำถึงแตกกอสูงสุดไนโตรเจนที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยนั้น ข้าวจะนำไปใช้ในการสร้างราก ใบ ลำต้น เพิ่มพื้นที่ใบ จำนวนกอและขนาดของกอให้มากขึ้น ซึ่งในช่วงแรกของการเจริญเติบโตข้าวจะได้รับธาตุไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยรองพื้น หลังจากนั้นข้าวจะได้รับไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ส่วนธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมข้าวจะได้รับจากการใส่ปุ๋ยรองพื้นเช่นเดียวกัน

การใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้นไม่ได้หมายความว่าจะทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แสดงว่าการเจริญเติบโตของข้าวจะเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยจนถึงระดับหนึ่งที่เหมาะสมเท่านั้น (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542) ดังจะเห็นได้ในการทดลองครั้งนี้ซึ่งตำรับทดลองที่ 4 ข้าวจะเจริญเติบโตได้น้อยกว่าตำรับทดลองที่ 3 สอดคล้องกับ Dounphady et al. (2004) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพนงาม 1 โพนงาม 3 โพนงาม 5 และโพนงาม 6 ในฤดูฝนอยู่ที่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 4 อัตรา (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 16, 32 และ 48 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมสูตร 46-0-0 อัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อเพิ่มปุ๋ยเคมีจากอัตราที่หนึ่งถึงอัตราที่สามทำให้ข้าวโพนงาม 5 แตกกอเพิ่มขึ้นจาก 8 เป็น 12 และ 12 ต้นต่อกอ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยถึงอัตราที่สี่ทำให้ข้าวโพนงาม 5 แตกกอลดลงเหลือ 10 ต้นต่อกอ

5.4 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพนงาม 5

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพนงาม 5 การใส่ปุ๋ยเคมีตำรับทดลองที่ 3 มีองค์ประกอบผลผลิตคือ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 8) สูงกว่าตำรับทดลองอื่นส่งผลให้ตำรับทดลองที่ 3 ได้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือตำรับทดลองที่ 4 การที่ตำรับทดลองที่ 3 ได้ผลผลิตสูงอาจเนื่องมาจากอัตราปุ๋ยที่ใช้มีความเหมาะสมกับความต้องการของข้าว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ทำให้ข้าวได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่ข้าวมีความต้องการสูงในช่วงการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับ Fageria (2007) รายงานว่า การจัดการไนโตรเจนให้เพียงพอตั้งแต่ข้าวเริ่มแตกกอเป็นต้นไปจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว เนื่องจากในช่วงระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ปักดำถึงแตกกอสูงสุด ไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยจะถูกนำไปใช้ในการสร้างใบ ลำต้น และราก เพื่อเพิ่มพื้นที่ใบ จำนวนกอ ขนาดของกอและรากข้าวให้มากขึ้น เมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ไนโตรเจนถูกนำไปใช้ในการสร้างช่อดอกและรวง เพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิต ขณะเดียวกันฟอสฟอรัสที่ได้รับมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของข้าว ช่วยในการสร้างดอก การผสมเกสร การติด

เมล็ด และการงอกของราก ส่วนโพแทสเซียมช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ และมีความจำเป็นต่อการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวแข็งแรง เมล็ดมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักดี (โยธิน คนบุญ, 2548)

การใส่ปุ๋ยให้ได้ธาตุอาหารครบทั้งสามธาตุในอัตราที่เหมาะสมจึงถือว่ามีความจำเป็นสำหรับการปลูกข้าวซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองในครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับทดลองที่หนึ่งที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีได้ผลผลิตเพียง 352 กิโลกรัมต่อไร่ กับตำรับทดลองที่ 3 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีได้ผลผลิต 644 กิโลกรัมต่อไร่ เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 83 สอดคล้องกับ Sengxua and Linquist (2000) ศึกษาการขาดธาตุอาหารของพืชในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ข้าวให้ผลผลิตเพียง 304 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีครบทั้งสามธาตุคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นถึง 496 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 63 เช่นเดียวกับ บรูด ลินคิส และ เพง เช้งชื้อ (2548) ศึกษาการจัดการกับธาตุอาหารสำหรับข้าวนาปีพื้นที่ราบลุ่มในภาคใต้สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทั้งหมด 37 จุด ผลผลิตข้าวที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยได้เพียง 320 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น แต่หากมีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน 9.6 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 2.08 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 2.72 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 560 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมีให้สูงขึ้นไม่ได้ทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวสูงตามไปด้วย อาจเนื่องจากข้าวได้รับธาตุอาหารมากเกินไปทำให้ข้าวนำไปสร้างส่วนของน้ำหนักแห้งฟางมากกว่าผลผลิต

Dounphady et al. (2004) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพนงาม 1, โพนงาม 3, โพนงาม 5 และโพนงาม 6 ในฤดูฝนที่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 4 อัตรา (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 16, 32 และ 48 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมสูตร 46-0-0 อัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อเพิ่มปุ๋ยจากอัตราที่หนึ่งถึงสามทำให้ข้าวโพนงาม 5 ให้จำนวนรวงเพิ่มจาก 6 เป็น 7 และ 8 รวงต่อกอตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยทำให้จำนวนรวงลดลงเป็น 7 รวงต่อกอ สำหรับผลผลิตต่อไร่ เช่นเดียวกันกับการเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมีสูตร15-15-15 และสูตร 46-0-0 ให้สูงขึ้นจากอัตราที่หนึ่งถึงที่สามทำให้ข้าวโพนงาม 5 ให้ผลผลิตสูงขึ้นจาก 352 เป็น 450 และ 536 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเป็น 510 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับ Sipaseuth et al. (2004) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพนงาม 3 โพนงาม 4 โพนงาม 5 และโพนงาม 6 ในฤดูแล้งที่เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยเคมี 4 อัตรา (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0, 16, 32 และ 48 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมสูตร 46-0-0 อัตรา 0, 5, 10 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่) การใส่ปุ๋ยอัตราที่หนึ่งถึงที่สี่ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สร้างจำนวนรวง

เพิ่มขึ้นจาก 6 เป็น 8, 9 และ 9 รวงต่อกอ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตการเพิ่มอัตราปุ๋ยจากอัตราที่หนึ่งถึงที่สามทำให้ผลผลิตข้าวโพนงาม 5 เพิ่มขึ้นจาก 340 เป็น 445 และ 530 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยขึ้นไปอีกพบว่า ผลผลิตข้าวลดลงเป็น 510 กิโ ลกรัมต่อไร่ แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง เมื่อให้ปุ๋ยมากกว่านั้นก็ไม่มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีก (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542)

ดังนั้น การจัดการปุ๋ยเคมีให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของข้าวนับเป็นการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อรักษาหรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยอาศัยแหล่งธาตุอาหารทุกแหล่งในเชิงบูรณาการอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะแนวทางการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้การใช้ที่ดินเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน (อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2554) เพราะการปลูกข้าวในแต่ละครั้งข้าวจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตทำให้ธาตุอาหารที่มีในดินลดลงเลื่อยๆ ถ้าปราศจากการจัดการที่เหมาะสม

5.5 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5

การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอสูงสุด ตำรับทดลองที่ 3 มีการดูดใช้ธาตุอาหารสูงสุด รองลงมาคือตำรับทดลองที่ 4 ส่วนการสะสมธาตุอาหารในต้นข้าว ตำรับทดลองที่ 3 และ 4 สะสมธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอัตราปุ๋ยทั้งสองตำรับยังคงส่งเสริมให้ต้นข้าวสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ เพราะระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นข้าวต้องการปริมาณธาตุอาหารมาก ในช่วงข้าวเจริญเติบโตเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสมจะทำให้น้ำหนักแห้งในส่วนเหนือดินสูงขึ้นและความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินก็สูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้นก็จะมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่สะสมสูงขึ้นไปด้วย ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนใบก็มีปริมาณสูงเช่นเดียวกัน โดยปกติปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวสะสมไว้ในส่วนเหนือดินจะสูงขึ้นตามอายุและเมื่อโตเต็มที่อาจสะสมได้ถึง 4-8 กิโลกรัม P ต่อไร่ ส่วนโพแทสเซียมที่ข้าวสะสมไว้เพื่อการเจริญเติบโตนั้นรากข้าวดูดมาใช้อย่างต่อเนื่อง ประมาณร้อยละ 75 ของธาตุโพแทสเซียมที่ข้าวดูดมาก่อนตั้งท้องจะสะสมไว้ในใบและต้น (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551)

จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบข้าวที่พัฒนาเต็มที่ระยะแตกกอสูงสุดของ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2547) รายงานว่า ระดับที่เพียงพอของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในใบข้าวระยะแตกกอสูงสุดอยู่ระหว่าง 2.80-3.60, 0.10-0.18 และ 1.20-2.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฉะนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลได้รับจากการทดลองในครั้งนี้จึงเห็นได้ว่า การสะสมธาตุไนโตรเจนในใบข้าวโพนงาม 5 ของตำรับทดลองที่ 3 และ 4 ยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ ส่วนการสะสม

ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบข้าวที่ได้รับจากการทดลองในครั้งนี้ถือว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของข้าว ส่วนในระยะเก็บเกี่ยว ตำรับทดลองที่ 4 ดูดใช้และสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในตอซัง (ใบและต้น) สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ในขณะที่อยู่ในผลผลิต (แกลบและข้าวสาร) ตำรับทดลองที่ 3 สะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงสุด รองลงมาคือตำรับทดลองที่ 4

โยธิน คนบุญ (2548) รายงานว่า ในระยะเก็บเกี่ยว ข้าวสะสมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในตอซัง (ใบและต้น) อยู่ระหว่าง 0.5-0.8, 0.07-0.12 และ 1.2-1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน บรูด ลินคิส และเพง เช้งชื้อ (2548) รายงานว่า ในระยะเก็บเกี่ยวปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในข้าวสารประมาณ 0.79, 0.19 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในแกลบอยู่ระหว่าง 0.43-0.55, 0.03-0.08 และ 0.17-0.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบผลได้รับจากการทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ตำรับทดลองที่ 3 สะสมธาตุอาหารได้ดีกว่าตำรับทดลองอื่นๆ ส่วนตำรับทดลองที่ 4 สะสมธาตุอาหารในส่วนของฟางมากกว่าตำรับทดลองอื่นๆ

บทที่ 6
สรุป

6.1. การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 5 เช่น การสร้างน้ำหนักแห้งต่อกอได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

6.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพนงาม 5

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สร้างองค์ประกอบของผลผลิตคือ จำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ ทำให้ข้าวโพนงาม 5 สร้างผลผลิตสูงสุด 644 กิโลกรัมต่อไร่

6.3 การดูดใช้ (uptake) และการสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5

6.3.1 การดูดใช้ (uptake) ปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) ทำให้การดูดใช้ (uptake) ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบ ต้น และรากของข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอสูงสุด สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ (T_4) ทำให้การดูดใช้ (uptake) ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบ และต้นของข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

6.3.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นข้าวโพนงาม 5

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) ทำให้การสะสมปริมาณไนโตรเจนในใบ และต้น ฟอสฟอรัสในใบ และโพแทสเซียมในใบ และรากของข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอสูงสุด สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ แต่การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 46-0-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ (T_4) ทำให้การสะสมปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้นของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ (T_4) ทำให้การสะสมปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบ และต้นของข้าวโพนงาม 5 ในระยะเก็บเกี่ยว สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 9.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T_3) ทำให้การสะสมปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในแกลบ และข้าวสารของข้าวโพนงาม 5 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 ในอัตราอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2547. พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ. 2548. คำแนะนำในการใช้แนวพันธุ์ข้าวในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. สถาบันวิจัยเกษตรกรรมและป่าไม้ : กระทรวงเกษตรและป่าไม้.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

_____. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์นพบุรีการพิมพ์เชียงใหม่.

นพมาศ นามแดง. 2553. ปฏิบัติการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการฝึกอบรมการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ. สำนักงานไร่ฝึกทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

นวลศรี กาญจนกูล สุวรรณีย์ ภูธรย์ราช และขนิษฐศรี ฮุ่นตระกูล. 2543. ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทย. กองวิเคราะห์ดิน : กรมพัฒนาที่ดิน.

บรูด ลินคิส และเพง เช้งชื้อ. 2548. การจัดการกับธาตุอาหารสำหรับข้าวนาพื้นที่ราบในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. สถาบันวิจัยเกษตรกรรมและป่าไม้ : กระทรวงเกษตรและป่าไม้.

บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรี ธีรจินดาจร. 2553. การแปลผลค่าวิเคราะห์ดินเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. เคมีดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่การพิมพ์สวย.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

มงคล ตั๊ะอุ่น. 2548. เทคนิคและการวิเคราะห์ : ในห้องปฏิบัติการดิน พืช น้ำ และปุ๋ย. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มานัส ลอศิริกุล. 2540. บทปฏิบัติการปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

มานัส ลอศิริกุล และนพมาศ นามแดง. ม.ป.ป. บทปฏิบัติการความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2546. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โยธิน คนบุญ. 2548. การจัดการธาตุอาหารพืชในข้าวนาน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมวิชาการเกษตร : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2549. สถิติกับการวางแผนการทดลองทางการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จามจุรีโปรดักท์.

สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร. 2547. "ดัชนีเก็บเกี่ยวและอัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง", ใน เอกสารประกอบการสอนสรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

อภิรดี อิ่มเอิบ. 2542. "แนวทางการปรับปรุงคุณภาพทางเคมีของดินในประเทศไทย", วารสารพัฒนาที่ดิน. 36 (372) : 24-36.

อารีรัตน์ น้องสินธุ์. 2542. อิทธิพลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการสะสมและถ่ายเทไนโตรเจนในต้นข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2554. ดินเพื่อการปลูกพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Bandyopadhyay, P.C. 2007. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. New York: Gene-Tech Books.

Brady, N.C. and Weil, R.R. 2008. The Nature and Properties of Soils. New Jersey: Peason, Upper Saddle River.

Douangboupha, K. and et al. 2004. "Demonstration Yield Trial of 12 Glutinous Promising Line", In Integrated Farming Systems Research. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Dounphady, K., Sitthihakpanya, B. and Khamlont, B. 2004. "Effect of NPK on Rice Yield of 4 PNG Varieties", In Soil Fertility and Nutrient Management. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Emmons, R.D. 2008. Turfgrass Science and Management. United States: Thomson.

Epstein, E. and Bloom, A.J. 2005. "Mineral Nutrition of Plants", In Principles and Perspectives. Massachusetts: Sinauer Associates.

Fageria, N.K. 2007. Growth and Mineral Nutrition of Field Crop. New York: Marcel Dakker.

Fageria, N.K., Slaton, N.A. and Baligar, V.C. 2003. Nutrition Management for Improving Lowland Rice Productivity and Sustainability. New York: Marcel Dakker.

Glendinning, J.S. 1999. Fertilizer Industry Fereration of Australia. Australia: CSIO Pub.

Gomez, K. and Gomez, A. 1983. Statistical Procedure for Agricultural Research. Los Banos: Laguna.

Haefele, S. M. and et al 2006. "Soil fertilizer management in the lowland rice environment of Laos", In Rice in Laos. Los Banos: International Rice Research Institute.

Havlin, J.L. and et al. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. New Jersey: Pearson, Upper Saddle River.

Keefer, R.F. 2000. Soils for Landscape Architechts. New York: Oxford University Press.

Lao-IRRI Rice Research and Training Project. 2000. Rice Production in Lao PDR. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Lao-IRRI Rice Research and Training Project. 2006. Rice Production in Lao PDR. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Linquist, B. and et al. 2006. "Rice Production Systems of Laos", In Rice in Laos. Los Banos: International Rice Research Institute.

Meteorology and Hydrology Provincial Service of Champasack. 2011. Climatology. Pakse: Champasak Province of Agriculture and Forestry Department.

National Rice Research Program and Lao-IRRI Rice Research and Training Project. 1995. Rice Production in the Lao PDR. Vientiane: National Agriculture and Forestry Research Institute.

Phengsouvanna, V. and Douangboupha, K. 2004. "Demonstration of 9 Improved Varieties at Phonengam Station", In Varietal Improvement. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Rasabandit, S. 2003. "Irrigated Rice Improvement in the Dry Season 2002-2003 in the Lao PDR", In Variety Improvement. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Rayment, G. E. and Higginson, F. R. 1992. "Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods", In Australian Soil and Land Survey Handbook. Melbourne & Sydney: Inkata Press.

Sims, J.T. 2000. "Soil Fertility Evaluation", In Handbook of Soil Science. Boca Raton: CRC Press.

Song, H. and He, Y. 2005. "Evaluating Soil Organic Matter with Visible Spectroscopy", In Instrumentation and Measurement Technology Conference. Ottawa: Academic Press.

Streeter, J. 2007. " Plant Nutrient", In Hartmann's Plant Science : Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants. New Jersey: Pearson, Upper Saddle River.

Sipaseuth, N. and et al. 2004. "Effect of NPK on Rice Yield of 4 PNG Varieties", In Soil Fertility and Nutrient Management. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Sengxua, P. and Linquist, B. 2000. "Plant Nutrition Omission Study", In Soil Fertility and Nutrient Management. Vientiane: Lao IRRI Rice Research and Training Project.

Sombounkhanh, K. and et al. 2006. "Responses of 3 Lao Rice Varieties to Nitrogen Fertilizer", Khon Kaen Agriculture Journal. 34(1): 29-37.

Wolf, B. 1999. The Fertile Triange : The Interrelationship of Air, Water and Nutritions in Maximining Soil Productivity. New York: The Haworth Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณเนื้อดิน ธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารในต้นข้าวโพนงาม 5

1. การวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil Texture)

1) น้ำหนักดินที่ใช้ทั้งหมด 20 กรัม

2) อนุภาคดินขนาด 2.00 - 0.05 มม. (sand)

$$\% \text{ sand} = \frac{(B-A)100}{20}$$

A = น้ำหนักบิกเกอร์

B = น้ำหนักบิกเกอร์ + sand

B-A = น้ำหนัก sand

3) อนุภาคดินขนาดเล็กกว่า 0.002 มม. (clay)

C = น้ำหนักบิกเกอร์

D = น้ำหนักบิกเกอร์ + clay + calgon

D-C = clay + calgon

4) น้ำหนักของ calgon (blank)

$$\% \text{ clay} = \frac{(D-C)-(F-E)100 \times 100}{20 \times 20}$$

E = น้ำหนักบิกเกอร์

F = น้ำหนักบิกเกอร์ + calgon

F-E = น้ำหนักของ calgon

(D-C)(F-E) = น้ำหนัก clay

5) อนุภาคดินขนาด 0.05-0.002 มม. (silt)

% silt = 100 - % sand -% clay

6) สรุปเนื้อดิน (soil texture)

Soil texture = % sand + % silt + % clay

2. การวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุในดิน

$$\% \text{ OM} = \frac{0.689 \times BN \times (B-S)}{A \times B}$$

BN = มล. ของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้กับ Blank และตัวอย่างดิน

S = มล. ของ $FeSO_4$ ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่างดิน

A = น้ำหนักตัวอย่างดิน (กรัม)

B = มล. ของ $FeSO_4$ ที่ใช้ไทเทรตกับ Blank

3. การวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดิน

3.1 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

$$\% \text{ N} = \frac{(A-B)\ C \times 1.4}{D}$$

A = มล. ของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง

B = มล. ของกรดที่ใช้กับ blank test

C = ความเข้มข้นของกรด (normal)

D = น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

3.2 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

$$\text{ppm P ของดิน} = \frac{Z \times Y \times \text{ปริมาตรสุดท้าย (มล.)}}{\text{Aliquot ที่ใช้ (มล.)}}$$

Y = อัตราส่วนของสารละลาย : น้ำหนักดิน

Z = ppm P ที่อ่านได้จาก standard curve

3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

$$\text{ppm K ของดิน} = \frac{A \times B}{C}$$

B = ปริมาตสุดท้าย (มล.)

C = น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

A = ppm K ที่อ่านได้จาก standard curve

4. การวิเคราะห์หาธาตุอาหารในต้นข้าว

4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืช

$$\%\ N = \frac{(A-B)\ C \times 0.014 \times 100 \times 100}{D \times E}$$

A = ปริมาตร 0.01N H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างพืช

B = ปริมาตร 0.01N H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับ blankนพมาศ

C = ความเข้มข้นของ H_2SO_4 (0.01N)

D = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

E = ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืช

$$\% P = \frac{\text{ppm from standard curve} \times 8 \times 100 \times 10^{-6} \times 100}{A \times B}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างพืช

B = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวัด

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในพืชโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy : AAS)

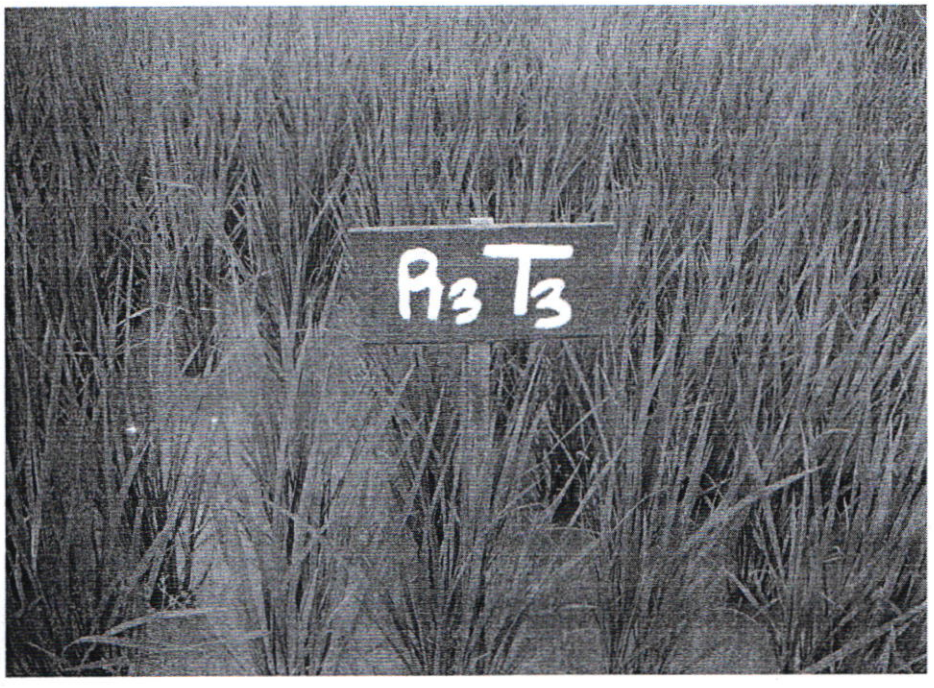
$$\% K = \frac{\text{AAS (ppm)} \times A \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 1{,}000{,}000}$$

A = ปริมาตรสุดท้ายของสารที่ย่อยเรียบร้อยแล้ว (100 ml)

ASS (ppm) = ปริมาณ K ที่วัดได้จากเครื่อง AAS

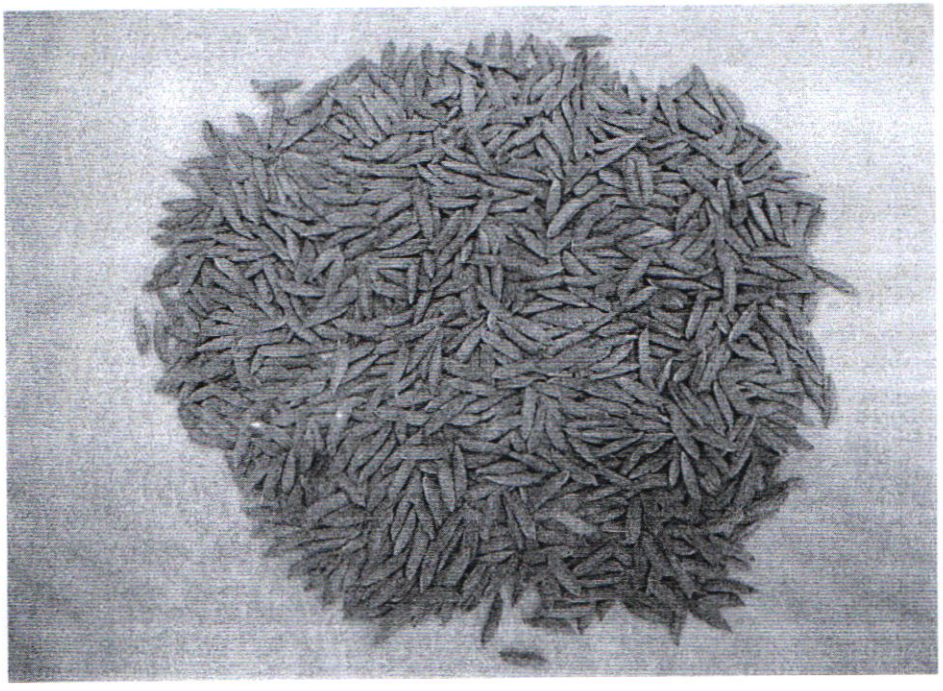
ภาคผนวก ข

ภาพงานทดลอง

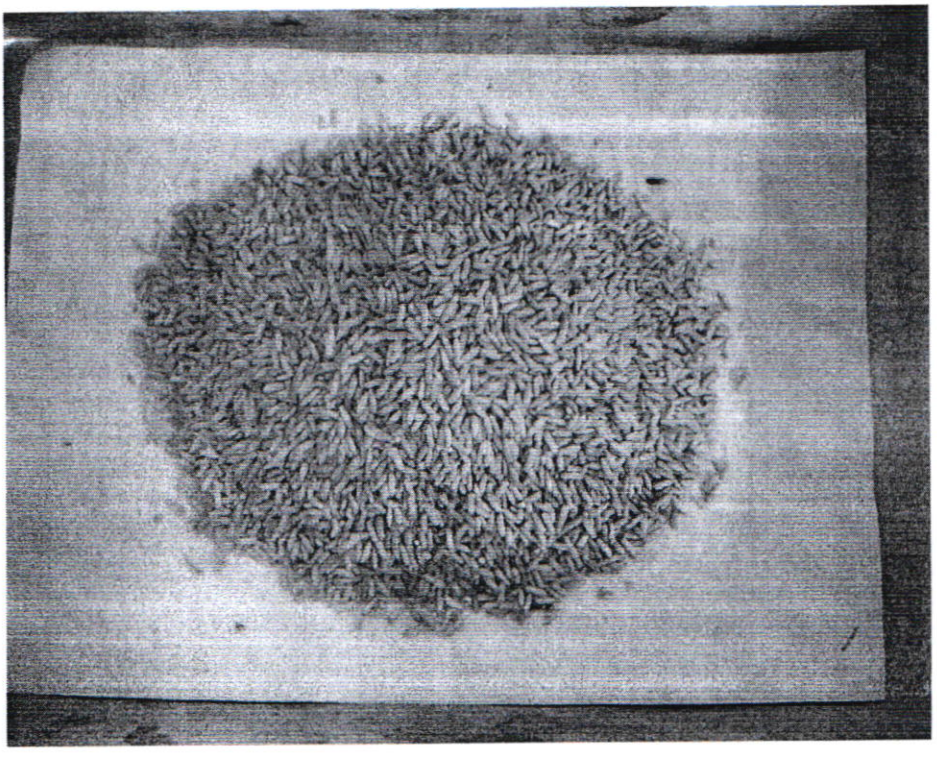


ภาพที่ 6 ข้าวโพนงาม 5 ระยะแตกกอ

ภาพที่ 7 ข้าวโพนงาม 5 ระยะเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 8 ผลผลิตข้าวเปลือกข้าวโพนงาม 5



ภาพที่ 9 ผลผลิตข้าวกล้องข้าวโพนงาม 5