ผลของจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ฤดูนาปี ในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

บุญสวน พรหมวงสา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

EFFECT OF NUMBER OF SEEDLINGS PER HILL ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF PHONENGAM 3 RICE IN WET SEASON IN SOUTHERN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

BOUNSUAN PHOMVONGSA

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 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมที่ปักดำต่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ฤดูนาปี ในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ผู้วิจัย นายบุญสวน พรหมวงสา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ วงส์พิเชษฐ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ลอศิริกุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์)

..... คณบดี

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพงษ์ วัฒนกูล)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา ที่กรุณาให้ความรู้ทางวิชาการ และวิธีการดำเนินการวิจัย และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ วงส์พิเชษฐ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ลอศิริกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้เรื่องการศึกษาตลอดจนให้คำชี้แนะในการทำงานวิจัยและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ในการตรวจแก้วิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณพี่ ๆ บุคลากรคณะเกษตรศาสตร์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำงานด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพงาม แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยเลี้ยงดูและสนับสนุนเป็นอย่างดี ขอขอบคุณญาติพี่น้อง และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่คอยให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอด

(นายบุญสวน พรหมวงสา)
ผู้วิจัย

ฝ่ายทอดสอบ สำนักวิทยบริการ ม.อุบลฯ
วันรับ(ฉบับสำเนา)การจาก
กองบริการ ๓๑ ม.ค. ๒๕๕๗

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ฤดูนาปี ในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

โดย : บุญสวน พรหมวงสา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร

ศัพท์สำคัญ : จำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุม ข้าวพันธุ์โพนงาม 3 การเจริญเติบโต ผลผลิต ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของประเทศลาว ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงพฤศจิกายน 2554 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 3 ซ้ำ โดยมี 5 ตำรับการทดลอง คือ จำนวนต้นกล้าที่ปักดำ 1, 2, 3, 4 และ 5 ต้นต่อหลุม โดยใช้พันธุ์ข้าวโพนงาม 3 ผลการทดลอง พบว่า การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์แตกต่างกันทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.01$) โดยการใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ดีที่สุดทั้งระยะ 30, 60 วันหลังปักดำและในระยะเก็บเกี่ยว แต่การใช้ต้นกล้าต่อหลุมไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตสูงสุด ถึง 488 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การใช้จำนวนต้นกล้า 4 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิต 484 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใช้ต้นกล้า 5 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตต่ำสุด 454 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การใช้ต้นกล้าต่อหลุมมีผลทำให้ความยาวของรวงและเมล็ดเต็มต่อรวงแตกต่างกันทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) โดยการปักดำต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมให้ความยาวรวงข้าวสูงสุด 26.63 เซนติเมตร และการใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมให้เต็มต่อรวงสูงสุดร้อยละ 82.84 แต่ไม่ทำให้รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า การใช้ต้นกล้า 2 ต้นต่อหลุมให้จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด 115.89 เมล็ดต่อรวง ส่วนการใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมมีผลทำให้การออกรวงต่อกอและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีแนวโน้มสูงสุด ถึงร้อยละ 81.83 และ 26.26 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ต้นกล้า 1 ถึง 4 ต้นต่อ

หลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ดูดใช้ธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มดีขึ้นและมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการใช้ต้นกล้า 1, 2, 4 ต้นต่อหลุมทำให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม ตามลำดับ มีการสะสมในเมล็ดสูงสุดร้อยละ 0.72, 1.49 และ 0.68 ตามลำดับ

ABSTRACT

TITLE : EFFECT OF NUMBER OF SEEDLINGS PER HILL ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF PHONENGAM 3 RICE IN WET SEASON IN SOUTHERN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

BY : BOUNSUAN PHOMVONGSA

DEGREE : MASTER OF SCIENCE (AGRICULTURE)

MAJOR : AGRICULTURE

CHAIR : ASSOC. PROF.SUWAT TERAPONGTANAKORN, Ph.D.

KEYWORDS : NUMBER OF SEEDLINGS PER HILL / PHONENGAM 3 RICE / GROWTH YIELD / SOUTHERN LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPLUBLIC

The experiment was conducted at Phonengam Rice Research and Multiplied Seed Center in Champasak Province, Lao PDR, during May to November, 2011 to investigate the effect of number of seedling per hill on growth, yield and yield components and nutrients uptake of transplanting Phonengam 3 rice. The field experiment was set in Randomized Complete Block Design with 3 replications and five levels of number of seedling per hill (1, 2, 3, 4 and 5 seedlings per hill). Results showed that The effect of number of seedlings per hill on relative growth rate was significantly at 0.01 probability level, the best relative growth rate was found from one seedling per hill treatment all 30, 60 days after transplanting and at harvested stage. But the effect of number of seedlings per hill on yield was not significant but the three seedlings per hill tended to give highest grain yield with 488 kg rai^{-1}, the second is the four seedlings per hill treatment with 484 kg rai^{-1}, whereas the lowest yield was found from the five seedlings per hill treatment with 454 kg rai^{-1}. The effect of number of seedlings per hill on panicle length and percentage filled grains per panicle was significantly at 0.05 probability level namely, the most panicle length was found from one seedling per hill treatment with 26.63 centimeter and the number of grain per panicle was highest from three seedlings per hill treatment with 83.82 percent. The effect of number of seedlings per hill on percentage of panicle per hill, number of grain per panicle and 1,000 grains weight was not significant. The number of grain was found mostly from two

seedlings per hill treatment with 115.89 grain per panicle, the percentage of panicle per hill and 1,000 grains weight were highest from three seedlings per hill treatment with 81.83 percent and 26.26 gram, respectively. An increasing or decreasing more or less three seedlings per hill reduced yield and yield components of Phonengam 3 rice variety. While the 1 to 4 seedlings per hill to the Phonengam 3 rice uptake nutrients better all the three species tend to have sufficient amount of growth. The 2, 1 and 4 seedlings per hill with Nitrogen, Phosphorus and Potassium, respectively, accumulate in the highest seed 1.49, 0.72 and 0.68 percent, respectively.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การตรวจเอกสาร	
2.1 สภาพพื้นที่ปลูกข้าวในภาคใต้ของประเทศลาว	4
2.2 ข้าวพันธุ์โพนงาม 3	7
2.3 ผลผลิตและองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิตข้าว	8
2.4 ธาตุอาหารและการดูดใช้ (nutrients uptake) ธาตุอาหารของข้าว	13
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วัสดุอุปกรณ์	17
3.2 วิธีดำการเนินงาน	17
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	20
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการทดลอง	
4.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่สนามบินแขวงจำปาสัก ซึ่งใกล้กับสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงามเมืองปากเซแขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554	25
4.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง	26
4.3 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลอง	29
4.4 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3	29
4.5 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3	31
4.6 ผลการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrients uptake) ของต้นข้าว	32
5 อภิปรายผลการทดลอง	
5.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศและการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3	36
5.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงก่อนและหลังการทดลอง	36
5.3 ผลการวิเคราะห์น้ำในแปลงทดลอง	36
5.4 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3	37
5.5 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3	37
5.6 ผลการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrients uptake) ของต้นข้าว	39
6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	**40**
เอกสารอ้างอิง	**41**
ภาคผนวก	**45**
ประวัติผู้วิจัย	**56**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดิน (เนื้อดิน) ในแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 3 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	26
2	สมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 3 ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	27
3	สมบัติทางเคมีของดินในแปลงหลังการทดลอง ในระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร	28
4	ค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรดด่างของน้ำในแปลงทดลอง	29
5	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ	30
6	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (แตกกอสูงสุด)	30
7	การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะเก็บเกี่ยว	31
8	ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3	32
9	การดูดใช้ธาตุอาหารในต้นข้าวช่วง 60 วัน หลังปักดำ	33
10	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวช่วง 60 วัน หลังปักดำ	33
11	การดูดใช้ธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว	34
12	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว	35
13	การสะสมปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวสารและแกลบ	35

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	4
2	แผนผังการทดลอง	18
3	แผนผังการปลูกในแปลงย่อย	18
4	การกระจายปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 3 ในแปลงทดลองสถานีวิจัย และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554	25

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์และอักษรย่อ	คำอธิบาย
กก.	กิโลกรัม
ก.	กรัม
มก.	มิลลิกรัม
%	เปอร์เซ็นต์
ซม.	เซนติเมตร
มก./มก -วัน	มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมต่อวัน
มก./ซม^2-วัน	มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน

สัญลักษณ์และอักษรย่อภาษาอังกฤษ	คำอธิบาย
ppm	Parts per million (1/1,000,000)
RGR	Relative Growth Rate
HI	Harvest Index
LAI	Leaf Area Index
SLW	Specific Leaf Weight
dS/m	Decisiemens per meter
pH	Percentage of hydrogen concentration

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย

ข้าว (*Oryza sativa* L.) จัดเป็นพืชในวงศ์หญ้า (Gramineae) อยู่ในสกุล *Oryza* ข้าวพันธุ์โพนงาม 3 เป็นพันธุ์ข้าวที่โครงการ Lao-IRRI Project ได้ทำการผสมพันธุ์และนำเข้ามาคัดเลือกพันธุ์ที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของประเทศลาว เป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวแสงสามารถปลูกได้สองฤดูต่อปี (นาปีและนาปรัง) เป็นข้าวเหนียวที่มีคุณภาพดี มีความเหมาะสมต่อการปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศลาว และเป็นพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกทางภาคกลางและภาคใต้ (โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ, 2548) ในปัจจุบันรัฐบาลลาวได้มีนโยบายในการส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มการปลูกข้าว โดยการเพิ่มพื้นที่ และเพิ่มผลผลิตต่อไร่ เพื่อผลิตอาหารให้เพียงพอต่อการบริโภคของประชากรภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออก และปัจจุบัน ราคาข้าวทั้งตลาดภายในและต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกัน พื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Voradeth et al., 2004) ซึ่งคาดว่าข้าวพันธุ์ดังกล่าวจะเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในภาคใต้ของประเทศลาว นิยมปลูกเพื่อบริโภค และการค้าในอนาคต

การปลูกข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ของเกษตรกรอยู่ทางภาคใต้ของประเทศลาว ในปัจจุบันยังพบกับปัญหาผลผลิตต่ำ โดยเฉลี่ย 320 กิโลกรัมต่อไร่ (Sihanath, 2004) สาเหตุหนึ่ง อาจเนื่องมาจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม นอกจากนี้ การปลูกข้าวต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน ภัยน้ำท่วม ภัยแห้งแล้ง โรคและแมลงศัตรูพืชทำลาย และการใช้จำนวนต้นกล้าที่ไม่เหมาะสมต่อหลุมในการปักดำ ปัจจัยเหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การปลูกข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ได้ผลผลิตต่ำ แต่การจัดการปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ให้เหมาะสมกับการปลูกข้าวมักเกี่ยวข้องกับการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ที่เกษตรกรลาวทำได้ยาก ฉะนั้นการปรับจำนวนต้นกล้าต่อหลุมให้เหมาะสมก่อนการปักดำ ซึ่งเกษตรกรสามารถทำได้ง่าย ไม่กระทบต่อต้นทุนมาก และอาจทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์นี้เพิ่มขึ้นได้ น่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาขณะนี้

เนื่องจากการให้ผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญหลายอย่าง เช่น จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวของรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง

และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Hill, 2004) แต่องค์ประกอบผลผลิตเหล่านั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ เพราะถ้าใช้จำนวนต้นกล้ามากเกินไปต่อหลุมในการปักดำ จะทำให้ต้นข้าวเกิดความหนาแน่นมากเกินไป และเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ทำให้ปัจจัยเหล่านี้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว จึงส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิตไม่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของข้าว ในขณะที่ถ้าใช้จำนวนต้นกล้าน้อยเกินไปต่อหลุม จะทำให้ต้นข้าวไม่มีความหนาแน่น และไม่เกิดการแก่งแย่ง ซึ่งจะทำให้ปัจจัยที่สำคัญเหล่านั้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวเกิดการชดเชยองค์ประกอบบางอย่างของผลผลิตข้าวได้สุดท้ายจึงทำให้องค์ประกอบผลผลิตเหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของข้าว ดังนั้น การเพิ่มหรือลดจำนวนต้นกล้าต่อหลุมมากเกินไปในการปักดำ อาจทำให้องค์ประกอบผลผลิตข้าวไม่เหมาะสม และทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ต่ำลง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3

1.2.2 เพื่อศึกษาหาจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมที่เหมาะสมต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวโพนงาม 3

1.2.3 เพื่อทราบถึงการดูดธาตุอาหาร (uptake) N P และ K ของต้นข้าว

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การใช้จำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมที่เหมาะสม จะทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบโตขององค์ประกอบผลผลิตดี และให้ผลผลิตสูงขึ้น

1.3.2 การใช้จำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมที่เหมาะสม จะทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ดีขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการเจริญเติบโตขององค์ประกอบผลผลิตสำหรับการให้ผลผลิต โดยเป็นการศึกษาข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ที่ใช้จำนวนต้นกล้าต่างกันต่อหลุมในการปักดำที่ปลูกในฤดูฝน ปี พ.ศ. 2554 ในสภาพพื้นที่แปลงทดลองของสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม แขวงจำปาสัก ทางภาคใต้ของประเทศลาว

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตขององค์ประกอบผลผลิต และการให้ผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3

1.5.2 มีข้อมูล และสารสนเทศที่จะแนะนำต่อเกษตรกรในการปลูกข้าวพันธุ์โพนงาม 3

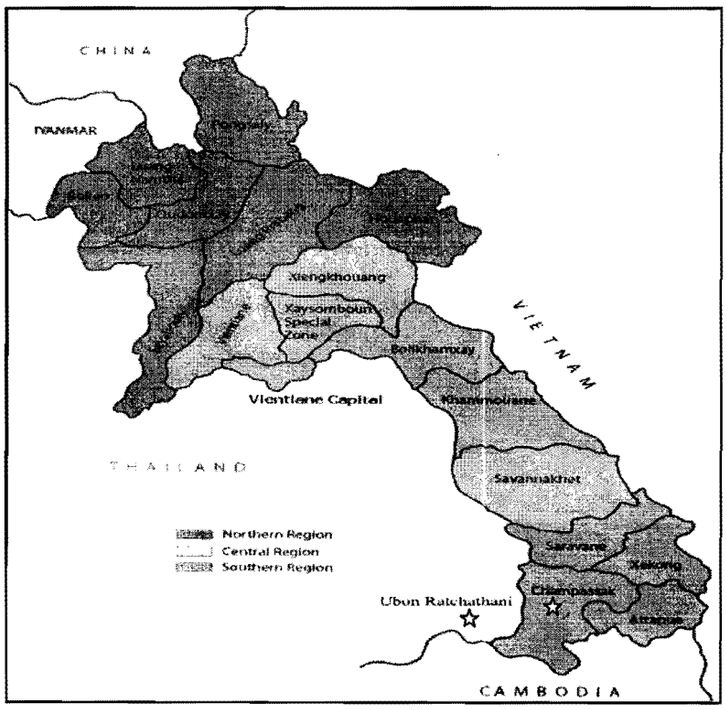
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สภาพการปลูกข้าวในภาคใต้ของประเทศลาว

2.1.1 สภาพพื้นที่ปลูกข้าวในภาคใต้และในสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม

ประเทศลาวแบ่งเป็นสามภาค คือ ภาคใต้ ภาคกลางและภาคเหนือ ส่วนภาคใต้ประกอบด้วย 4 แขวง (จังหวัด) คือ แขวงจำปาสัก สาละวัน เซกอง และอัตตะปือ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14-16 องศาเหนือ และลองติจุดระหว่าง 105-108 องศาตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 101 เมตร โดยภาคใต้ตอนบนติดกับแขวงสะวันนะเขต ตอนล่างติดประเทศกัมพูชา ด้านตะวันออกติดภาคใต้ของประเทศเวียดนาม และด้านตะวันตกติดกับประเทศไทย (ในส่วนของจังหวัดอุบลราชธานี) และโดยส่วนใหญ่พื้นที่ 2 ใน 3 มีสภาพเป็นภูเขา (Linquist and Sengxua, 2001)



ภาพที่ 1 พื้นที่ภาคใต้ของลาว (Linquist and Sengxua, 2001)

ภาคใต้ของประเทศลาว มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีประมาณ 1,229,000 ไร่ หรือคิดเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ จากพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดทั่วประเทศ และเป็นอันดับ 3 รองจากภาคกลาง และภาคเหนือ ปัจจุบันการผลิตข้าวของประเทศลาว แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ การปลูกข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝน 94 เปอร์เซ็นต์ (แบ่งเป็นนาลุ่ม 89 และนาดอน 5 เปอร์เซ็นต์) และนาปรัง (นาลุ่ม) 6 เปอร์เซ็นต์ (Schiller et al., 2006) และการผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นเท่าตัวในปี พ.ศ. 2558 ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของรัฐบาล (Lengsawate, 2010)

Monthathip et al., (2006) รายงานข้อมูลจากศูนย์สำรวจ และแบ่งเขตดินเกษตร (Soil Survey and Land Classification Center, SSLCC) ร่วมกับสถาบันวิจัยเกษตรและป่าไม้ (National Agriculture and Forestry Institute, NAFRI) โดยสนับสนุนจาก FAO/UNESCO ได้ทำการสำรวจดินในภาคเหนือและภาคใต้ของลาว สำหรับจัดแบ่งดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร ความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า ดินในพื้นที่ปลูกข้าวทางภาคเหนือ ส่วนมากเป็นดินร่วน และร่วนเหนียวที่มีอินทรียวัตถุ (organic matter) สูงกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ และมี pH ระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งมีความเหมาะสมในการปลูกข้าว ในขณะที่ดินในพื้นที่ปลูกข้าวทางภาคใต้ ส่วนมากเป็นดินทราย และร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุ (organic matter) ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ และมี pH ต่ำกว่า 5.5 ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ

สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม ตั้งอยู่บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ทางภาคใต้ของประเทศลาว ซึ่งเป็นสถานีที่ได้ปลูกข้าวต่อเนื่อง (นาปีและนาปรัง) เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสนับสนุนให้แก่การผลิตของเกษตรกรทางภาคใต้และภาคกลาง แต่ขาดการปรับปรุงดิน จึงทำให้ดินที่ใช้ในการปลูกข้าวของสถานี มีความอุดมสมบูรณ์ลดลง สอดคล้องกับผลการรายงานของ Monthathip et al., (2006) พบว่า สภาพดินในสถานี เป็นดินที่มีอินทรียวัตถุ (organic matter) ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมากเป็นดินทราย และร่วนปนทราย มี pH ต่ำกว่า 5.5 และมีการปลูกข้าวต่อเนื่องสองครั้งต่อปี ทำให้ดินในพื้นที่ปลูกข้าวของสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงามมีความอุดมสมบูรณ์ลดลง

2.1.2 ระบบการปลูกข้าวในภาคใต้ของประเทศลาว

การปลูกข้าวของเกษตรกรในภาคใต้ของประเทศลาวมีมานานแล้ว แต่เป็นการปลูกข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งกลายเป็นระบบการผลิตข้าวหลักของประเทศลาว โดย 94 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวแห่งชาติ มาจากผลผลิตข้าวนาปี ซึ่งเป็นการปลูกข้าวตามฤดูกาล (Rasabandith et al., 2004) ปัจจุบันรัฐบาลลาว ได้มีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มการปลูกข้าว เพื่อผลิตอาหารให้เพียงพอสำหรับการบริโภคของประชากรภายในประเทศ และเป็นสินค้าส่งออก โดยทั่วไป การปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรลาว เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลาย

เดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน และในการปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรในภาคใต้ของประเทศลาว มีทั้งการปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวพันธุ์ปรับปรุง แต่ในปัจจุบันการปลูกข้าวส่วนใหญ่ได้ข้าวพันธุ์ปรับปรุงเข้าในการผลิต ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง คุณภาพดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ

ประเทศลาวเป็นประเทศที่ทำเกษตรกรรมเป็นหลัก และปลูกข้าวสองครั้งต่อปี คือ การปลูกข้าวนาปีที่อาศัยน้ำฝน ที่เป็นระบบการผลิตข้าวส่วนใหญ่ของประเทศ และการปลูกข้าวนาปรังที่อาศัยน้ำชลประทานจากแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาต่างๆ การปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ-สังคม และนโยบายส่งเสริมการผลิตของรัฐบาล และเกษตรกรส่วนหนึ่งที่มีเงื่อนไขสะดวก เช่น มีต้นทุน พื้นที่ เมล็ดพันธุ์ข้าว ปุ๋ย และมีน้ำเพียงพอ หรือเกษตรกรผู้ที่ได้รับผลกระทบจนทำให้ผลผลิตเสียหายจากภัยน้ำท่วม ภัยแห้งแล้ง โรคแมลงศัตรูพืชทำลายในช่วงการผลิตข้าวนาปีที่ผ่านมา จึงทำให้เกษตรกรต้องหันมาปลูกข้าวนาปรังเพื่อทดแทนผลผลิตข้าวที่เสียไป แต่โดยทั่วไปการปลูกข้าวนาปรังในประเทศลาวใช้ต้นทุนค่อนข้างสูงในการผลิต ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับเกษตรกรในภาคใต้ของลาว และการปลูกข้าวนาปรังปกติจะเริ่มตั้งแต่ช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม และเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

2.1.3 เทคนิคการปลูกข้าวในภาคใต้ของประเทศลาว

ปัจจุบัน รัฐบาลลาวได้มีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มการผลิตข้าวพร้อมทั้งขยายพื้นที่การผลิตและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่หลายวิธีการ เช่น ให้ความสำคัญเกี่ยวกับงานการเกษตรในระดับนโยบาย ส่งนักวิชาการไปเพิ่มพูนวิชาการทั้งภายในและภายนอกประเทศ ส่งเสริมให้เกษตรกรนำเทคนิคต่างๆมาใช้เข้าในการผลิต พร้อมกันนั้นก็ได้ให้สถาบันวิจัยการเกษตรและป่าไม้ กระทรวงเกษตรและป่าไม้ ที่เป็นหน่วยงานหลักในการค้นคว้าและวิจัยหาเทคนิคใหม่ๆ เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น

การผลิตที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก หรือการผลิตตามความเคยชินของเกษตรกรแต่ละท้องถิ่น เช่น ปลูกข้าวแล้วปล่อยให้ต้นข้าวเจริญเติบโตโดยตามธรรมชาติโดยไม่ใส่ปุ๋ย การใช้ระยะปักดำถี่หรือห่างเกินไป และการใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมมากหรือน้อยเกินไปในการปักดำ อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตตกต่ำ แต่เนื่องจากว่าเกษตรกรลาวส่วนใหญ่ นิยมใช้จำนวนต้นกล้ามากต่อหลุมในการปักดำเพื่อจะทำให้ต้นข้าวส่วนหนึ่งรอดพ้นจากความเสียหายในกรณีมีการเข้าทำลายจากโรคแมลงศัตรูพืช และจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม จากผลการรายงานของ Linquist and Sengxua (2001); Schiller et al. (2006) พบว่า เกษตรกรภาคใต้ของประเทศลาว ปลูกข้าวโดยส่วนใหญ่ใช้จำนวนต้นกล้า 3-6 ต้นต่อหลุม ในการปักดำ ซึ่งต้นกล้าต่อหลุมจำนวนดังกล่าว

อาจเป็นจำนวนที่ไม่เหมาะสมในการปักดำสำหรับข้าวพันธุ์ดังกล่าว ซึ่งอาจทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตไม่ดี องค์ประกอบไม่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตจึงทำให้ผลผลิตข้าวตกต่ำ โดยเฉลี่ยเพียง 320 กิโลกรัมต่อไร่ (Sihanath, 2004)

ในขณะที่สถาบันวิจัยเกษตร และป่าไม้ ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยข้าวโดยตรงได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมที่เหมาะสมในการปักดำข้าวพันธุ์ดังกล่าว เช่น ถ้าเกษตรกรใช้ระยะปักดำ 20 x 20 เซนติเมตร ให้ใช้จำนวนต้นกล้า 2-3 ต้นต่อหลุม และใช้ระยะปักดำ 25 x 25 เซนติเมตร ให้ใช้จำนวนต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุม แต่ถ้าใช้ระยะปักดำ 30 x 30 เซนติเมตร ให้เพิ่มจำนวนต้นกล้าเป็น 4-6 ต้นต่อหลุม แต่การใช้ระยะปลูกดังกล่าวนี้ พบว่า เกษตรกรจะใช้ในกรณีดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก เช่น บางพื้นที่ทางภาคเหนือ และภาคกลาง แต่โดยทั่วไปมีเกษตรกรจำนวนน้อยมากที่ใช้ระยะดังกล่าวในการปักดำ (Schiller et al., 2006) หากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเกษตรกรส่วนมากมักจะปักดำโดยใช้ระยะถี่เข้าแต่ในทางตรงข้าม ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงเกษตรกรจะใช้ระยะปักดำห่างออก ในขณะที่ ดินในพื้นที่ภาคใต้ของลาว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เกษตรกรส่วนมากใช้ระยะปักดำ 25 x 25 เซนติเมตร (โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ, 2548)

การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นข้าว เพราะจำนวนต้นกล้าต่อหลุมจะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความหนาแน่นของต้นข้าว และมีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตของต้นข้าว ซึ่งจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าว นอกจากนี้การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมยังเกี่ยวข้องกับการจัดการจับต้นกล้าในเวลาปักดำ ต้นทุนเมล็ดพันธุ์ข้าว ดังนั้นการใช้จำนวนต้นมากต่อหลุมก็ทำให้มีปัญหาตามมาหลายอย่าง เช่น ทำให้จัดการยากในการจับต้นกล้าเวลาปักดำ สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ข้าว ต้นข้าวเกิดความหนาแน่นมากเกินไป ทำให้เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ในทางตรงข้าม ถ้าใช้จำนวนต้นกล้าน้อยต่อหลุมในการปักดำ ก็จัดการจับต้นกล้าง่ายในเวลาปักดำ ประหยัดเมล็ดพันธุ์ ไม่เกิดความหนาแน่นมาก และไม่เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง จะทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่และสามารถชดเชยองค์ประกอบบางอย่างของผลผลิตข้าวได้จำนวนหนึ่ง ในขณะที่ ถ้าใช้จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมต่อหลุมในการปักดำ อาจทำให้ได้องค์ประกอบผลผลิตข้าวมีความเหมาะสม จึงอาจทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มสูงขึ้น

2.2 ข้าวพันธุ์โพนงาม 3

ข้าวโพนงาม 3 เป็นข้าวเหนียวพันธุ์ปรับปรุงที่โครงการ Lao-IRRI ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติประเทศฟิลิปปินส์และรัฐบาลประเทศลาว ได้ทำการผสมพันธุ์และนำเข้ามาคัดเลือกที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม แขวงจำปาสัก ภาคใต้ของ

ประเทศลาว ในปี พ.ศ. 2540 มีคู่ผสม คือ IR60290-CPA-1-2-1-1-3/IR57519-PMI5 และ IR57458-PMI-17-B-1-1 มีชื่อสายพันธุ์ IR68835-44-8-B-B-3-5-B-PNG-B เป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดี เมล็ดข้าวมีความนุ่ม ต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี และมีอายุเก็บเกี่ยว 130-135 วัน เหมาะกับพื้นที่อุดมสมบูรณ์สูง ลำต้นแข็งแรง ความสูงประมาณ 100-110 เซนติเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28 กรัม และผลผลิตสำหรับนาปีมีแนวโน้มสูงถึง 640 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งรัฐบาลลาวได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในภาคกลางและภาคใต้ (โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ, 2548) ในขณะที่ระบบการผลิตข้าวทางภาคใต้ของประเทศลาว ในปัจจุบันส่วนมากเป็นการปลูกข้าวแบบนาดำ ส่วนใหญ่ใช้ข้าวพันธุ์ปรับปรุงในการผลิต และหนึ่งในพันธุ์ข้าวเหล่านั้น คือ พันธุ์โพนงาม 3 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรทางภาคใต้ของลาวกำลังนิยมใช้ในการปลูกค่อนข้างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งฤดูนาปี และนาปรัง

ข้าวพันธุ์โพนงาม 3 เป็นพันธุ์ที่ส่วนราชการหรือภาครัฐบาลได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ภาคกลางและภาคใต้ของประเทศลาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 เป็นต้นมา จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรหันมาขยายพื้นที่ปลูกจนได้แพร่ขยายถึงพื้นที่ภาคเหนือ และปัจจุบัน พื้นที่ปลูกทั่วประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Voradeth et al., 2004) ซึ่งคาดว่าข้าวพันธุ์ดังกล่าว จะเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในภาคใต้ของประเทศลาว นิยมปลูกเพื่อบริโภค และเพื่อการค้าในอนาคต

2.3 ผลผลิตและองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิตข้าว

2.3.1 องค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิตข้าว

การให้ผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญหลายอย่าง เช่น จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวของรวง จำนวนเมล็ดและจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Hill, 2004) ถ้าต้นข้าวแตกหน่อน้อยก็จะได้จำนวนหน่อและรวงต่อกอน้อยลง แต่ถ้าต้นข้าวแตกหน่อดีก็จะได้จำนวนหน่อต่อกอมากขึ้น และมีโอกาสมากที่จะได้จำนวนรวงต่อกอมากขึ้น ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อรวงก็มีความสำคัญต่อผลผลิตข้าวเช่นกัน คือ ถ้าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีน้อยก็จะได้ผลผลิตข้าวต่ำไปด้วย แต่ถ้าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีมากก็ทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นได้ ในลักษณะเดียวกัน จำนวนเมล็ดดีต่อรวงก็มีความสำคัญต่อผลผลิตข้าว คือ ถ้าจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมีน้อย ก็จะได้ผลผลิตข้าวต่ำไปด้วย แต่ถ้าจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมีมาก ก็ทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นได้ นอกจากนั้น น้ำหนักของเมล็ดเป็นน้ำหนักหลักของผลผลิตข้าว นั่นคือ ถ้าน้ำหนักของเมล็ดต่ำ ก็จะได้น้ำหนักของผลผลิตข้าวต่ำ แต่ถ้าน้ำหนักเมล็ดสูง ก็จะได้น้ำหนักของผลผลิตข้าวสูงขึ้นได้ ฉะนั้นองค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตเหล่านี้ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการให้ผลผลิตของข้าว

2.3.2.1 จำนวนหน่อต่อกอของต้นข้าว

นอกจากปัจจัยพันธุ์ข้าว อายุของต้นกล้า ความลึกของการปัก ธาตุไนโตรเจน น้ำ แสงสว่าง อุณหภูมิ และระยะปักดำ ที่มีผลต่อจำนวนหน่อของต้นข้าวแล้ว การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำก็มีผลต่อจำนวนหน่อของต้นข้าวเช่นกัน โดยปกติ ต้นข้าวแต่ละต้นมีศักยภาพในการให้จำนวนหน่อระหว่าง 6-18 หน่อต่อต้น (Yoshida, 1981) การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมมีผลโดยตรงต่อความหนาแน่นของต้นข้าว และทำให้ต้นข้าวเกิดการแก่งแย่งปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น ธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ฉะนั้น ถ้าใช้จำนวนต้นกล้าน้อยต่อหลุม ทำให้ต้นข้าวได้รับปัจจัยต่างๆ เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและแตกหน่อ จึงทำให้ต้นข้าวแตกหน่อต่อต้นมากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าใช้จำนวนต้นกล้ามากต่อหลุม จะทำให้ต้นข้าวจะเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ซึ่งจะทำให้ปัจจัยที่จำเป็นเหล่านี้ ไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบ และบำรุงเลี้ยงหน่ออ่อนของต้นข้าวที่มีจำนวนมาก ทำให้หน่อน้อยจำนวนหนึ่งเกิดความอ่อนแอและตายไป จึงทำให้ต้นข้าวแตกหน่อน้อยลง

ต้นกล้าข้าวจะแตกหน่อเมื่ออายุได้ประมาณ 14 วัน หรือต้นกล้าเกิดใบได้ประมาณ 3-4 ใบ ซึ่งแขนงที่เกิดออกจากต้นแม่เรียกว่า แขนงที่หนึ่ง (primary tillers) แขนงที่หนึ่งจะให้กำเนิดแขนงเรียกว่า แขนงที่สอง (secondary tillers) และแขนงที่สองจะให้กำเนิดแขนงเรียกว่า แขนงที่สาม (tertiary tillers) โดยทั่วไป ต้นข้าวจะแตกแขนงออกมาสูงสุดเพียงแต่แขนงที่สามเท่านั้น ไม่พบว่า ต้นข้าวกำเนิดแขนงที่สี่

การเพิ่มจำนวนต้นกล้ามากต่อหลุมในการปักดำอาจทำให้จำนวนหน่อต่อหลุมเพิ่มขึ้น จากการศึกษาผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมของข้าวพันธุ์ BRRI Dhan 33 ซึ่งเป็นพันธุ์ไม่ไวแสงในประเทศบังคลาเทศ ของ Islam et al. (2008) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำทำให้จำนวนหน่อต่อหลุมเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อจำนวนหน่อของข้าวพันธุ์ BRRI Dhan 41 เป็นพันธุ์ข้าวไม่ไวแสง ในประเทศบังคลาเทศเช่นเดียวกันกับของ Islam et al. (2010) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมมากขึ้น ทำให้จำนวนหน่อต่อหลุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการแตกหน่อของต้นข้าว ได้แก่พันธุกรรมข้าว ธาตุไนโตรเจน จำนวนต้นกล้าต่อหลุมที่ปักดำ อายุของต้นกล้า ระยะปักดำ ความเข้มของแสง แมลงศัตรูพืช น้ำ และความลึกในการปักดำ

2.3.2.2 จำนวนรวงต่อกอของข้าว

รวงข้าวเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของการให้ผลผลิตของต้นข้าว และเป็นผลมาจากจำนวนหน่อต่อหลุมของต้นข้าว แต่โดยทั่วไป จำนวนหน่อของต้นข้าวทั้งหมดที่ได้จากการแตกหน่อมีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ จะตาย เนื่องจากการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสง

สว่าง มีเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ ที่เจริญเติบโตจนสามารถให้รวงได้ (Mirza et al., 2009) การใช้ต้นกล้าจำนวนน้อยต่อหลุมในการปักดำ จะทำให้ต้นข้าวมีปัจจัยต่างๆเพียงพอต่อการเจริญเติบโต แต่จะได้จำนวนรวงข้าวไม่มาก ในขณะที่การใช้จำนวนต้นกล้ามากต่อหลุมในการปักดำจะทำให้ต้นข้าวเพิ่มการแข่งขัน เพื่อแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง จึงทำให้หน่ออ่อนของต้นข้าวจำนวนหนึ่งเกิดความอ่อนแอและตายเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำต่อจำนวนรวงของข้าวพันธุ์ BINA Dhan 4 ในประเทศบังคลาเทศของ Miah et al. (2004) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้ามากต่อหลุมในการปักดำ จะทำให้จำนวนรวงของต้นข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมต่อหลุมในการปักดำ อาจทำให้ได้รวงข้าวในจำนวนที่เหมาะสมแก่การให้ผลผลิต และอาจเป็นการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยไม่กระทบต่อต้นทุนมาก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการให้จำนวนรวงของต้นข้าว ได้แก่ พันธุกรรมข้าว จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ น้ำในแปลงนา และโรคและแมลงศัตรูพืช

2.3.2.3 ความยาวรวงของข้าว

การแก่งแย่งแข่งขันจากความหนาแน่นของต้นข้าวมีผลกระทบต่อขนาดของรวงข้าว ความหนาแน่นสูงจะทำให้ต้นข้าวเพิ่มการแข่งขันในการแก่งแย่งธาตุอาหาร และแสงสว่าง เป็นต้น การแก่งแย่งดังกล่าวทำให้ต้นข้าวได้รับธาตุอาหารและแสงสว่างไม่เพียงพอ จึงอาจมีผลทำให้ต้นข้าวลดความยาวของรวงลง การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ จึงน่าจะมีผลทำให้ความยาวของรวงข้าวลดลง จากการศึกษาของ Rahman et al. (2007) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำทำให้ความยาวรวงข้าวลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Mirza et al. (2009) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ ทำให้ความยาวของรวงข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความยาวของรวงข้าว ได้แก่ พันธุกรรมข้าว จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ และระยะปักดำ

2.3.2.4 จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว

ความหนาแน่นของต้นข้าวเป็นสาเหตุการแก่งแย่ง ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวลดลง การเพิ่มต้นกล้าต่อหลุมที่มากขึ้น จะทำให้จำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงข้าวลดลง จากการศึกษาของ Roshan et al. (2011) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้ามากกว่า 3 ต้นต่อหลุม ในการปักดำ ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงข้าวลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Bozorgi et al. (2011) พบว่า การใช้จำนวนต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุม มีความเหมาะสมที่สุดต่อการให้จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว ซึ่งทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวมีแนวโน้มที่มากขึ้นสูง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว ได้แก่ พันธุกรรมข้าว จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำ และระยะปักดำ

2.3.2.5 จำนวนเมล็ดดีต่อรวง

Miah et al. (2004) รายงานว่า การใช้ต้นกล้าจำนวนมากต่อหลุมในการปักดำของต้นข้าวไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดดีของเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาของ Obulama et al. (2004) พบว่า การใช้จำนวนต้นกล้าที่มากขึ้นต่อหลุม จะทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนเมล็ดดีของข้าว ได้แก่ พันธุกรรมข้าว จำนวนต้นกล้าในการปักดำ น้ำในแปลงนา และโรคและแมลงศัตรูพืช

2.3.2.6 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

Ahmad et al. (2005) รายงานว่า จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าวมากนัก ถ้าหากเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมมากเกินไปก็อาจมีผลต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าวด้วย เนื่องจากต้นข้าวเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหารสูงทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้ไม่เพียงพอ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการให้น้ำหนักของเมล็ดข้าว จึงอาจส่งผลต่อการสะสมน้ำหนักของเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาของ Roshan et al. (2011) พบว่า การใช้จำนวนต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุม มีแนวโน้มเหมาะสมต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าว ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของข้าว ได้แก่ พันธุกรรมข้าว และธาตุไนโตรเจน

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ด จะถูกควบคุมโดยพันธุกรรมของข้าวและความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนแล้ว ความหนาแน่นของต้นข้าวจึงกระทบต่อน้ำหนักของเมล็ด เพราะความหนาแน่นทำให้ต้นข้าวแก่งแย่งธาตุอาหาร ทำให้ธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างอาหารของต้นข้าว การศึกษาของ Rahman et al. (2007) พบว่า การเพิ่มอัตราของธาตุไนโตรเจนมีผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยทำให้น้ำหนักของเมล็ดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ahmad et al. (2005) พบว่า การเพิ่มอัตราของธาตุไนโตรเจนต่อน้ำหนักเมล็ดของข้าว โดยมีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญหลายอย่างเหล่านั้นจะมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของข้าว แต่ก็ยังมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุกรรมข้าว สภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม และการใช้จำนวนต้นกล้าที่ไม่เหมาะสมต่อหลุมในการปักดำที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตขององค์ประกอบผลผลิตข้าวเหล่านั้นด้วย ถ้าว่าปัจจัยต่างๆ เหล่านั้นมีข้อจำกัดหรือมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตขององค์ประกอบผลผลิตของข้าวจะทำให้องค์ประกอบผลผลิตข้าวไม่มีความเหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของข้าว และอาจทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง ในขณะที่ถ้าปรับจำนวนต้นกล้าให้เหมาะสมต่อหลุมก่อนปักดำลงดิน เพื่อทำให้องค์ประกอบผลผลิตต่างๆ ของข้าว

ให้มีความเหมาะสม อาจเป็นการเพิ่มผลผลิตของข้าวขึ้นได้ โดยเป็นวิธีการที่ไม่กระทบต่อต้นทุนการผลิตมาก

2.3.2 ผลผลิตของข้าว

ผลผลิต หมายถึง ส่วนที่เก็บเกี่ยวเป็นผลผลิตเพื่อบริโภค หรือผลผลิตเศรษฐกิจ ในขณะที่ ผลผลิตข้าว ก็หมายถึง ส่วนที่เป็นเมล็ดที่นำมาใช้ในการบริโภค แต่ในการให้ผลผลิตของข้าวก็มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุกรรมข้าว ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพแวดล้อมต่างๆ โรคและแมลงศัตรูพืช ร่วมไปถึงเทคนิคต่างๆ ในการปลูก เช่น ใช้ข้าวพันธุ์ปรับปรุงที่มีความเหมาะสม ทนทานต่อสภาพแวดล้อม โรคและแมลงศัตรูพืช และให้ผลผลิตสูงในการผลิต ปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์สูง

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการกับปัญหาเหล่านี้จะมีความเกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิต การจัดการด้วยวิธีการใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมให้มีความเหมาะสมก่อนการปักดำลงดิน จึงเป็นวิธีการที่ไม่กระทบต่อต้นทุนการผลิตมาก อาจเป็นวิธีการที่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นด้วย เช่น การใช้จำนวนต้นกล้าน้อยต่อหลุมในการปักดำจะทำให้ได้หน่อและรวงจำนวนไม่มากต่อกอ ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการให้ผลผลิตของข้าว ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตของข้าวมีแนวโน้มลดลงด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิญญู วงศ์อุบล และคณะ (2537) พบว่า การใช้จำนวนต้นกล้าน้อยเกินไปต่อหลุมจะทำให้ได้จำนวนหน่อและรวงต่อกอน้อยลงมีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้จำนวนต้นกล้าน้อยต่อหลุม ทำให้ต้นข้าวไม่มีความหนาแน่นมากจะทำให้ต้นข้าวมีธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี แต่อาจทำให้องค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตไม่มีความเหมาะสมต่อการให้ผลผลิต อาจทำให้ผลผลิตข้าวต่ำลง

การใช้จำนวนต้นกล้ามากต่อหลุม จะทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นสูง ซึ่งจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ต้นข้าวเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตไม่ดี ต้นข้าวที่อ่อนแอและจำนวนหนึ่งจะตายไป ซึ่งจะทำให้ได้จำนวนรวงต่อกอลดลงด้วย นอกจากนี้ ผลจากการแก่งแย่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ จะทำให้องค์ประกอบผลผลิตส่วนอื่นๆ ของต้นข้าวไม่สมบูรณ์ และจะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mirza et al. (2009) พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้ามากต่อหลุม ทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นมาก และทำให้ต้นข้าวเกิดการแก่งแย่งแข่งขันมาก จึงทำให้ผลผลิตข้าวลดลง

ในขณะที่การใช้จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมต่อหลุมในการปักดำ จะทำให้ต้นข้าวไม่มีความหนาแน่นมากเกินไป จึงทำให้ต้นข้าวมีธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างที่เพียงพอ ซึ่งจะทำให้

ต้นข้าวมีการเจริญเติบดี อาจได้จำนวนหน่อ และรวงต่อกอ และองค์ประกอบผลผลิตส่วนอื่นๆ ของข้าวมีความเหมาะสมต่อการให้ผลผลิต ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตของข้าวสูงขึ้น

นอกจากนี้ การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำยังเกี่ยวข้องถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความหนาแน่นและการแก่งแย่งของต้นข้าว การจัดการจับต้นกล้าในเวลาปักดำ ต้นทุนเมล็ดพันธุ์ข้าว และควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตให้เหมาะสม เพื่อทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น คือ การใช้จำนวนต้นกล้าน้อยเกินไปต่อหลุมในการปัก จะทำให้ต้นข้าวไม่หนาแน่นมาก จึงทำให้มีธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ร่วมทั้งจัดการจับต้นกล้าเวลาปักดำง่ายขึ้น ประหยัดเมล็ดพันธุ์ข้าว แต่จะได้องค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตข้าวไม่เหมาะสม จึงอาจทำให้การให้ผลผลิตของข้าวลดลงได้ ในทางตรงข้าม การใช้จำนวนต้นกล้ามากเกินไปต่อหลุม จะทำให้ต้นข้าวหนาแน่นมาก ทำให้ธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต จัดการจับต้นกล้าเวลาปักดำยาก สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ข้าว แต่จะทำให้ได้องค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตข้าวไม่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของข้าว จึงอาจทำให้การให้ผลผลิตของข้าวลดลงได้เช่นกัน ในขณะที่การใช้จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมต่อหลุม จะทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นที่เหมาะสม ทำให้มีธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต สะดวกต่อการจัดการจับต้นกล้าเวลาปักดำ ประหยัดเมล็ดพันธุ์ข้าว ที่สำคัญคือได้องค์ประกอบต่างๆ ของผลผลิตข้าวที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิต

2.4 ธาตุอาหารและการดูดใช้ (nutrients uptake) ธาตุอาหารของต้นข้าว

2.4.1 ธาตุอาหารของต้นข้าว

ข้าวเป็นสิ่งที่มีชีวิตในฐานะผู้ผลิตในระบบนิเวศที่สามารถดึงเอาอินทรีย์สารในสิ่งแวดล้อมมาใช้ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และธาตุอาหารต่างๆ มาเปลี่ยนให้เป็นอินทรีย์สารได้ ทำให้มีการหมุนเวียนของสารอาหารเกิดขึ้นในระบบนิเวศ ต้นข้าวนำธาตุอาหารที่อยู่ในดินเข้ามาภายในลำต้นได้โดยอาศัยการทำงานของราก และธาตุอาหารที่รากดูดมานั้นจะอยู่ในรูปของไอออน ทั้งที่เป็นไอออนบวกและลบ เช่น K^+, NO_3^- มีธาตุอาหารอยู่ 16 ชนิด ที่พืชทั้งหลายและต้นข้าวมีความต้องการ และมีความจำเป็นเพื่อทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตได้จนครบวงจรชีวิต เรียกธาตุอาหารเหล่านี้ว่า ธาตุอาหารจำเป็น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.4.1.1 ธาตุอาหารหลัก

ธาตุอาหารหลักเป็นธาตุจำเป็นที่พืชและต้นข้าวต้องการในปริมาณค่อนข้างมาก มีอยู่ 9 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) ไฮโดรเจน (H) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) กำมะถัน (S) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

สำหรับธาตุอาหารของพืช เช่น คาร์บอน (C) พืชได้รับเข้าไปในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าสู่เซลล์ในสภาพของไฮโดรเจนคาร์บอเนต (HCO_3^-) ในขณะที่ ออกซิเจน (O) จะเข้าสู่เซลล์พืชในรูปของแก๊สออกซิเจน (O_2) และพืชได้รับไฮโดรเจน (H) จากน้ำ (H_2O) ทั้งคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลักของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่พบในพืช ดังนั้น โครงสร้างต่างๆ ของพืช สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นล้วนแล้วแต่ประกอบด้วยธาตุจำเป็นทั้งสามชนิดทั้งสิ้น

2.4.1.2 ธาตุอาหารรอง

ธาตุอาหารรองเป็นธาตุจำเป็นที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อยแต่ขาดไม่ได้เช่นกัน มีอยู่ 7 ชนิด ได้แก่ คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) โบรอน (B) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โมลิบดีนัม (Mo) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้มีการเสนอธาตุอาหารรองเพิ่มขึ้นอีกหลายชนิด เช่น นิกเกิล (Ni) และโซเดียม (Na) ซึ่งทำให้จำนวนธาตุอาหารจำเป็นเพิ่มมากขึ้น

ธาตุอาหารที่จำเป็นแต่ละชนิดจะมีบทบาทหน้าที่ในพืชแตกต่างกันออกไป หากพืชขาดธาตุจำเป็นเหล่านี้ จะทำให้เกิดอาการผิดปกติหรือเกิดความผิดปกติต่างๆ ในการเจริญเติบโต รวมไปถึงความผิดปกติของระบบการทำงานต่างๆ ภายในพืช เรียกภาวะความผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุเหล่านี้ว่า ภาวะขาดธาตุอาหาร ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากลักษณะภายนอกต่างๆ ที่พืชแสดงออกมา ภาวะขาดธาตุอาหารอาจแสดงที่ใบแก่ หรือส่วนที่แก่ก่อน หรืออาจปรากฏที่ใบอ่อน หรือยอด หรือส่วนยังอ่อนของพืชก่อนขึ้นอยู่กับธาตุจำเป็นที่พืชขาดนั้นเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ง่ายหรือเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ยาก หากเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ง่าย ธาตุเหล่านี้จะถูกดึงไปใช้ที่ใบอ่อน หรือยอดอ่อน ทำให้ใบแก่แสดงภาวะขาดธาตุก่อน ในทางกลับกันหากเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ยากอาการจะปรากฏที่ใบอ่อนก่อน

2.4.2 การดูดใช้ธาตุอาหารของต้นข้าว

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นข้าวมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละระยะเติบโต (growth stages) ของต้นข้าว โดยทั่วไปการดูดใช้ธาตุอาหารขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โครงสร้างของดิน จำนวนและชนิดของปุ๋ยที่ใส่ลงไป พันธุกรรมข้าว และวิธีการปลูก เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุกำมะถันมีปริมาณมากในต้นข้าวในระยะแรกของการเจริญเติบโต

โดยเฉพาะในช่วงอายุ 30 วันหลังปักดำ ในช่วงระยะเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative phase) และจะมีปริมาณค่อยๆ ต่ำลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว แต่โดยทั่วไปธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในรวงข้าวจะมีปริมาณสูงกว่าในฟางข้าว ในขณะที่ปริมาณของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ซิลิคอน แมงกานีส เหล็ก และธาตุโบรอน จะมีสูงในฟางข้าว แต่ธาตุกำมะถัน สังกะสี และธาตุทองแดงมีทั้งในรวงและฟางข้าว (Yoshida, 1981) ถ้าต้นข้าวได้รับธาตุอาหารหลักแต่ละชนิด โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ในปริมาณที่เพียงพอ จะทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ตามแต่ละระยะ อย่างไรก็ตาม ถ้าต้นข้าวได้รับธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ต้นข้าวไม่แข็งแรง การเจริญเติบช้าลง อ่อนแอต่อโรคและแมลงและทำให้ผลผลิตลดลงมาก (Stangel and Harris, 1987)

2.4.3 การจัดการธาตุอาหาร

การใส่ปุ๋ยเพื่อให้ต้นข้าวใช้ธาตุอาหารมีประสิทธิภาพสูงสุดควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ คือ ประเภทของเนื้อดิน ปริมาณในการใส่ปุ๋ย ช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว และประเภทของพันธุ์ข้าว

การใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรลาวยังมีความจำเป็น และเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าว ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการใช้ปุ๋ยในนาข้าวกันอย่างกว้างขวาง แต่เกษตรกรลาวใช้ปุ๋ยในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำมากต่อพื้นที่ และส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ผลของการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรยังไม่มีประสิทธิภาพ และไม่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้เท่าที่ควร สถาบันวิจัยการเกษตรและป่าไม้ได้ทำการค้นคว้าวิจัยการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวในทั่วประเทศ จึงได้มีการปรับปรุงการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ ตามประเภทเนื้อดิน เพื่อเป็นการใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ และลดต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามปุ๋ยที่มีจำหน่ายและใช้ทั่วไปในประเทศลาวมีอยู่ 3 สูตร คือ สูตร 15-15-15, 16-20-0 และสูตร 46-0-0 (Linquist and Sengxua, 2001)

การปลูกข้าวของเกษตรกรในภาคใต้ของลาวส่วนใหญ่ใช้แม่ปุ๋ยสูตรผสมที่มีธาตุอาหารหลักสามตัว คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในขณะเดียวกันกับที่ส่วนราชการก็ได้แนะนำให้เกษตรกรใช้แม่ปุ๋ยสามสูตรดังกล่าว สำหรับดินร่วนทราย โดยใช้สูตร 15-15-15 หรือสูตร 16-20-0 ใส่รองพื้นพร้อมปักดำในปริมาณ 32 และ 24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยสูตร 46-0-0 ใส่ในปริมาณ 11 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่สองครั้งเท่ากัน คือ ใส่ช่วงข้าวแตกหน่อ และช่วงก่อนที่ต้นข้าวกำลังจะออกรวง (Linquist and Sengxua, 2001) ในขณะที่กรมการข้าวได้แนะนำการใช้ปุ๋ยโดยตระหนักถึงธาตุอาหารแต่ละชนิดเป็นพิเศษไว้ว่า สำหรับนาดินร่วนให้ใส่ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 12, 3 และ 3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่นาดิน

ทรายที่ปลูกข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงให้เพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมขึ้นเป็น 18, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556)

การใส่ปุ๋ยเพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจจะต้องใส่ให้ถูกช่วงระยะเวลาที่ต้นข้าวต้องการ และควรจะแบ่งใส่หลายครั้ง ในขณะที่การใส่ปุ๋ยส่วนมากเกษตรกรจะใส่ปุ๋ยสองครั้ง เช่น ใส่ก่อนปักดำพร้อมเตรียมดินหรือพร้อมปักดำ และหลังปักดำ 15-30 วัน ในขณะที่ส่วนราชการได้แนะนำให้เกษตรกรใส่ปุ๋ยโดยแบ่งสามครั้ง คือ พร้อมปักดำ หลังปักดำ 15 วัน และต้นข้าวได้อายุ 30 วัน (Linquist and Sengxua, 2001) เพื่อเป็นการเร่งการเจริญเติบโตให้ต้นข้าวสมบูรณ์แข็งแรง

อย่างไรก็ตาม ประเภทของพันธุ์ข้าวก็มีความต้องการธาตุอาหารไม่เหมือนกัน เช่น พันธุ์ข้าวไวต่อแสง และไม่ไวต่อแสง ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้จะมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณค่อนข้างต่างกัน คือ พันธุ์ข้าวไม่ไวแสงมีความต้องการธาตุอาหารมากกว่าพันธุ์ข้าวไวแสง (Warrier, 2010)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ทำการทดลองที่สถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก ประเทศลาว การทดลองได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการทดลองภาคสนาม เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 เป็นการศึกษาถึงการเจริญเติบโตด้านองค์ประกอบของผลผลิต และการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ที่ใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมแตกต่างกันในการปักดำ และ ส่วนที่สองเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ เริ่มแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 เป็นการศึกษาวิจัยดิน และสรีรวิทยาของข้าวในห้องปฏิบัติการที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม 3

3.1.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0

3.1.3 ถุงกระดาษ และถุงตาข่ายไนล่อนบรรจุตัวอย่าง

3.1.4 อุปกรณ์ภาคสนาม และอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการทั่วไป

3.2 วิธีดำการเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้พื้นที่ประมาณ 192 ตารางเมตร โดยใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุม 5 ระดับ แต่ละระดับ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 ต้นต่อหลุม ประกอบด้วย 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (T1) : 1 ต้นต่อหลุม

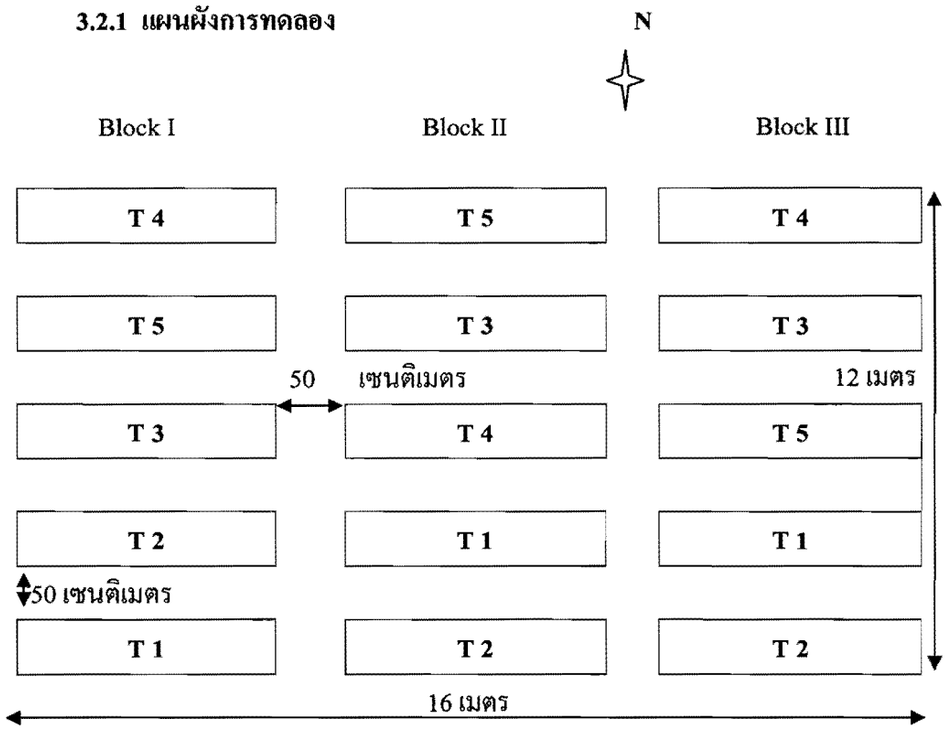
กรรมวิธีที่ 2 (T2) : 2 ต้นต่อหลุม

กรรมวิธีที่ 3 (T3) : 3 ต้นต่อหลุม

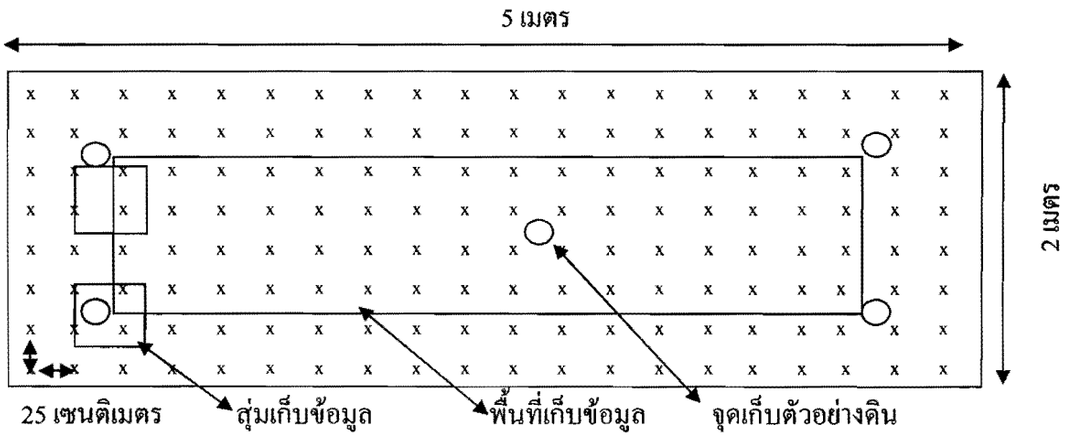
กรรมวิธีที่ 4 (T4) : 4 ต้นต่อหลุม

กรรมวิธีที่ 5 (T5) : 5 ต้นต่อหลุม

3.2.1 แผนผังการทดลอง



ภาพที่ 2 แผนผังการทดลองจำนวนกล้าต่อหลุมของข้าพันธุ์โพนงาม 3



ภาพที่ 3 แผนผังการปลูกข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ในแปลงย่อย

3.2.2 การเตรียมดิน

เตรียมดินในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยการไถ 2 ครั้ง คือไถครั้งที่ 1 ไถกลบทิ้งไว้ประมาณ 14 วัน เพื่อฆ่าวัชพืชในแปลง และไถครั้งที่ 2 ไถเพื่อปรับหน้าดินให้ดินละเอียด และสม่ำเสมอ

3.2.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

การหว่านเมล็ดพันธุ์โดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์โพนงาม 3 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และนำเมล็ดพันธุ์ข้าวแช่น้ำ 24 ชั่วโมง และบ่มไว้ 48 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น แล้วนำเมล็ดพันธุ์ที่บ่มแล้วไปหว่านในอัตรา 100 กรัม (เมล็ดแห้ง) ต่อตารางเมตร หว่านให้สม่ำเสมอ หลังจากหว่านเมล็ดได้ 1 สัปดาห์ แล้วให้รักษาระดับน้ำในแปลง 1-2 เซนติเมตร

3.2.4 การปลูก

เมื่อต้นกล้าอายุได้ 30 วัน จึงทำการปักดำโดยใช้ต้นกล้าลักษณะดี และแข็งแรง ปักดำลึก 1-2 เซนติเมตร และใช้ระยะปักดำ 25 x 25 เซนติเมตร ใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำตามตำรับการทดลอง

3.2.5 การดูแลรักษา

รักษาระดับน้ำในแปลงลึก 1-2 เซนติเมตร จากหน้าดินพร้อมติดตามการทำลายของหอยเชอร์รี่ด้วยการเก็บออกจากแปลงไปทำลายทิ้ง หลังจากข้าวแตกหน่อสูงสุด ที่อายุ 60 วัน รักษาระดับน้ำให้ลึก 5-10 เซนติเมตร

3.2.5.1 การใส่ปุ๋ยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 โดยใส่สูตร 15-15-15 พร้อมปักดำกล้าในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปุ๋ยสูตร 46-0-0 ใส่อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราที่ส่วนราชการแนะนำ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 อัตรา 5.5 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำอายุ 15 วัน และครั้งที่ 2 อัตรา 5.5 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำ 30 วัน

3.2.5.2 การกำจัดวัชพืช โดยทำการถอนวัชพืชและเก็บหอยเชอร์รี่ออกจากแปลงด้วยมือก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้ง 1- 2 วัน และนอกจากนี้ ก็ดูแลรักษาเพื่อไม่ให้โรคและแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายข้าว

3.2.6 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

เก็บเกี่ยวข้าวหลังจากดอกข้าวบานประมาณ 30 วัน โดยใช้เคียวเกี่ยวส่วนล่างของคอรวงประมาณ 40 เซนติเมตร แล้วนำมาตากแดดประมาณ 1-2 วัน ให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามความชื้นมาตรฐานสำหรับเมล็ดข้าวเพื่อให้เหมาะแก่การเก็บรักษา และทำให้มีคุณภาพการสีดี

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การเก็บข้อมูลพืช

3.3.1.1 การวัด และการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นข้าว

(1) ความสูงต้นข้าว (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นที่ติดผิวดินจนถึงปลายยอดสุดเมื่ออายุต้นข้าวได้ 30, 60 วัน และก่อนเก็บเกี่ยว

(2) นับจำนวนหน่อต่อกอ โดยนับเมื่ออายุต้นข้าวได้ 30, 60 วันหลังปักดำ และเก็บเกี่ยว โดยสุ่มต้นข้าวจำนวน 4 กอต่อแปลงย่อย และทำการนับทุกหน่อที่แตกออกมา แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อกอ (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2549)

(3) อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate, RGR) วัดจากอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของพืชในช่วงอายุ 0 30 60 วัน หลังปักดำ โดยเก็บตัวอย่างต้นข้าวจำนวน 4 หลุมต่อแปลงย่อย นำต้นข้าวไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง มีหน่วย (กรัม/กรัม-วัน) (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2549)

$$RGR = \frac{\text{Log}_e w_2 - \text{Log}_e w_1}{T_2 - T_1}$$

W_1 และ W_2 คือ น้ำหนักแห้งของพืชจากการเก็บเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1 และ 2 มีหน่วยเป็น กรัม

T_1 และ T_2 คือ ระยะเวลาจากการเก็บเก็บเกี่ยวข้าว ครั้งที่ 1 และ 2 มีหน่วยเป็น วัน

(4) ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (Specific Leaf Weight, SLW) ซึ่งบอกถึงความหนาของใบพืช หรือปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สะสม/พื้นที่ใบ ในช่วงอายุ 30 และ 60 วัน หลังปักดำ ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นข้าวกำลังเจริญเติบโต และเจริญเติบโตเต็มที่ โดยเก็บตัวอย่างต้นข้าวจำนวน 4 หลุมต่อแปลงย่อย นำต้นข้าวไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง มีหน่วย (ซม^2/มก.) (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2549)

$$SLW = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{น้ำหนักแห้งใบ}}$$

(5) ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงอายุ 30 และ 60 วัน หลังปักดำ ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นข้าวกำลังมีการเจริญเติบโตเต็มที่ โดยเก็บตัวอย่างต้นข้าวจำนวน 4 กอต่อแปลงย่อย (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2549)

$$LAI = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ปลูก}}$$

(6) ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index, %) เพื่อทราบถึงการนำใช้ และการสะสมธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นข้าว โดยเอาน้ำหนักผลผลิตและน้ำหนักซังข้าวในแต่ละตำรับการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างใน 1 ตารางเมตร ต่อแปลงย่อย แล้วมาคำนวณหาดัชนีเก็บเกี่ยว (สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร, 2549)

$$HI = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตเมล็ด}}{\text{น้ำหนักผลผลิตเมล็ด + น้ำหนักต่อซัง}} \times 100$$

3.3.1.2 การวัดผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

(1) ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่) โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวจาก 1 ตารางเมตร ต่อแปลงย่อย หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วตากให้แห้งและนวด วัดความชื้นที่บรรจุในเมล็ดข้าว แล้วนำมาคำนวณ ตามสูตร (Rasabandith et al., 2004)

$$\text{ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)} = \frac{(100\text{-MC})}{(100\text{-}14)} \times \frac{(a)\ g}{1{,}000\ g} \times \frac{1{,}600\ m^2}{(b)\ m^2}$$

MC คือ ความชื้นในเมล็ดข้าว

a คือ ผลผลิตข้าวตัวอย่าง

b คือ พื้นที่เก็บตัวอย่าง

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

W_1 คือ น้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 คือ น้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

(2) นับจำนวนรวงต่อกอ โดยนับก่อนเก็บเกี่ยว นับใน 1 ตารางเมตร ต่อแปลงย่อย และนับแต่จำนวนที่ออกรวงเท่านั้น แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอ

(3) วัดความยาวรวง (เซนติเมตร) วัดก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต สุ่มเอารวงข้าวจำนวน 15 รวง ต่อแปลงย่อย จากส่วนคอรวงข้อแรกถึงปลายสุด แล้วหาค่าเฉลี่ยความยาวของรวงข้าว

(4) นับจำนวนเมล็ดต่อรวง นับหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต สุ่มเอารวงข้าวมาจำนวน 15 รวง ต่อแปลงย่อย โดยนับทั้งเมล็ดลีบและเมล็ดดี แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว

(5) นับจำนวนเมล็ดดีต่อรวง โดยนับหลังเก็บเกี่ยว ทำการแยกเมล็ดดี แล้วหาค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวง

(6) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) โดยนับจำนวนเมล็ดดีข้าวมาจำนวน 1,000 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนัก

3.3.1.3. ปริมาณธาตุอาหาร N P และ K ในต้นข้าว โดยสุ่มเก็บต้นข้าวระยะแตกหน่อสูงสุด 60 วัน โดยแยกส่วนใบ ต้นและราก และลำต้นและใบระยะเก็บเกี่ยวนำมาแยกส่วนใบและต้น และข้าวสาร แกลบนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจนกระทั่งหนักแห้งคงที่ จึงนำไปชั่งน้ำหนักแล้วบดตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ใช้วิธี Kjeldahl (นพมาศ นามแดง, 2553) วัดด้วยวิธี Titration

(2) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) วิเคราะห์โดยวิธี Yellow molybdovanado phosphoric acid method (นพมาศ นามแดง, 2553) วัดด้วยเครื่อง spectrophotometer

(3) ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K) (นพมาศ นามแดง, 2553) วัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

3.3.2 การเก็บข้อมูลดิน

3.3.2.1 สมบัติทางกายภาพของดิน โดยวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil texture) วิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดินเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้แก่ อนุภาคขนาดทราย (Sand) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (Silt) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (Clay) โดยวิธี Pipette method (มานัส ลอศิริกุล และ นพมาศ นามแดง, ม.ป.ป.)

3.3.2.2 สมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลอง (มานัส ลอศิริกุล และ นพมาศ นามแดง, ม.ป.ป.)

(1) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้ดินต่อน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 ต่อ 1 วัดด้วยเครื่อง pH meter

(2) หาค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) ของดินโดยใช้ดินต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 วัดด้วยเครื่อง EC meter

(3) อินทรียวัตถุ (Organic matter) โดยวิธี Walkly & Black (1934) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ย่อยตัวอย่างโดยวิธี Kjeldahl วัดด้วยวิธี Titration

(5) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) โดยวิธี Bray II วัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer

(6) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) โดยวิธี 1N NH_4 OAc pH 7 วัดด้วยเครื่อง Flame Photometer

3.3.3 การเก็บข้อมูลน้ำ

วัดสมบัติทางเคมีของน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละแปลงย่อย โดยเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ในระยะ 30 และ 60 วันหลังปักดำ

3.3.4 เก็บข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา

โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ และความยาวแสงต่อวัน จากสถานีอุตุนิยมวิทยา แขวงจำปาสัก ประเทศลาว

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของวาเรียนซ์ (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี least

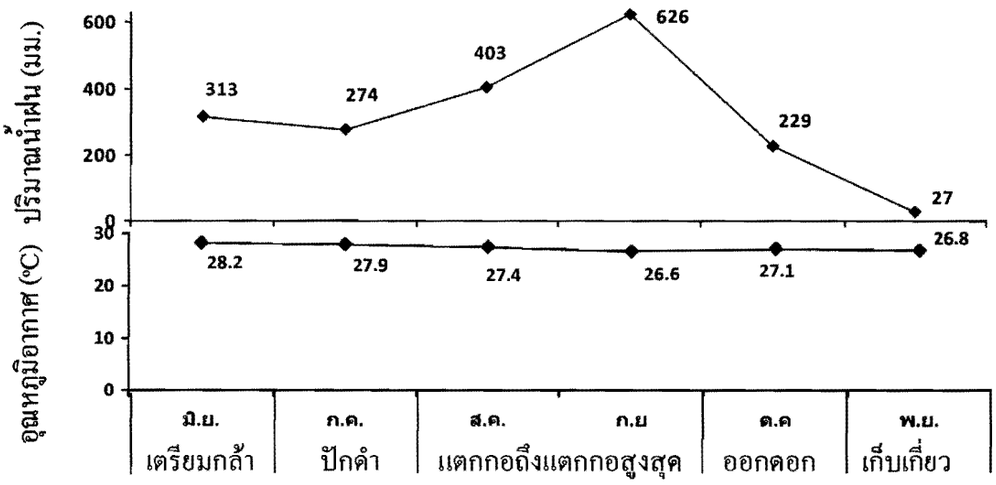
significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ (Gomez and Gomez, 1983)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่สนามบินแขวงจำปาสัก ซึ่งใกล้กับสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ช่วงหว่านเมล็ดพันธุ์ถึงเก็บเกี่ยวข้าว พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ 1,872 มิลลิเมตร มีการกระจายปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะปักดำกล้าจนถึงสูงสุดอยู่ในช่วงระยะข้าวแตกกอสูงสุดที่วัดได้ 626 มิลลิเมตร หลังจากนั้นการกระจายปริมาณลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยววัดได้ 26.8 มิลลิเมตร อุณหภูมิตั้งแต่เตรียมกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ในช่วง 26.6-28.2 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.33 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การกระจายปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนตลอดฤดูปลูกข้าวโพนงาม 3 ในแปลงทดลองสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพนงาม บ้านโพนงาม เมืองปากเซ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประจำปี 2554

4.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินก่อนทำการทดลอง

สภาพแปลงก่อนที่ทำการทดลองได้มีการปลูกข้าวปกติเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยได้ทำการปลูกสองครั้งต่อปี คือ นาปีและนาปรัง โดยปลูกข้าวนาปีตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปีและปลูกข้าวนาปรังตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนของทุกปี นอกจากนี้จะเป็นช่วงที่มีการพักหน้าดินเพื่อเตรียมเข้าสู่การผลิตในฤดูต่อไป ก่อนทำการศึกษาในครั้งนี้ได้วางแผนสำรวจและเก็บตัวอย่างดินที่ความลึกสองระดับ คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติกายภาพของดินและหาปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชแต่ละตัว โดยมีผลการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินดังนี้ คือ อนุภาคขนาดดินทราย 50.80 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคขนาดดินทรายแป้ง 48.83 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาคขนาดดินเหนียว 0.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดเป็นประเภทดินร่วนทราย (ตารางที่ 5) เป็นดินที่เหมาะสมแก่การปลูกข้าวเป็นอย่างดี

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดิน (เนื้อดิน) ในแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 3 ในระดับความลึกของ ชั้นดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

ขนาดอนุภาคดิน (%)	ระดับความลึกของชั้นดิน (ซม.)	
	0-15	**15-30**
อนุภาคทราย	52.94	48.66
อนุภาคทรายแป้ง	46.78	50.88
อนุภาคดินเหนียว	0.28	0.46
เนื้อดิน	ร่วนทราย	ร่วนทราย

สมบัติทางเคมี เช่น ค่าการนำไฟฟ้าทั้งสองชั้น พบว่า ไม่แตกต่างกันมาก โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 0.01 dS/m และความเป็นกรดด่างก็ไม่แตกต่างกันมาก โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 5.35 และ 5.45 สำหรับดินบนและล่าง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความเป็นกรดด่างของดินอยู่ในระดับที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว และมีระดับอินทรียวัตถุไม่แตกต่างกันมาก โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.68 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินบนและล่าง ตามลำดับ ซึ่งถือว่าดินในแปลงทดลองดังกล่าวนี้มีปริมาณของอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำมาก (ตารางที่ 2)

ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทั้งดินบนและดินล่าง เช่น ธาตุไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.04 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินบนและดินล่าง

ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสประมาณ 15.69 และ 6.31 ppm สำหรับดินบนและดินล่าง ตามลำดับ ส่วนปริมาณของธาตุโพแทสเซียมประมาณ 20.32 และ 20.02 ppm สำหรับดินบนและดินล่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

อย่างไรก็ตาม ดินแปลงทดลองดังกล่าวนี้ เป็นดินที่มีสมบัติทางกายภาพและมีสภาพความเป็นกรดด่างในเกณฑ์ที่เหมาะแก่การปลูกข้าวได้เป็นอย่างดี (Monthathip et al., 2006) ในขณะที่ธาตุอาหารหลักของต้นข้าว เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม ยังมีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำมาก แต่ธาตุอาหารหลักเหล่านี้เป็นธาตุอาหารที่มีความต้องการในปริมาณมากและมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองก่อนการปลูกข้าวโพนงาม 3 ในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

จำนวนต้นกล้าต่อหลุม	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)
			ระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 ซม.			
1	5.29	0.01	0.68	0.04	11.45	17.61
2	5.32	0.01	0.71	0.04	15.79	18.41
3	5.38	0.01	0.72	0.04	20.87	23.51
4	5.38	0.01	0.65	0.03	14.71	22.03
5	5.37	0.01	0.65	0.04	15.65	20.05
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2.70	14.18	16.36	15.54	19.06	19.51
			ระดับความลึกของชั้นดิน 15-30 ซม.			
1	5.34	0.01	0.41	0.02	6.39	14.32
2	5.37	0.01	0.43	0.03	5.87	20.09
3	5.49	0.01	0.47	0.03	7.07	23.68
4	5.47	0.01	0.46	0.02	6.10	21.81
5	5.45	0.01	0.45	0.03	6.11	20.22
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.96	16.75	10.91	13.06	10.81	19.69

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินหลังการทดลอง

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จแล้วได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ความลึกสองระดับ คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อทราบถึงลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินและหาปริมาณธาตุ

อาหารหลักของพืชแต่ละชนิด โดยผลการวิจัยพบว่า กายภาพของดินในแปลงไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารบางชนิดมีความแตกต่าง คือ ในดินบน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่าง ในขณะที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) ซึ่งการใช้ต้นกล้า 2 และ 3 ต้นต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงถึง 18 และ 23 ppm ตามลำดับ ส่วนการใช้ 1, 4 และ 5 ต้นต่อหลุมมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ส่วนดินล่าง พบว่า ความเป็นกรดด่าง อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมไม่มีความแตกต่าง ในขณะที่ ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) การใช้ต้นกล้า 5 ต้นต่อหลุมทำมีค่าสูง 0.02 dS/m ส่วนการใช้ต้นกล้า 1, 2, 3 และ 4 ต้นต่อหลุม มีค่าการนำไฟฟ้าของดินไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง ในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

จำนวนต้นกล้าต่อหลุม	EC (dS/m)	pH	OM (%)	Total N (%)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)
			ระดับความลึกของชั้นดิน 0-15 ซม.			
1	0.01	5.81	0.85	0.02	8.08	16 b
2	0.01	5.67	0.94	0.02	7.58	18 ab
3	0.02	5.55	0.93	0.02	8.57	23 a
4	0.01	5.64	0.87	0.03	9.03	16 b
5	0.01	5.65	0.97	0.02	7.54	13 b
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	12.12	2.50	8.40	7.18	12.16	15.55
			ระดับความลึกของชั้นดิน 15-30 ซม.			
1	0.01 b	6.03	0.64	0.02	6.66	15
2	0.01 b	5.86	0.85	0.02	6.78	16
3	0.01 b	5.92	0.90	0.02	9.25	18
4	0.01 b	6.06	0.81	0.03	7.86	14
5	0.02 a	5.98	0.86	0.02	7.77	13
F - Test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.12	2.09	12.04	10.94	22.44	24.34

หมายเหตุ: ตัวอักษรในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับ ($p<0.05$); ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลอง

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองทั้งสองระยะ คือ 30 และ 60 วัน หลังปักดำ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรดด่างของน้ำในแปลงทดลอง

จำนวนต้นกล้า	30 วันหลังปักดำ		60 วันหลังปักดำ	
ต่อหลุม	EC (dS/m)	pH	EC (dS/m^2)	pH
1	0.07	7.05	0.06	6.72
2	0.07	6.98	0.06	6.76
3	0.06	6.94	0.05	6.83
4	0.07	6.93	0.05	6.72
5	0.06	6.93	0.06	6.96
F - Test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.34	0.95	6.34	2.22

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

4.4.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ

การศึกษาใช้จำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมของข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ในช่วงการเจริญเติบโต พบว่า ทำให้การเจริญเติบโตสัมพัทธ์มีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.01$) การใช้ต้นกล้า 1-4 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของรากมีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) การใช้ต้นกล้า 1, 2, 4 และ 5 ต้นต่อหลุมทำให้น้ำหนักแห้งของรากไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนการใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมมีน้ำหนักแห้งของรากต่ำสุด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ

จำนวนต้นกล้าต่อหลุม	ความสูง (ซม.)	หน่อต่อกอ	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)			อัตราส่วนรากต่อตอซัง	LAI	SLW ($ซม^2$/มก.)	RGR (กรัม/กรัม-วัน)
			ใบ	ต้น	ราก				
1	56	8	1.66	2.75	4.54 ab	1.63	1.62	119	0.13 a
2	51	11	3.06	5.25	5.53 a	0.67	1.90	103	0.12 a
3	57	11	2.64	4.25	2.54 b	0.73	1.54	106	0.13 a
4	54	13	2.63	4.75	5.97 a	0.81	2.10	128	0.11 a
5	51	14	2.38	4.00	6.07 a	0.95	1.79	128	0.07 b
F - Test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**
CV (%)	6.12	8.34	12.23	21.45	13.12	17.44	20.93	6.54	10.80

หมายเหตุ: ตัวอักษรในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ, * และ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับ $p<0.05$ และ $p<0.01$ตามลำดับ; ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4.2 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ทำให้การเจริญเติบโตสัมพัทธ์แตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.01$) โดยการใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ดีที่สุด รองลงมาคือการใช้ต้นกล้า 2 ต้นต่อหลุม ส่วนการปักดำ 3, 4 และ 5 ต้นต่อหลุมมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ไม่แตกต่าง แต่ลักษณะการเจริญเติบโตอย่างอื่นๆ ไม่มีความแตกต่าง เช่น ความสูง จำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักแห้งใบ ลำต้นและราก ตลอดถึงดัชนีพื้นที่ใบ และความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบกับน้ำหนักแห้งของใบ ซึ่งช่วงระยะนี้เป็นระยะที่ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะ 60 วันหลังปักดำ (แตกกอสูงสุด)

จำนวนต้นกล้าต่อหลุม	ความสูง (ซม.)	หน่อต่อกอ	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)			อัตราส่วนรากต่อตอซัง	LAI	SLW ($ซม^2$/มก.)	RGR (กรัม/กรัม-วัน)
			ใบ	ต้น	ราก				
1	80	14	3.99	11.75	6.33	0.35	2.14	51.58	0.08 a
2	77	14	3.78	16.25	7.23	0.28	1.97	31.67	0.06 b
3	80	16	4.11	16.25	7.73	0.31	2.06	37.52	0.04 c
4	83	16	3.25	18.75	8.45	0.29	2.20	31.11	0.04 c
5	83	19	4.17	14.25	7.21	0.33	2.32	50.02	0.02 c
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	12.09	11.56	12.21	19.09	17.44	15.32	12.48	6.54	19.35

หมายเหตุ: ตัวอักษรในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$); ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะเก็บเกี่ยว

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ทำให้การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นข้าวในระยะที่ต้นข้าวเจริญเติบโตเต็มที่ถึงเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.01$) การใช้ต้นกล้า 1 และ 5 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุด ส่วนการใช้ต้นกล้า 2, 3 และ 4 ต้นต่อหลุมต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ความสูง น้ำหนักแห้งใบและลำต้น อัตราส่วนเมล็ดต่อตอซัง ดัชนีเก็บเกี่ยว และผลผลิตฟางไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตของข้าวโพนงาม 3 ในระยะเก็บเกี่ยว

จำนวนต้นกล้า	ความสูง	น้ำหนักแห้งต่อกอ (กรัม)		อัตราส่วนเมล็ด	RGR	HI	ผลผลิตฟาง
ต่อหลุม	(ซม.)	ใบ	ต้น	ต่อตอซัง	(กรัม/กรัม-วัน)	(%)	(กก./ไร่)
1	114	6.60	26.64	0.67	0.03 a	40.07	682
2	114	9.72	25.23	0.76	0.02 b	42.60	646
3	111	9.09	27.40	0.70	0.02 b	41.17	701
4	111	10.17	21.64	0.88	0.02 b	46.73	554
5	111	7.44	27.77	0.64	0.03 a	38.93	711
F – Test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
CV (%)	14.11	11.15	12.13	15.54	10.75	8.88	12.67

หมายเหตุ: ตัวอักษรในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.01$); ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.5 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3

4.5.1 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตข้าวโพนงาม 3

ผลการใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ต่อการให้ผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จากข้อมูลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตมีแนวโน้มสูงสุด 488 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การใช้ต้นกล้า 4 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิต 484 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การใช้ต้นกล้า 5 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตของข้าวมีแนวโน้มต่ำสุด 454 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 8)

4.5.2 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อองค์ประกอบผลผลิต

ผลของการใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่มีผลต่อลักษณะบางอย่างขององค์ประกอบผลผลิต เช่น การออกรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในขณะที่ความยาวรวงและเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) โดยการใช้ต้นกล้า 1-3 ต้นต่อหลุมทำให้ความยาวรวงยาวสุด และการใช้ต้นกล้า 3-5 ต้นต่อหลุมทำให้ความยาวรวงไม่แตกต่างกัน ขณะเดียวกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) โดยการใช้ต้นกล้า 3-4 ต้นต่อหลุมทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงสูงสุดและการใช้ต้นกล้า 1, 2 และ 5 ต้นต่อหลุมทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงไม่แตกต่างกันและต่ำสุด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3

จำนวนต้นกล้าต่อหลุม	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	การออกรวงต่อกอ (%)	ความยาวของรวง (ซม.)	จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	เมล็ดเต็มต่อรวง (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
1	456	75.61	26.63 a	111.22	75.15 b	26.47
2	478	74.43	26.37 a	115.89	75.49 b	26.24
3	488	81.83	26.50 a	115.71	82.84 a	26.26
4	484	75.39	25.09 b	109.48	80.94 a	26.08
5	454	76.50	25.10 b	107.73	78.75 ab	26.28
F - Test	ns	ns	*	ns	*	ns
CV (%)	9.79	6.89	2.45	7.76	3.62	2.65

หมายเหตุ: ตัวอักษรในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างกันทางสถิติในระดับ ($p<0.05$); ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6 ผลการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrients uptake) ของต้นข้าว

4.6.1 การดูดใช้ธาตุอาหารของต้นข้าวระยะการเจริญเติบโต 60 วัน หลังปักดำ

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวแตกต่างกัน เช่น ใบ ลำต้นและราก ในขณะที่ช่วงระยะนี้เป็นระยะที่ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การดูดใช้ธาตุอาหารในต้นข้าวช่วง 60 วัน หลังปักดำ

จำนวนต้น	N uptake (กรัม/กอ)			P uptake (กรัม/กอ)			K uptake (กรัม/กอ)		
กล้าต่อหลุม	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก
1	0.27	0.13	0.05	0.02	0.03	0.01	0.12	0.18	0.03
2	0.23	0.22	0.03	0.03	0.04	0.01	0.17	0.26	0.05
3	0.25	0.23	0.05	0.02	0.05	0.01	0.16	0.25	0.04
4	0.25	0.32	0.05	0.02	0.05	0.01	0.18	0.28	0.04
5	0.28	0.18	0.03	0.02	0.05	0.01	0.14	0.22	0.04
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.23	28.34	35.22	27.78	23.65	18.45	26.45	25.25	21.21

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.2 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวในระยะการเจริญเติบโต 60 วัน หลังปักดำ

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าว เช่น ใบ ลำต้น และราก ในขณะที่ช่วงระยะนี้เป็นระยะที่ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวช่วง 60 วัน หลังปักดำ

จำนวนต้น	Total N (%)			Total P (%)			Total K (%)		
กล้าต่อหลุม	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก	ใบ	ลำต้น	ราก
1	1.50	1.13	0.58	0.22	0.26	0.05	1.75	1.53	0.52
2	1.49	1.35	0.43	0.26	0.27	0.08	1.77	1.60	0.67
3	1.44	1.41	0.63	0.24	0.28	0.06	1.79	1.57	0.50
4	1.89	1.72	0.61	0.24	0.28	0.06	1.80	1.48	0.51
5	1.52	1.23	0.40	0.24	0.33	0.08	1.87	1.55	0.58
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19.11	17.22	33.06	8.10	27.45	25.34	10.15	12.32	16.15

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.3 การดูดใช้ธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนของใบและลำต้นแตกต่างกัน ซึ่งระยะนี้ต้นข้าวหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้น จึงมีการดูดใช้ธาตุอาหารลดลง (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การดูดใช้ธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว

จำนวนต้นกล้า	N uptake (กรัม/กอ)		P uptake (กรัม/กอ)		K uptake (กรัม/กอ)	
ต่อหลุม	ใบ	ลำต้น	ใบ	ลำต้น	ใบ	ลำต้น
1	0.04	0.15	0.004	0.03	0.03	0.46
2	0.04	0.13	0.004	0.03	0.03	0.49
3	0.04	0.15	0.004	0.03	0.03	0.47
4	0.0.3	0.13	0.004	0.02	0.02	0.38
5	0.02	0.16	0.004	0.03	0.03	0.55
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17.34	12.44	9.12	14.65	15.54	11.22

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.4 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนของใบและลำต้นแตกต่างกัน ซึ่งระยะนี้ต้นข้าวใช้ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆ ไปสร้างเมล็ดข้าว ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในลำต้นและใบลดลง (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว

จำนวนต้นกล้า	Total N (%)		Total P (%)		Total K (%)	
ต่อหลุม	ใบ	ลำต้น	ใบ	ลำต้น	ใบ	ลำต้น
1	0.88	0.56	0.11	0.11	0.63	1.74
2	0.95	0.50	0.11	0.11	0.67	1.94
3	0.93	0.54	0.10	0.10	0.70	1.71
4	0.99	0.59	0.13	0.10	0.67	1.77
5	0.57	0.57	0.10	0.09	0.79	1.99
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	31.47	19.66	12.44	12.55	15.35	20.05

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.5 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวสารและแกลบ

การใช้จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การสะสมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนของเมล็ดข้าวสารและแกลบแตกต่างกัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 การสะสมปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวสารและแกลบ

จำนวนต้น	Total N (%)		Total P (%)		Total K (%)	
กล้าต่อหลุม	ข้าวสาร	แกลบ	ข้าวสาร	แกลบ	ข้าวสาร	แกลบ
1	1.44	0.49	0.72	0.04	0.65	0.59
2	1.49	0.55	0.68	0.05	0.61	0.60
3	1.48	0.52	0.67	0.06	0.62	0.56
4	1.38	0.61	0.62	0.07	0.68	0.60
5	1.43	0.54	0.62	0.08	0.59	0.61
F - Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.22	17.34	11.54	32.65	6.92	5.12

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

5.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศและการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ช่วงหว่านเมล็ดพันธุ์ถึงเก็บเกี่ยวข้าววัดได้ 1,872 มิลลิเมตร มีการกระจายปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะปักดำกล้าจนถึงสูงสุดอยู่ในช่วงระยะข้าวแตกกอสูงสุดที่วัดได้ 626 มิลลิเมตร หลังจากนั้นการกระจายปริมาณลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยววัดได้ 26.8 มิลลิเมตร อุณหภูมิตั้งแต่เตรียมกล้าถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.33 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวได้เป็นอย่างดี (Warrier, 2010)

5.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงก่อนและหลังการทดลอง

ก่อนทำการทดลอง พบว่า ดินแปลงทดลองดังกล่าวเป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนทรายและมีความเป็นกรดด่างอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะแก่การปลูกข้าวได้เป็นอย่างดี (Monthathip et al., 2006) แต่ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียม ค่อนข้างต่ำมาก สอดคล้องกับการรายงานของ Linquist and Sengxua (2001) ที่พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวทางภาคใต้ของประเทศลาวเป็นดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ในขณะที่หลังการทดลองใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวโพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ส่วนปริมาณธาตุโพแทสเซียม พบว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมตกค้างในดินสูงถึง 23 ppm ส่วนการใช้ 5 ต้นต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมลดลงต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ต้นกล้า 5 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นสูงและทำให้ต้นข้าวมีการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่มากขึ้น

5.3 สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลอง

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า สมบัติทางเคมีของน้ำในแปลงทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งสองระยะการเจริญเติบโต คือ 30 และ 60 วัน หลังปักดำ ซึ่ง

เป็นระยะที่ต้นข้าวกำลังแตกหน่ออย่างรวดเร็วและแตกหน่อสูงสุดหรือต้นข้าวมีการเจริญเติบโตเต็มที่

5.4 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

การศึกษาผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ในระยะ 30 วันหลังปักดำ พบว่า การปักดำต้นกล้า 4 และ 5 ต้นต่อหลุมทำให้น้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะการเพิ่มต้นกล้ามากขึ้นต่อหลุมทำให้จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นและจำนวนรากก็เพิ่มขึ้นเช่นกันเพื่อช่วยในการหาธาตุอาหารและน้ำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Roshan et al. (2011) พบว่า การเพิ่มต้นกล้าต่อหลุมมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากข้าวเพิ่มมากขึ้นด้วย

ในขณะที่การใช้ต้นกล้า 1-4 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบสัมพัทธ์ทางลำต้นสูงสุด ในระยะ 30 วันหลังปักดำ ทั้งนี้เนื่องจากต้นข้าวกำลังมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเกิดการแก่งแย่งแข่งขันกันมาก ฉะนั้นการเพิ่มต้นกล้ามากกว่านี้ต่อหลุมจึงทำให้ต้นข้าวมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Mirza et al. (2010) พบว่า การเพิ่มต้นกล้ามากขึ้นต่อหลุมทำให้การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นข้าวลดลง ในลักษณะเดียวกับในระยะ 60 วัน หลังปักดำ พบว่า การใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุด ในขณะที่ยะระเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้ต้นกล้า 1 และ 5 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุด

5.5 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3

5.5.1 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตข้าวโพนงาม 3

ผลการใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน แต่จากข้อมูลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิตมีแนวโน้มสูง คือ 488 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ต้นกล้า 4 ต้นต่อหลุมให้ผลผลิต 484 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ การเพิ่มต้นกล้ามากกว่านี้ต่อหลุมทำให้ผลผลิตข้าวโพนงาม 3 ลดต่ำลงมาก เหลือเพียง 454 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ วิญญู วงศ์อุบล และคณะ (2537) พบว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวไม่หนาแน่นมากและทำให้องค์ประกอบผลผลิตมีความเหมาะสมต่อการให้ผลผลิตข้าว นอกจากนี้ Mirza et al. (2009) ได้ศึกษาพบว่า การใช้ต้นกล้ามากกว่า 3 ต้นต่อหลุมจะทำให้ผลผลิตของข้าวมีแนวโน้มลดลง เช่น การใช้ต้นกล้า 5 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีความ

หนาแน่นมากและเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง ทำให้ต้นข้าวอ่อนแอและตายไปจำนวนหนึ่ง ทำให้จำนวนรวงต่อกอลดลง

ในทางตรงข้าม การใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวมีธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต แต่จะได้หน่อและรวงของต้นข้าวไม่มาก ซึ่งหน่อและรวงเป็นองค์ประกอบสำคัญของผลผลิตข้าว ดังนั้น การใช้ต้นกล้ามากหรือน้อยกว่า 3 ต้นต่อหลุมจึงทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีแนวโน้มลดลง

5.5.2 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพนงาม 3

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ไม่ทำให้จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แต่มีผลต่อความยาวของรวงและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงแตกต่างกัน ซึ่งการใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ความยาวของรวงสูงสุด หากเพิ่มต้นกล้ามากกว่านี้ต่อหลุมทำให้ความยาวของรวงข้าวลดลง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการใช้ต้นกล้าจำนวนน้อยต่อหลุมทำให้ต้นข้าวไม่เกิดการแก่งแย่งกันสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ต้นกล้าจำนวนมากต่อหลุม ดังที่ Roshan et al. (2011) รายงานว่า จำนวนต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำมีผลโดยตรงต่อความหนาแน่นของต้นข้าวและทำให้เกิดการแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ และแสงสว่าง การใช้ต้นกล้ามากต่อหลุมจึงทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นสูงและเกิดการแก่งแย่ง ทำให้ปัจจัยเหล่านั้นไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต จึงทำให้รวงข้าวไม่ได้ขนาด ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hamid et al. (2011) ที่พบว่า การเพิ่มจำนวนต้นกล้าต่อหลุมมากขึ้นในการปักดำทำให้ความยาวของรวงลดลง

การใช้ต้นกล้า 3 และ 4 ต้นต่อหลุมทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงสูงสุด ส่วนการใช้ต้นกล้ามากหรือน้อยกว่านี้ ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงของข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Obulama et al. (2004) พบว่า การใช้ต้นกล้า 5 ต่อหลุมทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงของข้าวลดลง ทั้งนี้เนื่องจากทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นสูงและความหนาแน่นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการระบายอากาศและความชื้นภายในทรงพุ่ม ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกับการผสมละอองเกสรของดอกข้าว จากการรายงานของ Warrier (2010) พบว่าความชื้นมีความสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มของข้าว เช่น ถ้าความชื้นอากาศสูงเกิน 90 เปอร์เซ็นต์จะทำให้การผสมละอองเกสรไม่ติดดีและถ้าความชื้นอากาศต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ stigma ของดอกข้าวไม่บาน pollen tube ไม่เหนียว และ pollen grain ตายเร็ว ซึ่งสร้างความเสียหายแก่การผสมละอองเกสรของดอกข้าวอย่างมาก เพราะดอกข้าวจะบานในช่วง 8 ถึง 10 นาฬิกา ซึ่งจะต้องได้อาศัยความชื้นจากน้ำค้างในใบข้าวเท่านั้น ฉะนั้น การใช้ต้นกล้า 1, 2 และ 5 ต้นต่อหลุมจึงทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่ำต่อรวง เพียง 75.15, 75.49 และ 78.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนรวงต่อกอ ความยาวของรวง จำนวนเมล็ดและจำนวนเมล็ดเต็มต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของข้าว ข้อมูลผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมทำให้ความยาวของรวงและจำนวนเมล็ดเต็มต่อรวงสูงสุด ในขณะเดียวกันนี้ก็ทำให้การออกรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีแนวโน้มสูงสุด

5.6 ผลการดูดใช้และการสะสมธาตุอาหารของต้นข้าว

การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การดูดใช้และการสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นข้าว เช่น ในใบ ลำต้นและรากไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ช่วงระยะ 60 วัน หลังปักดำนี้ ซึ่งเป็นระยะที่ต้นข้าวมีเจริญเติบโตเต็มที่ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ฟางข้าวจากการใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 พบว่า ไม่ทำให้การดูดใช้และการสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมในใบและลำต้น ซึ่งระยะนี้ต้นข้าวหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้น จึงมีการดูดใช้ธาตุอาหารลดลง และต้นข้าวจะใช้ธาตุอาหารจากส่วนต่างๆ ไปสร้างเมล็ด ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในใบและลำต้นลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้ต้นกล้าต่อหลุมในการปักดำข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ไม่ทำให้การสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและธาตุโพแทสเซียมแตกต่างกันในเมล็ดและแกลบ

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

การใช้ต้นกล้า 1 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ดีที่สุด ในระยะ 30, 60 วัน หลังปักดำและระยะเก็บเกี่ยว

6.1.2 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

6.1.2.1 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อองค์ประกอบผลผลิต

การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมทำให้องค์ประกอบผลผลิตข้าว เช่น เปอร์เซ็นต์การออกรวงต่อกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยวมีแนวโน้มที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์โพนงาม 3

6.1.1.2 ผลของจำนวนต้นกล้าต่อหลุมต่อผลผลิต

การใช้ต้นกล้า 3 ต้นต่อหลุมทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีแนวโน้มสูงสุด คือ 488 กิโลกรัมต่อไร่ การเพิ่มหรือลดจำนวนต้นกล้ามากกว่านี้ต่อหลุมทำให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดลง

6.1.3 ผลการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrients uptake) ของต้นข้าว

การใช้ต้นกล้า 1 ถึง 4 ต้นต่อหลุมทำให้ต้นข้าวพันธุ์โพนงาม 3 มีการดูดใช้ปริมาณธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มดีขึ้นและมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และในเมล็ดข้าว ซึ่งการใช้ต้นกล้า 2 ต้นกล้าต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนสะสมสูงถึง 1.49 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ต้นกล้า 1 ต้นกล้าต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสะสมสูงถึง 0.72 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ต้นกล้า 4 ต้นกล้าต่อหลุมทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมสะสมสูงสุด 0.68 เปอร์เซ็นต์

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 อาจเพิ่มจำนวนต้นกล้าที่ปักดำมากกว่า 5 ต้นต่อหลุม หรืออาจใช้กับระยะปักดำและใช้กับข้าวหลายๆ พันธุ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น

6.2.2 ควรมีการทดลองในหลายพื้นที่ในแต่ละท้องถิ่น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

โครงการวิจัยข้าวแห่งชาติ. 2548. คำแนะนำในการใช้พันธุ์ข้าวใน ส.ป.ป ลาว. สถาบันวิจัยเกษตรกรรม และป่าไม้ : กระทรวงเกษตร และป่าไม้. (ภาษาลาว)

นพมาศ นามแดง. 2553. ปฏิบัติการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

มานัส ลอศิริกุล และนพมาศ นามแดง. ม.ป.ป. ปฏิบัติการความอุดมสมบูรณ์ของดิน. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วิญญู วงศ์อุบล, นิวัฒน์ นภีรงค์และชุติวัฒน์ วรรณสาย. 2537. "ผลของจำนวน และอายุกล้าต่อผลผลิต และการเจริญเติบโตของข้าวญี่ปุ่น (Koshihikari)", วารสารวิชาการเกษตร. http://www.pikul.lib.ku/.ac.th/cgi-bin/oryza.exe. มิถุนายน, 2555.

สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร. 2549. ปฏิบัติการ สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว "การปลูก การดูแลรักษาและการใส่ปุ๋ยในนาข้าว", องค์ความรู้เรื่องข้าว. http://www.ricethailnd.go.th.brrd.in.th/rkb/management. มิถุนายน, 2556.

Ahmad, Shakel and et al. 2005. "Grain Yield of Transplanted Rice (*Oryza sativa* L.) by Plant Density and Nitrogen Fertilization", Agriculture and Social Sciences. 1813-2235/01-3-212-215.

Bozorgi, Hamid Reza and et al. 2011. "Effect of Plant Density on Yield and Yield Components of Rice", World Applied Sciences. 12 (11): 2053-2057.

Gomez, K and Gomez, A. 1983. Statistrical Procedures for Agricultural Research, 2nd ed. Philippines: International Rice Research Institute.

Hamid, R. B and et al. 2011. "Effect of Plant Density on Yield and Yield Components of Rice", World Applied Sciences. 12 (11): 2053-2057.

Hill, Jeo. 2004. "The Yield Components. Rice Growth and Development", California Rice Production Workshop. 6 (13): 2671-2565.

Islam, M. A., Islam, M. R. and Sarker, A. B. S. 2008. "Effect of Phosphorus on Nutrient Uptake of Japonica and Indica Rice", Sustain crop prod. 3 (3): 61-65.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Islam, S. S and et al. 2010. "Effect of Number of Seedling on the Growth and Yield of Transplant Aman Rice CV. BRRI DHAN41", Research Publication. 3 (4): 1204-1213.

Lengsawate-Somsavath. 2010. "Strategies for Society and Economic Development of Laos 5 Years", (2011-2015). Ministry of Plan and Investment: Laos.

Linquist, B and Sengxua, P. 2001. Nutrient Management in Rain fed Lowland Rice in Lao PDR. National Agriculture and Forestry: International Rice Research Institute.

Miah. M. N and et al. 2004. "Effect of Number of Seedling per Hill and Urea Supergranule on Growth and Yield of Rice cv BINA Dhan4", Biological Sciences. 4 (2): 122-129.

Mirza, H and et al. 2009. "Plant Characters, Yield components and Yield of Late Transplanted *Aman* Rice as Affected by Plant Spacing and Number of Seedling per Hill", Advances Biological Research. 6 (11): 2571-2575.

Monthathip, C. M., Hatsadong and Douangsila, K. 2006. Rice in Lao. International Rice Research Institute: Philippines.

Obulama, U. Reddapa and et al. 2 004. "Effect of Spacing and Number of Seedlings per Hill on Yield attributes and Yield of Hybrid Rice", Madras Agric. 91 (4-6): 344-347.

Rahman, M. H and et al. 2007. "Effect of Number of Seedling per Hill and Nitrogen Level on Growth and Yield of BRRI dhan 32", Soil. Nature. 1 (2): 01-07.

Rasabandith, S and et al. 2004. "Rice Production in the Lao PDR", KhonKaen Agriculture. 32 (2): 89-103.

Roshan, N. M and et al. 2011. "Effect of Spacing and Number of Seedling per Hill of Yield and Yield Components of rice (Rezajo Variety)", Word Applied Sciences. 12 (10): 1754-1759.

Roshan, N. M., Ebrahim, A and Maral, M. 2011. "Study on Yield and Yield components of Rice in Different Plant Spacing and Number of Seedling per Hill", Middle-East Journal of Scientific Research. 7 (2): 136-140.

Schiller, J and et al. 2006. Rice in Lao. International Rice Research Institute: Philippines.

Sihanath-Kristin. 2004. Annual Technical Report. National Agriculture and Forestry Research Institute: Lao PDR.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Stangel, P. J and Harris, G. T. 1987. Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice. Philippines: International Rice Research Institute.

Voradeth, S and et al. 2004. Annual Technical Report. National Agriculture and Forestry Research Institute: Lao PDR.

Warrier-Rose. 2010. Biology of *Oryza sativa* L. (Rice). Department of Biotechnology. Series of Crop Specific Biology Documents. Ministry of Environment and Forests: India.

Yoshida-Shouyou. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. Philippines: The International Rice Research Institute.

ภาคผนวก

ภาคพนวก ก การคำนวณ

1. การคำนวณพื้นที่ใบข้าว LA (Leaf Area) โดยใช้คนวัดตัวจริงที่ใช้เมตรวัด และวัดจำนวนทุกใบในสุ่มตัวอย่าง (4 สุ่มต่อแปลง) มีหน่วยเป็น (cm^2) ตามสูตร คือ

LA = ความยาวใบ x ความกว้างใบ x K (K = 0.75 เป็นค่าคงตัว)

ตัวอย่าง : ใบข้าวมีความกว้าง 0.8 cm และความยาว 30 cm x 0.75

LA = 0.8 cm x 30 cm x 0.75

= 18 cm^2

2. 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

3. 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

4. การวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดิน

4.1 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

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

A = มล. ของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง

B = มล. ของกรดที่ใช้กับ blank test

C = ความเข้มข้นของกรด (normal)

D = น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

4.2 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

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

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

B = ปริมาตสุดท้าย (มล.)

C = น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

A = ppm K ที่อ่านได้จาก standard curve

5. การวิเคราะห์หาธาตุอาหารในต้นข้าว

5.1 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

5.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืช

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

A = น้ำหนักตัวอย่างพืช

B = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวัด

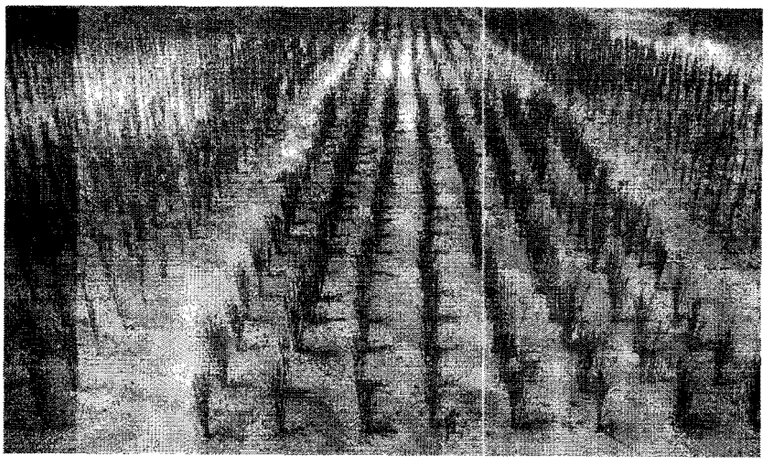
5.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในพืชโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy : AAS)

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

A = ปริมาตรสุดท้ายของสารที่ย่อยเรียบร้อยแล้ว (100 ml)

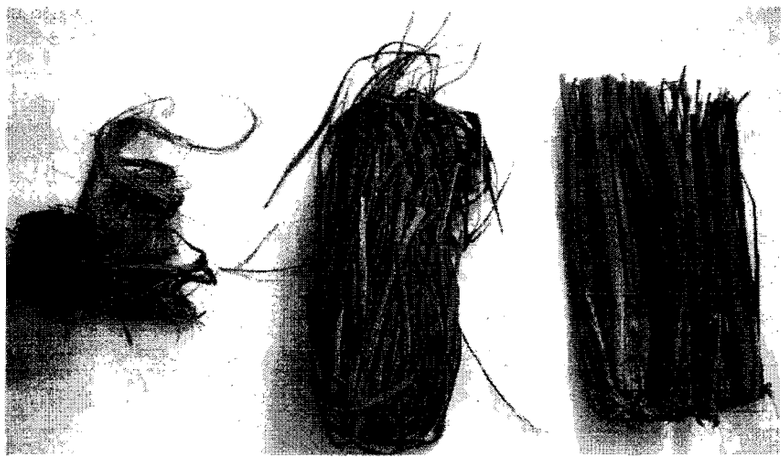
ASS (ppm) = ปริมาณ K ที่วัดได้จากเครื่อง AAS

2. ภาคพนวก ข ภาพ

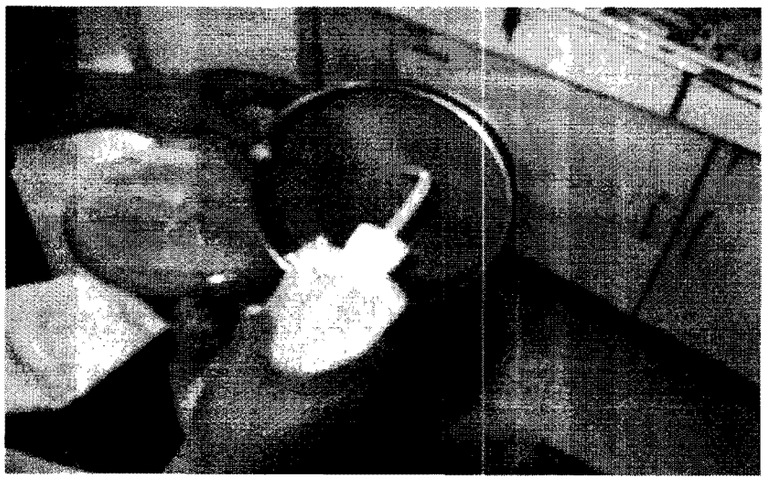


ภาพที่ 5 แปลงทดลองหลังปักดำ 21 วัน

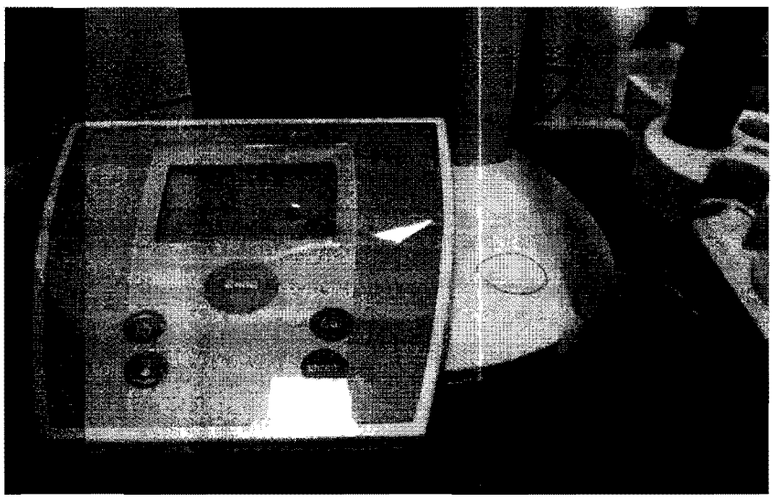
ภาพที่ 6 การนับจำนวนหน่อ และวัดความสูงของต้นข้าว



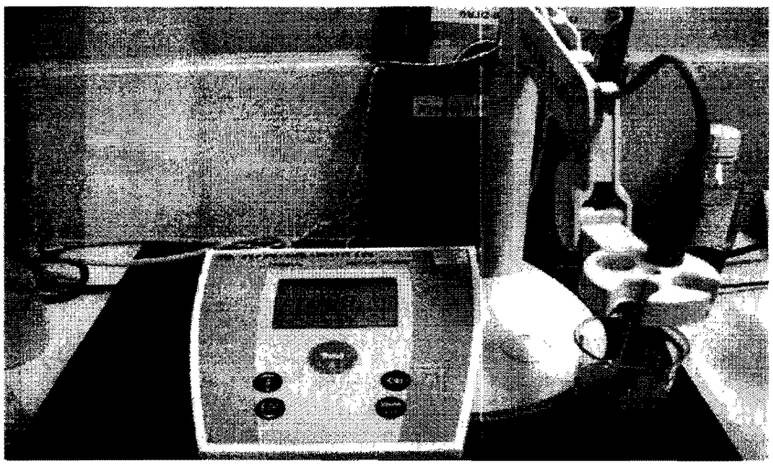
ภาพที่ 7 ราก ลำต้น และใบของต้นข้าวหลังอบแห้ง



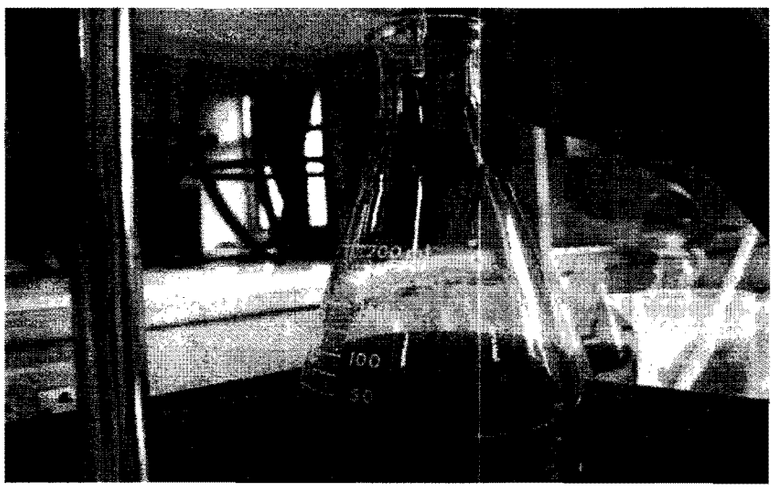
ภาพที่ 8 การหาอนุทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว



ภาพที่ 9 การหาความกรด ด่างของดิน



ภาพที่ 10 การหาค่านำไฟฟ้า



ภาพที่ 11 การหาอินทรียวัตถุ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายบุญสวน พรหมวงสา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ผลงานทางวิชาการ	Natuha, Y., Imanishi, A., Kanzaki, M., Southavong, S and Phomvongsa, B. 2011. Use of tree in Paddy Field in Champasak Province, Southern Lao PDR. บุญสวน พรหมวงสา สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากรและมานัส ลอศิริกุล. พ.ศ. 2555. "ผลของจำนวนต้นกล้าที่ปักดำต่อหลุมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวพันธุ์โพนงาม 3 ฤดูนาปี ในภาคใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว", ในการประชุมวิชาการ มอบ. วิจัยครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (นำเสนอวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ณ โรงแรมสุนีย์แกรนด์ แอนด์คอนเวนชั่นเซนเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี)
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2546 หัวหน้าหน่วยงานขยายเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวนาพอก กรมปลูกฝัง กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ ส.ป.ป.ลาว พ.ศ. 2547 – ปัจจุบัน อาจารย์สอนประจำสาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์และป่าไม้ มหาวิทยาลัยจำปาสัก ส.ป.ป.ลาว

VITAE

Name	Mr. Bounsuan Phomvongsa
Education	Bachelor of Science (Faculty of Agriculture) Major in Plant Science National University of Laos, 2002.
Academic	Natuha, Y., Imanishi, A., Kanzaki, M., Southavong, S and Phomvongsa, B. 2011. Use of Tree in Paddy Field in Champasak Province, Southern Lao PDR. Bounsuan Phomvongsa, Suwat Terapongtanakorn and Manas Losirikul, 2012. "Effect of Number of Seedlings per hill on Yield and Yield Components of Phonengam 3 Rice in Wet Season in Southern Lao People's Democratic Republic", Conference Ubu 6, Ubon Ratchathani University. (26, July 2012. Sunee Grand and Convention Center, Ubon Ratchathani Province)
Worked	Academic Naphok Rice Multiplied Seed Center Department of Crops, Ministry of Agriculture and Forestry, 2003, Laos Lecturer Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Champasak University, Laos, 2004.