



ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อผลผลิตและคุณภาพข้าว  
ในชุดดินองครักษ์และชุดดินรังสิต

โดย

นางสาวนฤมล สุขเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)

สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อผลผลิตและคุณภาพข้าว  
ในชุดดินองครักษ์และชุดดินรังสิต

โดย

นางสาวนฤมล สุขเกษม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)

สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



EFFICACY OF HIGH QUALITY ORGANIC FERTILIZER ON YIELD  
AND GRAIN QUALITY OF RICE IN ONGKHARAK AND RUNGSIT  
SOIL SERIES

BY

MISS NARUEMON SUKKASAME

The image features a large, faint watermark of the Thammasat University logo in the background. The logo is circular and contains a central emblem with a crown and a lotus flower, surrounded by Thai script and the words 'THAMMASAT UNIVERSITY'.

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF ORGANIC FARMING MANAGEMENT  
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
THAMMASAT UNIVERSITY  
ACADEMIC YEAR 2015  
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวณฤมล สุขเกษม

เรื่อง

ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อผลผลิตและคุณภาพข้าวในชุดดินองครักษ์และชุดดินรังสิต

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)

เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2558

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

จุฑามาศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อรุณ อรุณ

(อาจารย์ ดร.อรุณ อรุณประเสริฐ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ชุตินันท์

(อาจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วิไลวรรณ

(อาจารย์ ดร.วิไลวรรณ เชื้อบุญ)

คณบดี

ปกรณ์ เสริมสุข

(รองศาสตราจารย์ ปกรณ์ เสริมสุข)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อผลผลิตและคุณภาพข้าวในชุดดินองครักษ์และชุดดินรังสิต
ชื่อผู้เขียน	นางสาวนฤมล สุขเกษม
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.อรประภา อนุกุลประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์
ปีการศึกษา	2558

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในชุดดินที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมสุพรรณบุรี ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 5 แฟกทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 ชุดดิน จำนวน 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินรังสิต และชุดดินองครักษ์ และปัจจัยที่ 2 การให้ปุ๋ย 5 รูปแบบ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใด (ควบคุม) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 และ 46-0-0 ที่อัตรารวมเท่ากับ 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ (C1) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 21.84 (O1), 43.68 (O2) และ 87.40 (O3) กิโลกรัม N ต่อไร่ จากผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนต้นต่อกอเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินรังสิตจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมื่อข้าวมีอายุ 30 วันหลังปลูก การให้ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุด แต่พบว่า เมื่อข้าวมีอายุ 60 วันหลังปลูก การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงตั้งแต่ อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบข้าวมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ สำหรับผลในด้านองค์ประกอบผลผลิต พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดตีมี่ค่ามากขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีแนวโน้มลดลง แต่การให้ปุ๋ยเคมีทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดตีมี่ค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่

ระดับไนโตรเจนเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวเกือบทุกสายพันธุ์มีคุณภาพการหุงต้ม เช่น การอุ้มน้ำและการขยายปริมาตรของข้าวสุก มีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ซึ่งจากผลด้านปริมาณผลผลิตต่อต้น พบว่า การปลูกข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ในชุดดินรังสิตและองครักษ์ที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกันได้ และเป็นที่น่าสังเกตว่า การปลูกข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ในชุดดินองครักษ์ให้ผลตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมากกว่าชุดดินรังสิต กล่าวคือ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในชุดดินองครักษ์ ให้ปริมาณผลผลิตมากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่สำหรับข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ได้ และทำให้ได้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุดทั้งในชุดดินรังสิตและองครักษ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.22 และ 11.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ข้าว ชุดดิน ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ระดับไนโตรเจน องค์ประกอบผลผลิต

Thesis Title	Efficacy of High Quality Organic Fertilizer on Growth and Grain Quality of Aromatic and Riceberry Rice in Ongkharak and Rangsit Soil Series
Author	MISS Naruemon Sukkasame
Degree	Master of Science (Organic Farming Management)
Department/Faculty/University	Department of Organic Farming Management Faculty of Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Dr. Ornprapa Anugoolprasert
Thesis Co-Advisor (If any)	Dr. Phakpen Poomipant
Academic Years	2015

### ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effect of high quality organic fertilizer compared with chemical fertilizer on the growth and yield of 3 rice varieties, namely Hawm Suphan Buri, Pathum Thani 1 and Riceberry, in different soil series. A pot experiment was undertaken in a 2 x 5 factorial in CRD with nine replications. Two factors were 1) two types of soil series: Rungsit (fertile soil) and Ongkharak (infertile soil) and 2) five different fertilizer treatments: no added fertilizer (control), chemical fertilizer (16-20-0 + 46-0-0) at 21.84 kg N / rai (C1) and high quality organic-fertilizer at 21.84 (O1), 43.68 (O2) and 81.40 (O3) kg N / rai. The results revealed that the plant length, leaf width and length, and tiller number per plant of all rice varieties were significantly increased with the increasing nitrogen levels of high quality organic fertilizer ( $p \leq 0.05$ ). In addition, the plant growth of all rice varieties grown in the Rungsit soil series was higher than that in the Ongkharak soil series. For the chlorophyll content of all rice varieties, it was found that the highest of total

chlorophyll in the rice leaf at 30 days after planting was recorded under the C1 treatment. However, at 60 days after planting, the application of the high quality organic fertilizer at 43.68 kg N / rai and above showed the higher total chlorophyll rather than that of the C1 treatment. For the yield components, the percentage filled grain increased with the increase application of the high quality organic fertilizer, while the percentage of undeveloped grain tended to decreased with the increase level of nitrogen application. Comparison between chemical and high quality organic fertilizer at the same nitrogen level, the C1 treatment showed the higher percentage filled grain than that of the O1 treatment. However, the cooking quality, such as water absorption ratio and volume expansion ratio, of almost all rice varieties under the O1 treatment was higher than that of the C1 treatment. From the grain yield, it appears that the production of the aromatic rice, namely Hawm Suphan Buri and Pathum Thani 1 with the application of high quality organic fertilizer at 21.84 kg N / rai can replace the applications of chemical fertilizer at the same N level. It is likely that the application of high quality organic fertilizer in the Ongkharak soil series is more effective for the rice yield than that in Rungsit soil series, which the application of high quality organic fertilizer at 21.84 kg N / rai showed the higher yield than that of the application of chemical fertilizer at the same N levels. However, for the Riceberry production, the application of high quality organic fertilizer up to the level of 43.68 kg N / rai may substitute for the use of chemical fertilizer at 21.84 kg N / rai, which showed the highest grain yield in both Rungsit and Ongkharak soil series that were 15.22 and 11.20 g / plant, respectively.

**Keywords:** high quality organic fertilizer, nitrogen level, rice, soil series, yield component



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งท่านแรกและผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณคือ อาจารย์ ดร.อรประภา อนุกุล ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะ คำปรึกษา ตลอดจนการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว และอาจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ สาขาเทคโนโลยีชนบท และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ทุกคนที่เป็นกำลังใจในการเรียน และได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณครอบครัว ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบแก่เหล่าคณาจารย์ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน และข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดชอบเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

นางสาวนฤมล สุขเกษม

27 พฤศจิกายน 2558

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(17)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้าว	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว	3
2.1.1.1 ราก	3
2.1.1.2 ลำต้น	4
2.1.1.3 ใบ	4
2.1.2 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์	5
2.1.2.1 ช่อดอกและดอก	5
2.1.2.2 ผลและเมล็ด	5
2.1.3 ระยะเวลาเจริญเติบโตและพัฒนาการ	6
2.1.4 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวแต่ละสายพันธุ์	7

2.1.4.1	หอมสุพรรณบุรี	7
2.1.4.2	ปทุมธานี 1	7
2.1.4.3	ไรซ์เบอร์รี่	7
2.2	สภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยหลักต่อการปลูกข้าว	8
2.3	ดิน	8
2.3.1	ชุดดินรังสิต	8
2.3.2	ชุดดินองครักษ์	9
2.4	ปุ๋ย	9
2.5	ปุ๋ยอินทรีย์	10
2.5.1	ประโยชน์ต่อสมบัติทางกายภาพของดิน	10
2.5.2	ประโยชน์ต่อสมบัติทางเคมีของดิน	10
2.5.3	ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์	11
2.5.3.1	ปุ๋ยคอก	11
2.5.3.2	ปุ๋ยพืชสด	13
2.5.3.3	ปุ๋ยหมัก	13
2.5.3.4	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	13
2.6	อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของพืช	15
2.7	คลอโรฟิลล์	16
2.8	คุณภาพข้าว	17
2.8.1	คุณภาพทางกายภาพ	17
2.8.1.1	ขนาดและรูปร่าง	17
2.8.1.2	น้ำหนักเมล็ด	18
2.8.2	คุณภาพการหุงต้ม	18
2.8.2.1	ระยะเวลาในการหุงต้ม	18
2.8.2.2	การยึดตัวของเมล็ดข้าวสุก	19
2.8.2.3	ความคงตัวของแป้งสุก	19
2.8.3	คุณภาพในการแปรรูป	20
2.8.3.1	ปริมาณแอมิโลส	20
2.8.3.2	ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง	20

บทที่ 3 วิธีการวิจัย	23
3.1 การวางแผนการทดลอง	23
3.2 ปุ๋ยสำหรับการทดลอง	23
3.3 ชุติดินสำหรับการทดลอง	24
3.4 การปลูก การใส่ปุ๋ยและการดูแลรักษา	25
3.5 การบันทึกข้อมูล	26
3.5.1 คุณภาพทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง	26
3.5.1.1 ค่า pH	26
3.5.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า	26
3.5.1.3 อินทรีย์วัตถุ	26
3.5.1.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	26
3.5.1.5 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส	27
3.5.2 การเจริญเติบโตของข้าว	28
3.5.2.1 ความสูงต้น	28
3.5.2.2 ความยาวใบ	28
3.5.2.3 ความกว้างใบ	28
3.5.2.4 จำนวนต้นต่อกอ	28
3.5.2.5 ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก	29
3.5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์	29
3.5.4 องค์ประกอบผลผลิต	29
3.5.4.1 จำนวนรวงต่อกอ	29
3.5.4.2 ความยาวและความกว้างเมล็ด	29
3.5.4.3 จำนวนเมล็ดต่อรวง	29
3.5.4.4 เปอร์เซนต์เมล็ดดีต่อรวง	30
3.5.4.5 เปอร์เซนต์เมล็ดลีบต่อรวง	30
3.5.4.6 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง	30
3.5.4.7 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง	30
3.5.4.8 น้ำหนัก 100 เมล็ด	30

3.5.5 คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี	30
3.5.6 คุณภาพการหุงต้ม	31
3.5.6.1 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง	31
3.5.6.2 ระยะเวลาในการหุงต้ม	31
3.5.6.3 การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก	32
3.5.6.4 การอุ้มน้ำของข้าวสุก	32
3.5.6.5 การขยายปริมาตรของข้าวสุก	32
3.5.6.6 ความคงตัวของแป้งสุก	32
3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	33
3.7 สถานที่ทำการทดลอง	33
3.8. ระยะเวลาในการทดลอง	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	34
4.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง	34
4.2 การเจริญเติบโต	36
4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์	57
4.4 องค์ประกอบผลผลิต	61
4.5 คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี	98
4.6 คุณภาพการหุงต้ม	108
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	121
5.1 สรุปผลการวิจัย	121
5.2 ข้อเสนอแนะ	122
5.2.1 การดูแลรักษาต้นข้าวในระหว่างการปลูก	122
5.2.2 การทดสอบคุณภาพผลผลิต	122
รายการอ้างอิง	123

(10)

ภาคผนวก (ภาคผนวก ก รูปภาพการเจริญเติบโตของข้าว)

128

ประวัติผู้เขียน

135



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก	11
2.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในมูลไก่ถ่ายใหม่ มูลไก่ขังกรงและมูลไก่ใน วัสดุรองพื้นคอก	12
2.3 ขนาดเมล็ด จำแนกตามความยาวของเมล็ด	17
2.4 รูปร่างของเมล็ดข้าว	17
2.5 การแบ่งชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุกและการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดใน ต่างที่สัมพันธ์กับระยะเวลาหุงต้มข้าวสุก	19
2.6 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก	19
2.7 คุณภาพข้าวหุงสุก แบ่งตามปริมาณแอมิโลส	20
2.8 การประเมินค่าการสลายเมล็ดในต่าง	21
2.9 ความสัมพันธ์ของค่าการสลายเมล็ดในต่างกับอุณหภูมิในการเกิดเจลลาโนเซชัน	22
3.1 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนที่ใช้ในการทดลอง	24
3.2 อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละสิ่งทดลองในการปลูกข้าว 3 พันธุ์ใน ชุดดินรังสิตและองครักษ์	25
4.1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง	35
4.2 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	37
4.3 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ใน ชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	38
4.4 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุด ดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	39
4.5 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	41
4.6 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	42
4.7 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์ เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	43

4.8	จำนวนต้นตอกอ ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดิน และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	45
4.9	จำนวนต้นตอกอ ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดิน และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	46
4.10	จำนวนต้นตอกอ ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	47
4.11	ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	48
4.12	ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	49
4.13	ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	50
4.14	น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	51
4.15	น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	52
4.16	น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	53
4.17	น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	54
4.18	น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	55
4.19	น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	56
4.20	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	58
4.21	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	59
4.22	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 35 และ 65 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	60



- 4.23 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 62  
แตกต่างกัน
- 4.24 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 63  
แตกต่างกัน
- 4.25 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่าง 64  
กัน
- 4.26 ความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอม 66  
สุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน
- 4.27 ความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 67  
ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน
- 4.28 ความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ใน 68  
ชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน
- 4.29 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ย 70  
ที่แตกต่างกัน
- 4.30 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 71  
แตกต่างกัน
- 4.31 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 72  
แตกต่างกัน
- 4.32 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 74  
แตกต่างกัน
- 4.33 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 75  
แตกต่างกัน
- 4.34 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 76  
แตกต่างกัน
- 4.35 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 77  
แตกต่างกัน
- 4.36 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 78  
แตกต่างกัน
- 4.37 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ 79  
แตกต่างกัน

- 4.38 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ย  
ที่แตกต่างกัน 81
- 4.39 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 82
- 4.40 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 83
- 4.41 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้  
ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 84
- 4.42 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 85
- 4.43 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 86
- 4.44 ตารางที่ 4.44 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุด  
ดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 87
- 4.45 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 88
- 4.46 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 89
- 4.47 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 91
- 4.48 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 92
- 4.49 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 93
- 4.50 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้  
ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 95
- 4.51 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 96
- 4.52 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 97

4.53	ปริมาณแอมิโลสของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่าง กัน	99
4.54	ปริมาณแอมิโลสของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	100
4.55	ปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลส ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	101
4.56	ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	102
4.57	ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	103
4.58	ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	104
4.59	ความคงตัวของแป้งสุกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	105
4.60	ความคงตัวของแป้งสุกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่าง กัน	106
4.61	ความคงตัวของแป้งสุกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่าง กัน	107
4.62	ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที่) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ย ที่แตกต่างกัน	109
4.63	ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที่) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	110
4.64	ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที่) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ แตกต่างกัน	111
4.65	การยืดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและ การให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	112
4.66	การยืดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการ ให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	113
4.67	การยืดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ ปุ๋ยที่แตกต่างกัน	114

- 4.68 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ย  
ที่แตกต่างกัน 115
- 4.69 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 116
- 4.70 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่  
แตกต่างกัน 117
- 4.71 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุด  
ดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 118
- 4.72 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดิน  
และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 119
- 4.73 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและ  
การให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 120



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ก-1	ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	129
ก-2	ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้าย ปลูก)และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	130
ก-3	ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	131
ก-4	ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้าย ปลูก)และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	132
ก-5	ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	133
ก-6	ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้าย ปลูก)และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)	134

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลักและเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากของประเทศไทย โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการปลูกข้าวกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาค ปัจจุบันข้าวเป็นที่ต้องการของตลาด ทั้งในและต่างประเทศ โดยมีสถิติการส่งออกนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 และประเทศไทยยังคงเป็นผู้ส่งออกข้าวรายหลักของโลกนับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา (สมชาย, 2548) โดยปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีสถิติการส่งออกข้าวประมาณ 10,969 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 174,853 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) สำหรับพื้นที่เพาะปลูกข้าวของประเทศไทย พบว่า มีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 57 ล้านไร่ โดยแหล่งผลิตข้าวหลักของประเทศอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีอยู่ประมาณ 33 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 57.9 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่การปลูกข้าวทั้งหมด รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ซึ่งคิดเป็น 22.8, 17.5 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่การปลูกข้าวทั้งหมด ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

สำหรับการผลิตข้าว ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและเป็นต้นทุนหลัก โดยเกษตรกรมักมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยจากสถิติการนำเข้าปุ๋ยเคมีของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2556 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ เพิ่มขึ้นถึง 40 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะปุ๋ยยูเรียที่มีอัตราการนำเข้าเป็นอันดับหนึ่งของสูตรปุ๋ยเคมีทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ซึ่งการใช้ปุ๋ยในลักษณะดังกล่าวนี้ นอกจากจะทำให้ต้นทุนในการผลิตมีมูลค่าสูงแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรม อาทิ ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น โครงสร้างของดินเสื่อมสภาพ และเกิดการสะสมของไนเตรตในดินและแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง (Savic, 2012) ซึ่งจากสภาพปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีนั้น ระบบการผลิตเกษตรอินทรีย์ที่มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมีจึงถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เช่น การอุ้มน้ำและการถ่ายเทอากาศในดินแล้ว ยังมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมอยู่ด้วย อีกทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ยังเป็นการช่วยลดปริมาณขยะและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แต่อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นเองหรือวางขายใน

ท้องตลาดส่วนใหญ่ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งปุ๋ยอินทรีย์ยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาช้า จึงอาจไม่ทันกับความต้องการของพืช เนื่องจากธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปของอินทรีย์สาร ซึ่งจำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปอนินทรีย์สาร เช่น แอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) และไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ชุดิมนนท์, 2553) ในปัจจุบันหลายหน่วยงาน อาทิ กรมพัฒนาที่ดิน ได้ทำการศึกษาโดยการนำวัสดุอินทรีย์ และ/หรือ อนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวอย่างสมบูรณ์ เพื่อการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารหลักในปริมาณสูง สำหรับรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในการผลิตพืชนั้น ยังมีข้อมูลค่อนข้างน้อย อีกทั้งยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในการปลูกข้าวหอมที่ถือเป็นข้าวที่ประเทศไทยมีการส่งออกเป็นหลัก เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ปทุมธานี 1 เป็นต้น หรือข้าวที่มีสีอย่างข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณสมบัติเด่นทางด้านคุณค่าโภชนาการ โดยเฉพาะการมีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และฟอสเฟตในปริมาณสูง รวมถึงการมีดัชนีน้ำตาลต่ำถึงปานกลาง (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2557) แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีงานวิจัยในพันธุ์ข้าวอื่นๆ อาทิ พนิตาและคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราตั้งแต่ 60 -240 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลในด้านความสูง จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีทั้งการใส่ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและการใส่ตามความต้องการของข้าวไม่ไวแสง แต่อย่างไรก็ตามพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในทุกอัตรา ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีค่าน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ หอมสุพรรณบุรี ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ ที่ปลูกในชุดดินองครักษ์และชุดดินรังสิตภายใต้สภาวะน้ำขัง

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ข้าว

ข้าว (*Oryza sativa*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและมีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ ข้าวจึงเป็นสินค้าภาคการเกษตรที่มีการส่งออกสูงที่สุดในแต่ละปี (สมชาย, 2548) ข้าวเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (annual grass) จัดอยู่ในสกุล *Oryza* ของวงศ์ Poaceae หรือ Gramineae สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) โดยข้าวที่พบในสกุล *Oryza* มีประมาณ 20 ชนิด (บุญหงษ์, 2547) โดยในปัจจุบันข้าวที่ปลูกเพื่อรับประทานเป็นอาหารมนุษย์ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ *Oryza sativa* ที่นิยมปลูกมากในทวีปเอเชีย และ *Oryza glaberrima* ที่ปลูกมากในภาคตะวันตกของทวีปแอฟริกา (สมชาย, 2548) โดย *Oryza sativa* ที่ปลูกมากในแถบทวีปเอเชียสามารถแบ่งออกเป็น 3 สายพันธุ์ คือ อินดิกา (Indica) จาปอนิกา (Japonica) และจาวานิกา (Javanica)

#### 2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว (ภาควิชาพืชไร่, 2541)

2.1.1.1 ราก (Root) ข้าวมีระบบรากแบบรากฝอย (fibrous root system) มีการเจริญของรากสองส่วน คือ

1) รากที่เจริญมาจากส่วนของคัพภะ (embryo) เป็นรากที่พัฒนามาจากส่วนแรดิเคิล (radicle) เรียกว่า primary root หรือ first seedling root เป็นรากที่ยาวสั้นน้ำตาลที่ primary root มีรากที่แตกแขนงออกมาเรียกว่า secondary root หรือ lateral root นอกจากนี้ยังมีรากที่เกิดขึ้นที่ scutellar node เรียกว่า seminal root รากทั้งหมดนี้มีการเจริญในระยะเวลาสั้นๆ และตายไปในระยะที่ต้นข้าวยังเป็นต้นกล้า

2) รากที่เจริญมาจากส่วนข้อของลำต้น เป็นรากที่เจริญมาจากปุ่มกำเนิดราก (root primordia) ที่ข้อส่วนล่างๆของลำต้น เรียกว่า adventitious root ข้อแรกที่เกิด adventitious root คือ coleoptilar node รากพวกนี้เริ่มเกิดเมื่อต้นข้าวมีอายุประมาณ 15 วัน ในระยะแรกจะมีขนาดสั้น สีขาวและอวบ เมื่อต้นข้าวอายุได้ 6 สัปดาห์ รากชนิดนี้จะมีขนาดยาวขึ้น มีสีน้ำตาลอ่อน และมีรากแขนงแตกออกมาจำนวนมาก ต้นข้าวจะมีการสร้างรากชนิดนี้เพิ่มขึ้นมาเรื่อยๆ จำนวนรากจะมีมากที่สุดในระยะออกรวง จากนั้นจำนวนรากจะเริ่มลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งการเจริญเติบโตของรากข้าวจะแตกต่างกันไปตามวิธีการปลูก ถ้าปลูกแบบหว่าน รากจะสามารถหยั่งลงได้ลึก แต่การแผ่กระจายและจำนวนรากมีน้อย ส่วนการปลูกแบบปักดำรากจะอยู่ในระดับตื้น มีจำนวน



รากมากและมีการแผ่กระจายดี สำหรับพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำจะมีรากเกิดจากข้อของลำต้นที่อยู่ใต้น้ำ มีหน้าที่ช่วยดูดธาตุอาหารจากน้ำ นอกจากนี้การเจริญของรากในข้าวพันธุ์เดียวกันอาจแตกต่างกัน เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะเนื้อดิน ธาตุอาหาร การให้ปุ๋ย การทน้ำและการระบายน้ำ การปฏิบัติดูแลรักษา ระยะเวลาปลูก และวิธีการปลูก

**2.1.1.2 ลำต้น (Stem or culm)** ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ในส่วนของข้อประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญ (growth ring) ปุ่มกำเนิดราก (root primordia) ตา (bud) และรอยกาบใบ (leaf scar) ตาในส่วนล่างของลำต้นสามารถเจริญเป็นหน่อ (tiller) ได้ ลำต้นที่เจริญมาจากเมล็ดเรียกว่า main culm หน่อที่เจริญจากตาบน main culm เรียกว่า primary tiller เรียกว่า secondary tiller และหน่อที่เจริญจากตาบน secondary tiller เรียกว่า tertiary tiller ตามลำดับ ซึ่งต้นข้าวมีความสูงระหว่าง 30-40 เซนติเมตรในพันธุ์เตี้ยจนถึงมากกว่า 7 เมตรในพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นการค้ามีความสูงประมาณ 1-2 เมตร ความสูงของต้นข้าวขึ้นอยู่กับจำนวนปล้องซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ และสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อความยาวของปล้อง ข้าวพันธุ์เบาจะมีจำนวนปล้องน้อยกว่าข้าวพันธุ์กลางและข้าวพันธุ์หนักตามลำดับ จำนวนปล้องมีตั้งแต่ 10-20 ปล้องต่อต้น ความแตกต่างของความสูงระหว่างพันธุ์จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น โดยความสูงมากที่สุดเมื่อดอกข้าวบาน ภายในลำต้นของข้าวมีลักษณะกลวง และจะตันเฉพาะในส่วนของข้อเท่านั้น ที่บริเวณข้อมีลักษณะพองโต เรียกว่า pulvinus และในการแตกกอของข้าวจะมีการแตกกอมาก จำนวนหน่อที่เกิดขึ้นอยู่กับพันธุ์ ระยะเวลาปลูก การให้ปุ๋ย และสภาพแวดล้อม ความสามารถในการแตกกอหรือแตกหน่อนี้ เรียกว่า tillering capacity ข้าวแต่ละกอมีจำนวนหน่อประมาณ 4-80 หน่อ

**2.1.1.3 ใบ (Leaf)** ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ กาบใบ (leaf sheath) และแผ่นใบ (leaf blade) โดยกาบใบจะหุ้มลำต้นไว้ ความยาวของกาบใบข้าวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของข้อบนต้น โดยประมาณข้อที่ 10 ความยาวของปล้องจะเริ่มมากกว่าความยาวของกาบใบ พบสีที่ฐานของกาบใบเฉพาะด้านนอก หรือพบทั้งด้านนอกและด้านใน แผ่นใบมีความกว้างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ มักมีขน มีเส้นกลางใบ (midrib) เห็นได้ชัดเจน และมีเส้นขนานไปกับเส้นกลางใบ ในส่วนบริเวณระหว่างกาบใบและแผ่นใบ พบส่วนต่างๆ 3 ส่วน ได้แก่ เยื่อกันน้ำหรือลิ้นใบ (ligule) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) และรอยต่อระหว่างแผ่นใบและกาบใบ (leaf collar) ลักษณะของเยื่อกันน้ำเป็นเยื่อบางๆ อาจมีสีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีสีได้แก่ สีชมพูหรือสีม่วงเหมือนสีของกาบใบ เยื่อกันน้ำในใบที่แก่อาจหลุดร่วงไปทำให้สามารถสังเกตเห็นได้ ในส่วนของเขี้ยวใบ มีลักษณะเป็นเส้นหรือฟันเลื่อยยาวๆ เกิดจากส่วนฐานของแผ่นใบ ถ้ามีสีมักเป็นสีเดียวกับ pulvinus และส่วนรอยต่อระหว่างแผ่นใบและกาบใบและแผ่นใบจะเห็นได้ชัดจากด้านหลัง นอกจากนี้ยังมีส่วนของกลุ่มเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่มี

ลักษณะคล้ายใบที่ไม่มีเส้นกลางใบ มีลักษณะเป็นสัน 2 สัน พบระหว่างหน่อหรือแขนงที่แตกจาก ลำต้นเรียกว่า prophyllum มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และจะมีจำนวนใบที่ส่วนของ mail culm มากที่สุด รองลงไปได้แก่ primary tiller, secondary tiller และ tertiary tiller ตามลำดับ

## 2.1.2 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์

### 2.1.2.1 ช่อดอกและดอก (Inflorescence and spikelet)

ช่อดอกเป็นแบบ panicle เจริญมาจากตายอด (terminal bud) โดยมีปล้องสุดท้ายของลำต้น (uppermost internode) เป็นก้านช่อดอก (peduncle) แกนกลางช่อดอกเรียกว่า rachis หรือ panicle axis มีการแตกกิ่งก้านจากส่วนของ rachis โดยกิ่งก้านที่แตกจาก rachis เรียกว่า primary branch และกิ่งก้านที่แตกจากส่วนของ primary branch เรียกว่า secondary branch ดอกข้าวจะเกิดเป็นกลุ่ม เรียกว่า spikelet มีส่วนประกอบดังนี้ กลีบดอกที่หุ้ม spikelet มี 2 กลีบ ได้แก่ กลีบด้านนอก (outer glume) และกลีบด้านใน (inner glume) กลีบทั้งสองนี้ไม่มีการเจริญ ปรากฏเพียง ส่วนประกอบเล็กๆ ซึ่งมองเห็นไม่ชัด (rudimentary glume) อยู่ตรงปลายสุดของก้านดอก (panicle) ภายในดอกประกอบด้วยดอกย่อย (floret) จำนวน 3 ดอก แต่มีดอกย่อยเพียงดอกเดียวที่มีการเจริญ เรียกว่า flower glume ส่วนดอกย่อยที่ไม่มีการเจริญ 2 ดอกที่เหลือนั้นเหลือเฉพาะส่วน lemma ที่เรียกว่า sterile lemma หรือ non-flowering glume หรือ empty glume จำนวน 2 กลีบ ที่มีความยาวไม่เกิน 1/3 ของ flowering glume กลีบทั้งสองนี้ยังคงปรากฏให้เห็นอยู่ที่ฐานของ เมล็ด เมื่อเมล็ดสุกแก่แล้ว สำหรับดอกย่อยที่มีการเจริญประกอบด้วยกลีบดอกย่อยด้านนอก (lemma) ที่มีเส้นความยาว 5 เส้น และกลีบดอกย่อยด้านใน (palea) ที่มีเส้นความยาว 3 เส้น ภายในดอกย่อยประกอบด้วย เกสรตัวผู้ (stamen) 6 อัน เกสรตัวเมีย (pistil) ที่ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ที่มี 1 ออวูล (ovule) มีก้านชูเกสรตัวเมีย (style) สั้น และยอดเกสรตัวเมีย (stigma) แยกเป็น 2 แฉก มีลักษณะคล้ายขนนกเรียกว่า plumose stigma เยื่อรองรับรังไข่ (lodicule) มี 2 อัน ขนาดเล็กใส อยู่ที่ส่วนฐานของรังไข่ และดอกข้าวจะเริ่มบานจากส่วนปลายช่อลงมา ดอกในช่อดอก หนึ่งๆจะบานหมดภายใน 6-7 วัน แต่ละดอกจะบานนาน ตั้งแต่ประมาณ 6 นาทีจนถึงมากกว่า 1 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศ อุณหภูมิและแสงแดด เวลาที่ดอกบานอาจเกิดในเวลาใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยในพันธุ์ปลูกส่วนมากจะบานระหว่างเวลาเช้าไปจนถึงก่อนเที่ยง

### 2.1.2.2 ผลและเมล็ด (Seed)

ผลหรือเมล็ดเป็นแบบ caryopsis ประกอบด้วย เยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) ติดอยู่กับส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) มีเปลือกหุ้มเรียกว่า hull ซึ่งประกอบด้วยส่วนของกลีบดอกย่อยด้านนอกและกลีบดอกย่อยด้านใน ผลของข้าวที่เก็บเกี่ยว มาเรียกว่า เมล็ดข้าวเปลือก (hulled grain) ซึ่งยังมีส่วนของเปลือกหุ้มติดอยู่ เมื่อแกะส่วนของเปลือก หุ้มออก เห็นเยื่อหุ้มผลและเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีน้ำตาล เรียกเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มสีน้ำตาลนี้ว่า

เมล็ดข้าวกล้อง (brown rice grain) หลังจากขัดเอาส่วนของเยื่อหุ้มสีน้ำตาลนี้ออกไปจะเป็นเมล็ดข้าวสาร(kemel) ส่วนของเมล็ดข้าวสารจะมีสีขาวยุ่น ซึ่งเป็นส่วนคัพภะ (embryo) เรียกว่า จมูกข้าว ส่วนที่เหลือเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) คัพภะประกอบด้วยแรดิเคิล (radicle) พลูมูล (plumule) ใบเลี้ยงที่ไม่มีการพัฒนา (epiblast) และเนื้อเยื่อที่กั้นระหว่างคัพภะกับเอนโดสเปิร์ม (scutellum) ในบริเวณรอบนอกของเอนโดสเปิร์มมีชั้นของเนื้อเยื่อหุ้มโดยรอบเรียกว่า aleutone layer นอกจากนี้ยังอาจพบส่วนสีขาวยุ่นที่ด้านท้องของเมล็ดด้านเดียวกับคัพภะ เรียกว่า ท้องปลาหรือท้องไข่ (abdominal white)

### 2.1.3 ระยะเวลาเจริญเติบโตและพัฒนาการ

การพัฒนาเริ่มตั้งแต่การงอกของเมล็ดจากคัพภะ (embryo) คือระยะต้นกล้า (seedling stage) จะเกิดรากชุดแรก (radicle) และเกิดรากชุดที่สองที่เรียกว่า รากแขนง (lateral root) จากนั้น รากชุดแรกก็จะสลายไปจนกระทั่งต้นกล้ามีใบจริงประมาณ 5 ใบ จากนั้นประมาณ 30 วันจะเข้าสู่ระยะของการแตกกอ (tillering stage) เป็นระยะที่ต้นข้าวเริ่มมีหน่อใหม่เกิดขึ้นออกจากตาข้างของลำต้นที่อยู่ในซอกใบ และระยะการแตกกอจะสิ้นสุดเมื่อต้นข้าวกำเนิดช่อรวงหรือรวงอ่อน (panicle initiation stage) ซึ่งเป็นระยะของการสืบพันธุ์ที่ต้นข้าวจะมีลักษณะลำต้นกลมและที่ปลายสุดของลำต้นจะเกิดปุ่มของปุยขนขนาดเล็กโดยจะอยู่ในช่วง 30 วันก่อนออกรวง หลังจากนั้นจะเข้าสู่การพัฒนาเป็นรวงอ่อนในระยะตั้งท้อง (booting stage) ซึ่งจะมีกาบใบธงห่อหุ้มไว้ ในระยะนี้ต้นข้าวจะมีการยืดยาวของปล้องอย่างชัดเจนพร้อมกับการนูนขึ้นของกาบใบธงซึ่งระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 5-6 วันก่อนระยะข้าวออกรวง (heading stage) ซึ่งช่อดอกหรือรวงข้าวจะโผล่พ้นออกมาจาก กาบใบธง ต่อมาจะเข้าสู่ระยะดอกบาน (flowering or anthesis stage) ซึ่งการเปิดปิดของดอกข้าวจะใช้เวลาประมาณ 1-2.5 ชั่วโมงต่อวัน ระยะนี้อับเรณู (anther) จะแตกออกและละอองเรณูจะหลุดจากถุงเรณู (pollen sac) ไปตกบนยอดเกสรตัวเมียของผสมกับไข่ โดยการผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นในช่วง 1-3 วันหลังออกรวงและจะออกดอกสมบูรณ์ทุกดอกภายใน 7-10 วัน จากนั้นดอกข้าวหรือรวงข้าวจะเจริญเติบโตและพัฒนาเมล็ด (seed growth and development) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะน้ำนม (milky stage) เกิดขึ้นหลังดอกบาน 8-10 วัน โดยภายในเมล็ดจะเป็นแป้งใสเหลวและเริ่มเข้มข้นขึ้นจนถึงระยะที่เป็นเนื้อเมล็ด (dough stage) ในช่วงระยะเวลาประมาณ 14-25 วันหลังดอกบาน ในระยะนี้น้ำในแป้งของเมล็ดจะเริ่มระเหยไปทำให้เมล็ดประกอบด้วยเนื้อแป้งเป็นส่วนใหญ่และน้ำหนักเมล็ดจะเพิ่มขึ้น สีเปลือกของเมล็ดจะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีฟางข้าวหรือสีน้ำตาล ขณะเดียวกันใบข้าวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแห้ง เมล็ดก็จะพัฒนาเข้าสู่ระยะสุกแก่ (maturity stage) โดยเมล็ดจะแข็งใสและเนื้อเมล็ดแกร่งพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งใช้เวลาการพัฒนาประมาณ 30 วันหลังข้าวออกรวง (บุญหงษ์, 2547; สมชาย, 2548)

## 2.1.4 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวแต่ละสายพันธุ์

**2.1.4.1 หอมสุพรรณบุรี (Hawm Suphan Buri)** เป็นข้าวเจ้านาสวนที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ได้รับการรับรองพันธุ์ วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2540 ตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ปลุกได้ตลอดทั้งฤดูนาปรังและฤดูนาปี มีอายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่หักล้ม สูงประมาณ 126 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้มมีขนบนใบ กาบใบและปล้องมีสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาวและรวงค่อนข้างแน่น เมล็ดข้าวเปลือกมีสีฟาง มีขนาด  $10.7 \times 2.4 \times 2.0$  มิลลิเมตร ส่วนเมล็ดข้าวกล้องมีขนาด  $7.7 \times 2.1 \times 1.8$  มิลลิเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 582-673 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะพักตัวของเมล็ด 22 วัน เมล็ดข้าวสารขาวใส คุณภาพข้าวสุกนุ่มเหนียวและหอม มีปริมาณแอมิโลส 18-19 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี คือ ลักษณะเมล็ดและคุณภาพการหุงต้มข้าวสุกนุ่มเหนียว และมีความหอมคล้ายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และค่อนข้างต้านทานโรคขอบใบแห้ง และต้านทานเพลี้ยกระโดดหลังขาว แต่มีข้อด้อยคือค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคใบไหม้ และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (พินิจ, 2555)

**2.1.4.2 ปทุมธานี 1 (Pathum Thani 1)** เป็นข้าวเจ้าที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ได้รับการรับรองพันธุ์จากคณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 อายุการเก็บเกี่ยว 104-126 วัน ลักษณะทรงกอตั้ง สูงประมาณ 104-133 เซนติเมตร ใบ กาบใบและปล้องมีสีเขียว มีขนบนใบ ใบธงยาวทำมุม 45 องศากับคอรวง เมล็ดข้าวเปลือกมีสีฟาง มีขนและหางเล็กน้อย ระยะพักตัวของเมล็ด 21-28 วัน เมล็ดข้าวเปลือกมีขนาด  $10.5 \times 2.4 \times 1.9$  มิลลิเมตร ส่วนเมล็ดข้าวกล้องมีขนาด  $7.6 \times 2.1 \times 1.7$  มิลลิเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 650-774 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดข้าวสารขาวใส คุณภาพข้าวสุกนุ่มเหนียวและมีกลิ่นหอมอ่อน ปริมาณแอมิโลส 15-19 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 คือ ให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดคล้ายกับพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีความต้านทานโรคไหม้ และขอบใบแห้ง รวมถึงต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว แต่มีข้อด้อยในด้านความอ่อนแอต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว โรคใบหงิก และโรคใบส้ม พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตชลประทานแถบภาคกลาง (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2557)

**2.1.4.3 ไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry)** เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ความสูงประมาณ 105-110 เซนติเมตร รูปร่างเมล็ดเรียวยาว มีสีม่วงเข้ม ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือก 11 มิลลิเมตร ข้าวกล้อง 7.5 มิลลิเมตร ข้าวขัด 7.0 มิลลิเมตร ปลุกได้ตลอดทั้งปี อายุการเก็บเกี่ยว 130 วัน ให้ผลผลิตปานกลางประมาณ 300-500 กิโลกรัมต่อไร่ คุณภาพข้าวสุกมีความนุ่มมาก ต้านทานต่อโรคไหม้ แต่ไม่ต้านทานโรคหาลาวหรือโรคยอดฝักดาบ จึงควรเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบการปลูก และมีคุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการคือ มีปริมาณแอมิโลส 15.6 เปอร์เซ็นต์ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงทั้งแบบที่ละลายในน้ำ

และแบบที่ละลายในน้ำมัน ได้แก่ โพลีฟีนอล 113.5 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม เบต้าแคโรทีนที่มีสูงถึง 63 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม ซึ่งไม่พบในข้าวขาว แทนนิน 89.33 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม วิตามินอี 680 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม โอเมกา-3 25.51 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม วิตามิน อี 678 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม โฟเลต 48.1 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม ธาตุเหล็ก 13-18 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม และธาตุสังกะสี 31.9 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, 2557)

## 2.2 สภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยหลักต่อการปลูกข้าว

ปัจจัยในการปลูกข้าวที่ให้ผลคุ้มค่ามีปัจจัยหลายๆ ด้านที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นข้าวในแต่ละระยะ โดยสามารถแบ่งเป็นสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ดิน น้ำ และภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องกับลม ฝน อุณหภูมิและแสงอาทิตย์ และสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ พวกโรคและแมลงรวมถึงสัตว์ต่างๆที่เป็นศัตรูกับต้นข้าว แต่โดยทั่วไปข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางสภาพแวดล้อม

## 2.3 ดิน

ข้าวสามารถขึ้นได้ในดินตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวที่มีระดับความเป็นกรดต่างตั้งแต่ 3-10 หรือมีอินทรีย์วัตถุตั้งแต่ 1-50 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์จนถึงดินที่ขาดธาตุอาหาร รวมถึงในสภาพดินที่มีน้ำขัง โดยปกติดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวควรมีส่วนประกอบของดินเหนียว (clay soil) ซึ่งสามารถอุ้มน้ำได้ดี ส่วนดินที่ไม่เหมาะสมในการปลูกข้าวมักมีสภาพของเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย (sandy soil) เนื่องจากไม่มีความสามารถในการเก็บกักน้ำและมักมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (บุญหงส์, 2557) โดยการปลูกข้าวในบางพื้นที่ของประเทศไทยมักประสบปัญหาดินเปรี้ยวซึ่งมีอยู่ประมาณ 9 ล้านไร่ โดยเฉพาะพื้นที่ในแถบที่ราบลุ่มภาคกลาง หรือที่เรียกว่า ที่ราบลุ่มกรุงเทพฯ มีพื้นที่ครอบคลุมในหลายจังหวัด เช่น ปทุมธานี นครนายก และพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น ซึ่งมีพื้นที่รวมประมาณ 5 ล้านไร่ ซึ่งพื้นที่ทำนาที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับดินกรดมักประกอบด้วยชุดดินหลายชุด เช่น ชุดดินอยุธยา ชุดดินเสนา ชุดดินรังสิต ชุดดินองครักษ์ เป็นต้น (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2553) ยกตัวอย่างดังนี้

**2.3.1 ชุดดินรังสิต (Rangsit: Rs)** มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือเทาแก่ ดินล่างมีสีเทา และมีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือแดงปะปนอยู่จำนวนมากโดยเฉพาะที่ตอนบนของดิน

ล่าง และพบจุดประสีฟางข้าวของจาโรไซต์ภายใต้ระดับความลึก 100 เซนติเมตรจากผิวดิน พบมากบริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลหรือที่ราบลุ่มภาคกลาง หน้าดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำไม่ดี ดินมักมีความเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก หรือมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 4.5-5.0 ปัญหาหลักของดินชุดนี้ได้แก่ ดินมีความเป็นกรดจัดมาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อาจขาดธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืชได้ เช่น ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และมีสารละลายธาตุเหล็กและอลูมิเนียมปริมาณมากจนอาจเป็นพิษต่อพืชได้ ซึ่งควรมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ย ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอัตราที่เหมาะสม ตลอดจนการควบคุมน้ำหรือการจัดการชลประทานที่มีประสิทธิภาพ (ศุภชัยชัยข้าวพทุมธานี, 2549)

**2.3.2 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak: Ok)** มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินบนมีสีดำหรือเทาแก่ ดินล่างมีสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือแดง และพบจุดประสีฟางข้าวของสารจาโรไซต์ภายใต้ระดับความลึก 100 เซนติเมตรจากผิวดิน พบมากในบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล หน้าดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำไม่ดี และมักเป็นดินกรดจัด มีค่าความเป็นกรดต่างน้อยกว่า 4.5 ปัญหาหลักของชุดดินนี้ได้แก่ ดินมีความเป็นกรดจัดมาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากขาดธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช ได้แก่ ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และมีสารละลายธาตุเหล็กและอลูมิเนียมปริมาณมากจนอาจเป็นพิษต่อพืชได้ จึงควรมีการจัดการเพื่อลดความเป็นกรดด้วยการใส่ปุ๋ย (ศุภชัยชัยข้าวพทุมธานี, 2549)

## 2.4 ปุ๋ย

ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและมีสัดส่วนของต้นทุนที่ค่อนข้างสูงต่อการผลิตข้าว โดยความหมายของปุ๋ยตามพระราชบัญญัติ ปุ๋ย พ.ศ. 2550 ฉบับที่ 2 (แก้ไขเพิ่มเติม) หมายถึง สารอินทรีย์ อินทรีย์สังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ ไม่ว่าจะโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพหรือชีวภาพในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช โดยสามารถแบ่งประเภทของปุ๋ยได้เป็น 3 ประเภท คือ

- 1) ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์ หรืออินทรีย์สารสังเคราะห์
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้นสับ หมัก บด ร่อน หรือด้วยวิธีการอื่นและวัสดุอินทรีย์ต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพก่อนพืชจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้

3) ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางเคมี (ทิพวรรณ, 2542)

## 2.5 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ถือเป็นปุ๋ยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบและถือเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุที่สำคัญ ซึ่งประโยชน์ของอินทรีย์วัตถุที่มีต่อดินในด้านสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ มีรายละเอียดดังนี้ (มุกดา, 2545)

### 2.5.1 ประโยชน์ต่อสมบัติทางกายภาพของดิน

- 1) ช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝนบริเวณผิวดิน ดินจึงไม่แน่น และน้ำฝนสามารถซึมลงไปยังดินชั้นล่าง เป็นการลดการพังทลายหน้าดิน
- 2) ช่วยเพิ่มช่องว่างและลดความหนาแน่นรวมของดิน จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์จะสร้างสารบางชนิดขึ้นมา ซึ่งเป็นตัวเชื่อมอนุภาคของดิน ทำให้เกิดเป็นเม็ดดินและเกิดช่องว่างในดินมากขึ้น ทำให้ดินร่วนซุย สามารถระบายน้ำ ถ่ายเทอากาศ และมีการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น รากพืชก็สามารถแผ่ขยายออกไปหาแร่ธาตุอาหารในดินได้อย่างกว้างขวาง และลดอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้ด้วย
- 3) ช่วยลดการระเหยของน้ำในดิน อินทรีย์วัตถุที่ปกคลุมที่ผิวดิน จะช่วยป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องถึงผิวดินโดยตรง และจากการที่อินทรีย์วัตถุทำให้ดินมีช่องว่างมากขึ้น น้ำจึงสามารถซึมผ่านช่องว่างในดินขึ้นมาบนผิวดินได้ยาก จึงเป็นการลดการระเหยของน้ำ

### 2.5.2 ประโยชน์ต่อสมบัติทางเคมีของดิน

- 1) เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ รวมทั้งเปลี่ยนรูปของสารอนินทรีย์ในดินจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช
- 2) ควบคุมโรคพืชบางชนิด ซึ่งอินทรีย์วัตถุในรูปของปุ๋ยหมัก ช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินได้ จึงทำให้จุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทในการควบคุมปริมาณและกิจกรรมของเชื้อรา ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชที่อาศัยอยู่ในดิน

3) ช่วยแปรรูปธาตุอาหารพืชในดินให้มีประโยชน์มากขึ้น เช่น การตรึงไนโตรเจนในอากาศให้มาอยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้

อินทรีย์วัตถุที่ได้จากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ จะมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต รวมถึงจุลธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โมลิบดีนัม และอื่นๆ ถึงแม้ว่า ธาตุอาหารที่ได้รับจากปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) และอินทรีย์วัตถุมีบทบาทสำคัญต่อความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มและยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น (มุกดา, 2545)

### 2.5.3 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

2.5.3.1 ปุ๋ยคอก (Farmyard manure) ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่เป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว ไก่ เป็ด เป็นต้น มูลสัตว์เหล่านี้ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืชและซากสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยของสัตว์ ส่วนปัสสาวะจะมีส่วนประกอบของเกลือและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (มุกดา, 2545) ซึ่งธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยคอกส่วนใหญ่จะมีปริมาณและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์และอาหารที่สัตว์กินเข้าไป (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ชนิดปุ๋ย	%ไนโตรเจนทั้งหมด	%ฟอสฟอรัสทั้งหมด	%โพแทสเซียมทั้งหมด
มูลวัว	0.3 - 1.2	0.2 - 0.4	0.2 - 3.1
มูลไก่	1.2 - 4.9	0.7 - 4.1	0.5 - 3.5
มูลหมู	0.6 - 2.2	0.2 - 0.5	0.4 - 1.3
มูลเป็ด	0.8 - 3.7	1.2 - 3.0	0.4 - 1.6
มูลค่างคาว	0.1 - 2.9	0.3 - 16.0	0.3 - 18.3

ที่มา: จงรักษ์, 2541



ปุ๋ยคอกจากมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันตามสภาพของการเลี้ยง เช่น มูลไก่ไข่ซึ่งเลี้ยงในกรงตับ โดยส่วนใหญ่จะไม่มีวัสดุรงพื้นปน ส่วนมูลไก่กระทงซึ่งเลี้ยงรวมกันบนพื้นคอกที่เป็นดินหรือพื้นคอนกรีตซึ่งมักมีวัสดุรงพื้นคอก เช่น แกลบและขี้เลื่อยปนอยู่ด้วย ซึ่งมูลไก่ที่ประกอบด้วยวัสดุรงพื้นคอกมักจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำกว่ามูลไก่สด (ตารางที่ 2.2) เนื่องจากบางส่วนได้สูญหายไประหว่างอยู่ในคอก หรือเจือจางลงเนื่องจากมีวัสดุรงอื่นปะปน (Sims and Wolf, 1994) โดยมูลไก่ขังกรงและมูลไก่ที่มีวัสดุรงพื้นเป็นองค์ประกอบรวมจะมีไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมเป็นหลัก ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด แต่ในมูลไก่สดจะมีไนโตรเจนในรูปของกรดยูริกเป็นองค์ประกอบสำคัญ (ยงยุทธ และคณะ, 2552)

ตารางที่ 2.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในมูลไก่ถ่ายใหม่ มูลไก่ขังกรงและมูลไก่ในวัสดุรงพื้นคอก

ธาตุอาหาร	มูลไก่ถ่ายใหม่	มูลไก่ขังกรง	มูลไก่ในวัสดุรงพื้นคอก
N (%)	6.1	4.4	3.9
NH <sub>4</sub> (%)	0.6	1.5	1.1
P (%)	2.2	1.9	1.9
K (%)	2.0	2.8	2.4
S (%)	-*	0.7	0.7
Ca (%)	8.1	10.4	2.4
Mg (%)	1.0	1.4	0.7
Cu (mg/kg)	-	160	377
Mn (mg/kg)	-	296	355
Zn (mg/kg)	-	226	341

\* ไม่มีข้อมูล

ที่มา: Sims and Wolf (1994)

ไนโตรเจนในปุ๋ยมูลไก่ ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) สารประกอบเชิงซ้อนในขนและอาหารที่ย่อยสลายยาก 2) อินทรีย์สารที่แปรสภาพได้ เช่น กรดยูริก ซึ่งจะถูกเอนไซม์ uricase เปลี่ยนให้เป็นยูเรีย แล้วยูเรียจะถูกเอนไซม์ urease ย่อยและเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม 3) แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH<sub>4</sub> - N) และ 4) ไนเตรตไนโตรเจน (NO<sub>3</sub> - N) โดยปกติไนโตรเจน ในรูปไนเตรตจะไม่มีในมูลสด แต่พบในมูลเก่าซึ่งอยู่ในสภาพขึ้นและมีออกซิเจนเพียงพอ สำหรับความเข้มข้นของ

ไนโตรเจนในมูลไก่จะแตกต่างกันตามขนาดของชิ้นส่วน โดยพวกที่มีขนาดเท่ากับหรือเล็กกว่า 0.83 มิลลิเมตร จะมีไนโตรเจนมากกว่าพวกที่มีชิ้นขนาดใหญ่ (Scanes *et al.*, 2004) โดยจากผลการทดลองของ ดำริและองอาจ (2520) พบว่า ในการปลูกข้าวโพด หากต้องการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพื่อให้ได้ผลผลิตเท่ากับให้ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-0 ปริมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะต้องใส่มูลไก่ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งหมายความว่าต้องใช้มูลไก่ไม่ต่ำกว่า 12 กิโลกรัม จึงจะเพิ่มผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี 1 กิโลกรัม

**2.5.3.2 ปุ๋ยพืชสด (Green manure)** หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถพรวนกลบพืชและคลุกเคล้าลงสู่ดินเพื่อปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น โดยได้จากการไถกลบเศษซากพืชที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวแล้ว หรือปลูกพืชบางชนิดซึ่งเมื่อเจริญเติบโตถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบาน จะไถกลบลงในดิน และหลังจากซากพืชย่อยสลายโดยสมบูรณ์แล้วจึงปลูกพืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจต่อไป ซึ่งพืชที่นิยมปลูกเพื่อทำเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว ยกตัวอย่างเช่น ปอเทือง ถั่วพริ้ว โสนแอฟริกัน เป็นต้น (มุกดา, 2545)

**2.5.3.3 ปุ๋ยหมัก (Compost manure)** หมายถึง ปุ๋ยที่ได้รับจากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผู้ฟุ้งตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านั้นมากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยให้ไวให้เกิดการย่อยสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ปรับปรุงดิน ในการเตรียมกองปุ๋ยหมักอาจใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมักด้วย (ทิพวรรณ, 2542)

#### 2.5.3.4 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (High quality organic fertilizer)

หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก โดยได้จากการนำวัสดุอินทรีย์และหรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์และหรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง ซึ่งมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (organic matter) ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
- 2) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1
- 3) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ไม่เกิน 15 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร

- 4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5 - 10
- 5) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
- 6) ปริมาณธาตุอาหารหลัก
  - ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
  - ฟอสเฟตทั้งหมด (total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ไม่น้อยกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
  - โพแทชทั้งหมด (total K<sub>2</sub>O) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
- 7) ปริมาณความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
- 8) ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
- 9) ปริมาณหินและกรวดขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
- 10) ต้องไม่พบเศษพลาสติก แก้ว วัสดุเคมี หรือโลหะอื่นๆ
- 11) ปริมาณธาตุโลหะหนัก
  - Arsenic (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
  - Cadmium (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
  - Chromium (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
  - Copper (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
  - Lead (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
  - Mercury (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โดยปัจจุบัน กรมพัฒนาที่ดิน ได้เผยแพร่การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้งสูตรที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง หรือสูตรที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง ซึ่งการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน เมื่อผ่านการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ได้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 4-5, 3-4 และ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน ปริมาณ 100 กิโลกรัม จะประกอบด้วยส่วนผสมดังต่อไปนี้

- กากเมล็ดถั่วเหลืองหรือปลาป่น 60 กิโลกรัม
- มูลสัตว์ 40 กิโลกรัม

- สารเร่งซูปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง
- สารเร่งซูปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล 26-30 ลิตร

วิธีการขยายเชื้อสารเร่งซูปเปอร์ พด.2 เริ่มจากการเจือจางกากน้ำตาล โดยนำกากน้ำตาล 5 กิโลกรัม ผสมกับน้ำ 50 ลิตรใส่สารซูปเปอร์ พด.2 จำนวน 1 ซอง คนให้เข้ากัน ปิดฝาถังตั้งไว้ในร่มเป็นเวลา 3 วัน แล้วจึงนำมาผสมในกองปุ๋ย ในกองปุ๋ยประกอบด้วยการผสมเมล็ดถั่วเหลืองหรือปลาน้ำจืดและมูลสัตว์ ตามส่วนผสมให้เข้ากัน นำสารเร่งซูปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง เทลงในสารเร่งซูปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อแล้ว จำนวน 26-30 ลิตร คนประมาณ 5-10 นาที นำไปรดลงบนกองวัสดุที่ผสมในข้อ 1 คลุกเคล้าให้ทั่วกองเพื่อให้ความชื้นสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง ตั้งกองปุ๋ยเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร แล้วใช้วัสดุคลุมกองให้มิดชิด เพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ยระหว่างการหมัก กลับกองปุ๋ยทุก 5 วัน และควบคุมความชื้นในระหว่างการหมักให้ได้ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ทำการหมักกองปุ๋ยเป็นเวลา 10-15 วัน หรือจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยลดลงเท่ากับภายนอกกองปุ๋ยแล้วจึงนำไปใช้ได้

## 2.6 อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของพืช

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและมีสัดส่วนของต้นทุนที่ค่อนข้างสูงต่อการผลิตข้าว แต่อย่างไรก็ตาม หลายประเทศมักประสบกับปัญหาการใช้ปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีที่ใช้ในปริมาณมากเกินไป ความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งนอกจากจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ อาทิ ดินเสื่อมสภาพจากการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานาน จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการวิจัยที่มุ่งเน้นการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าว โดยมีรายงานการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และ/หรือปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี อาทิ การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตข้าว 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าตาก ดอกหอม กข 6 และ อีกกล้า ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่า ข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และ 15-15-15 อัตราอย่างละ 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือก และจำนวนผลผลิตต่อไร่ น้อยกว่าผลผลิตจากแปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตร พด.1 อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสและสี ของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ที่นำมาทำเป็นข้าวเม่า พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในข้าวเม่าพันธุ์ดอกหอมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าปุ๋ยเคมี (ฉัตรสุดา, 2553) นอกจากนี้ นงคราญและชูจิตต์ (2549) ได้ทำการศึกษาค่าผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินรังสิต อองครักษ์ และอยุธยา ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดที่ได้จากการปลูกโสนแอฟริกันอัตราเมล็ด 5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (เจือจาง 1 : 500)

อัตราตั้งแต่ 10-25 ลิตรต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ ทั้งอัตรา 8-8-0 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ในชุดดินอยุธยาและรังสิตที่มีความเป็นกรดน้อยถึงปานกลาง และอัตรา 8-0-0 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ในชุดดินองครักษ์ซึ่งมีความเป็นกรดจัด ส่วน Saha *et al.* (2006) ที่ทำการศึกษากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งชนิดและอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวหอม พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักพืชทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *Pueraria lobata*, *Urtica sp.* และ *Lantana sp.* อัตรา 5-10 ตันต่อเฮกตาร์ และ winter weed อัตรา 2.5-5 ตันต่อเฮกตาร์ ทำให้ข้าวมีอัตราการผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 100-60-40 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวที่ได้รับจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดและอัตราที่ใช้ จะมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวสูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี

สำหรับรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตพืชนั้น ยังมีข้อมูลค่อนข้างน้อย อีกทั้งยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตข้าว แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีงานวิจัยในพืชชนิดอื่นๆ อาทิ ค่านิงและคณะ (2555) ที่ทำการศึกษผลของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณสมบัติของดินในการปลูกข้าวโพดหวาน พบว่า แม้ว่าความสูงของข้าวโพดหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 350 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง แต่อย่างไรก็ตาม ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน แคลเซียม และ แมกนีเซียม มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนทดลอง ในขณะที่ดินที่ใช้ปุ๋ยเคมีกลับมีแนวโน้มทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดังกล่าวลดลง

## 2.7 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญในพืชชั้นสูง พบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียว เช่น ก้าน ใบ ดอก โดยใบจะเป็นส่วนที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าส่วนอื่น มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสง และการกระตุ้นปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต การสะสมอาหารของเซลล์ ขบวนการแบ่งเซลล์ องค์ประกอบที่สำคัญคลอโรฟิลล์จะประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน เมื่อในดินขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้พืชขาดคลอโรฟิลล์ด้วย ทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง พืชมีการเจริญเติบโตน้อย ลำต้นแคระแกร็น ใบหยิกงอ หากขาดมากจะทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต และตายได้ นอกจากนี้ยังพบธาตุอื่นที่มีความจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ เช่น เหล็ก (ภาควิชา, 2550) โดยความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์จะแปร

ผันตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น (Thomson and Trich, 1975) โดยข้าวต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางต้นและใบ และต้องการน้อยลงหลังจากที่ออกดอกแล้ว (อรพินและพวงพรรณ, 2545)

## 2.8 คุณภาพข้าว (กัญญา, 2547; USDA, 1982)

**2.8.1 คุณภาพทางกายภาพ (Grain physical quality)** หมายถึง คุณสมบัติภายนอกของเมล็ดที่เห็นได้ง่าย สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้เช่น ชั่ง ตวง วัด และการซื้อขายข้าว ยังใช้คุณสมบัติเมล็ดข้าวทางกายภาพในการจำแนกเกรดข้าวทุกชนิด เช่น

**2.8.1.1 ขนาดและรูปร่าง (Grain dimesion)** ขนาดและรูปร่าง เป็นลักษณะประจำพันธุ์ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ และพื้นที่ปลูก ใช้ในการจำแนกพันธุ์ข้าว และเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการซื้อขายข้าวในประเทศไทย โดยรูปร่างของเมล็ดข้าวสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ เรียว ปานกลาง และป้อม ซึ่งผลที่ได้จะบอกถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของการขัดสีข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสารแต่ละชนิด (ตารางที่ 2.3 และ 2.4)

ตารางที่ 2.3 ขนาดเมล็ด จำแนกตามความยาวของเมล็ด

ระดับความยาว	มิลลิเมตร
ยาวมาก	> 7.5
ยาว	6.6-7.5
ปานกลาง	5.5-6.6
สั้น	< 5.5

ที่มา: IRRI, 1996

ตารางที่ 2.4 รูปร่างของเมล็ดข้าว

รูปร่าง	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
เรียว	3.4 หรือ >	3.1 หรือ >	3.0 หรือ >
ปานกลาง	2.3-3.3	2.1-3.0	2.0-2.9
ป้อม	2.2 หรือ <	2.0 หรือ <	1.9 หรือ <

ที่มา: กัญญา, 2547

**2.8.1.2 น้ำหนักเมล็ด (Grain weight)** น้ำหนักเมล็ดเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรม จะแปรปรวนตามขนาด รูปร่างของเมล็ด ชนิดดิน การใส่ปุ๋ย ความชื้น และสภาพภูมิอากาศ จากการตรวจสอบน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ดของข้าวไทยต่างๆ จำนวน 344 พันธุ์ พบว่ามีน้ำหนักแปรปรวนระหว่าง 1.62-4.17 กรัม ส่วนข้าวพันธุ์ที่รัฐบาลส่งเสริมจะมีน้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 2.25-3.67 กรัม ซึ่งน้ำหนักเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความยาวและความกว้างเมล็ดน้ำหนักเมล็ดสามารถประเมินได้ 2 รูปแบบ คือ

- 1) น้ำหนักต่อปริมาตร ประเมินเป็น กรัมต่อลิตร หรือ กิโลกรัมต่อถัง
- 2) น้ำหนักต่อจำนวนเมล็ด ประเมินเป็น น้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นต้น

## 2.8.2 คุณภาพการหุงต้ม (งามขึ้น, 2547)

**2.8.2.1 ระยะเวลาในการหุงต้ม (Cooking time)** การต้มเมล็ดข้าวให้สุกอาจใช้เวลา 14 - 24 นาที หรือมากกว่านั้น เมล็ดข้าวสุกต้องไม่มีไตของแป้งดิบภายในเมล็ด ระยะเวลาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) การวิเคราะห์หาอุณหภูมิแป้งสุก อาจใช้วิธีหาอุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งสูญเสีย Birefringence โดยมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่มีอุปกรณ์จัดระเบียบของแสงให้เป็น Polarized light บดแป้งพร้อมน้ำในโกร่งบดยา (mortar) จนเป็นผงละเอียด หยดน้ำแป้งที่ได้ลงบนแผ่นสไลด์และปิดด้านบนด้วย Glass slide วางแผ่นสไลด์บน Heating stage ที่สามารถอ่านอุณหภูมิได้ เมื่อมองเม็ดแป้งดิบผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเม็ดแป้งแต่ละเม็ดมีลักษณะเรืองแสงของ Birefringence อยู่ท่ามกลางพื้นมืดดำ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นพร้อมกับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ Birefringence ที่ค่อยๆ ลดน้อยลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งแสดงว่าเม็ดแป้งที่สูญเสีย Birefringence เหล่านั้นสุกหรือ Gelatinized แล้ว สังเกตต่อไปจนกว่า 90% ของเม็ดแป้งสูญเสีย Birefringence จึงอ่านอุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิที่อ่านได้นี้คือ Final birefringence end point temperature หรืออุณหภูมิแป้งสุก ค่าอุณหภูมิแป้งสุกสามารถประมาณได้จากค่าความหนืด (viscosity) ของน้ำแป้งเข้มข้น 10% ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้ Brabender Visco/ Amylograph จากระดับอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดสูงขึ้น และลบออก 3 องศาเซลเซียส หรือจากน้ำแป้งเข้มข้น 20% และอ่านอุณหภูมิที่ระดับความหนืดสูงขึ้นเป็น 20 BU หรือจากค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง (alkali test) และใช้ค่าการสลายของเมล็ดที่ปรากฏมาประมาณระดับอุณหภูมิแป้งสุกได้ (ตารางที่ 2.5) แม้ว่าระยะเวลาหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุกดังกล่าวข้างต้น แต่ความหนาของเมล็ดข้าวทำให้ต้องยืดเวลาหุงต้มออกไปอีก เช่น ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกเท่ากัน ข้าวที่มีเมล็ดหนาจะต้องใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวเมล็ดบาง ในทำนองเดียวกัน โปรตีนซึ่งมีมากตามบริเวณผิวนอกของเมล็ดอาจเป็นอุปสรรคในการซึมผ่านของน้ำ และทำให้เวลาหุงต้มนานออกไปอีก

## ตารางที่ 2.5 การแบ่งชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุกและการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดในต่างที่สัมพันธ์กับระยะเวลาหุงต้มข้าวสุก

อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	ระดับค่าการสลายเมล็ดในต่าง	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 69	ต่ำ 6-7	12-17
70-74	ปานกลาง 4-5	17-24
มากกว่า 75	สูง 1-3	24 >

ที่มา: งามชื่น, 2547

**2.8.2.2 การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Elongation ratio)** ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะมีการขยายตัวทุกด้าน โดยเฉพาะด้านยาว คุณลักษณะนี้พบในข้าวบางพันธุ์ ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดข้าวสุกขยายขนาดเพิ่มขึ้น และหากเมล็ดข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่เหนียวติดกัน การขยายขนาดเมล็ดข้าวสุกจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งขึ้นไม่อัดกันแน่น

**2.8.2.3 ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)** แม้ปริมาณแอมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในระหว่างข้าวที่มีแอมิโลสเท่ากัน อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน ในการทดสอบความแข็งของแป้งสุก อาศัยหลักการทำให้แป้งใส โดยการต้มในสารละลายต่าง จากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งสุกไหลไปเมื่อวางบนพื้นราบ แบ่งข้าวตามค่าความคงตัวของแป้งสุกเป็น 4 ประเภท ตามตารางที่ 2.6

## ตารางที่ 2.6 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก

ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มิลลิเมตร)
แข็ง	35 <
ค่อนข้างแข็ง	36-40
ปานกลาง	41-60
อ่อน	60 >

ที่มา: Juliano, 1985



### 2.8.3 คุณภาพในการแปรรูป (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2557)

2.8.3.1 ปริมาณแอมิโลส (Apparent amylose content) แป้งข้าว ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ส่วน คือ แอมิโลเปคติน (amylopectin) และแอมิโลส (amylose) สัดส่วนขององค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เช่น แป้งข้าวเหนียวมีแต่แอมิโลเปคติน หรือมีแอมิโลสปนอยู่เพียงเล็กน้อยในแป้งข้าวเจ้าจะมีแอมิโลสปนอยู่ประมาณ 10-34 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแอมิโลสเป็นสาเหตุทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้นและทำให้ข้าวนุ่มน้อยลงด้วย (ตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7 คุณภาพข้าวหุงสุกแบ่งตามปริมาณแอมิโลส


ประเภทข้าว	ปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-5	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าแอมิโลสต่ำมาก	5.1-12.0	เหนียว
ข้าวเจ้าแอมิโลสต่ำ	12.1-20.0	นุ่ม-เหนียว/หุงแฉะง่าย
ข้าวเจ้าแอมิโลสปานกลาง	21.1-25.0	ค่อนข้างนุ่ม-ร่วน
ข้าวเจ้าแอมิโลสสูง	> 25	ร่วน แข็ง/หุงขึ้นหม้อ

ที่มา: Juliano (1985)

ข้าวที่มีแอมิโลสสูงจะดูดน้ำได้มากในระหว่างการหุงต้ม ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เช่น ข้าวแอมิโลสต่ำต้องการน้ำน้อย หากน้ำมากเกินไปจะแฉะและ แต่ถ้าข้าวแอมิโลสสูงใส่น้ำปริมาณเท่าข้าวแอมิโลสต่ำ จะได้ข้าวที่แข็งกระด้างมาก เนื่องจากข้าวแอมิโลสสูงต้องการน้ำใช้ในการหุงต้มมาก เมื่อหุงสุกจะได้ข้าวร่วนฟูไม่เหนียวติดกัน จึงทำให้ข้าวสุกขยายปริมาณมากหรือข้าวขึ้นหม้อ ในขณะที่ข้าวแอมิโลสต่ำเป็นข้าวที่เหนียวเกาะติดกันเป็นก้อนจึงไม่ขึ้นหม้อ ข้าวเจ้าพันธุ์ที่รัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบัน แบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคุณภาพข้าวสุก คือ กลุ่มข้าวนุ่มเหนียว (แอมิโลสต่ำ) กลุ่มข้าวขาวตาแห้ง (แอมิโลสปานกลาง) และกลุ่มข้าวเสาไห้ (แอมิโลสสูง)

2.8.3.2 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (Alkali spreading value) เป็นการทดสอบการแตกตัวของเมล็ดข้าวโดยการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 23 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งค่าการประเมินค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555) แสดงในตารางที่ 2.8 และค่าการสลายเมล็ดในด่างจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชัน แสดงในตารางที่ 2.9 (Juliano, 1985)

ตารางที่ 2.8 การประเมินค่าการสลายเมล็ดในต่าง

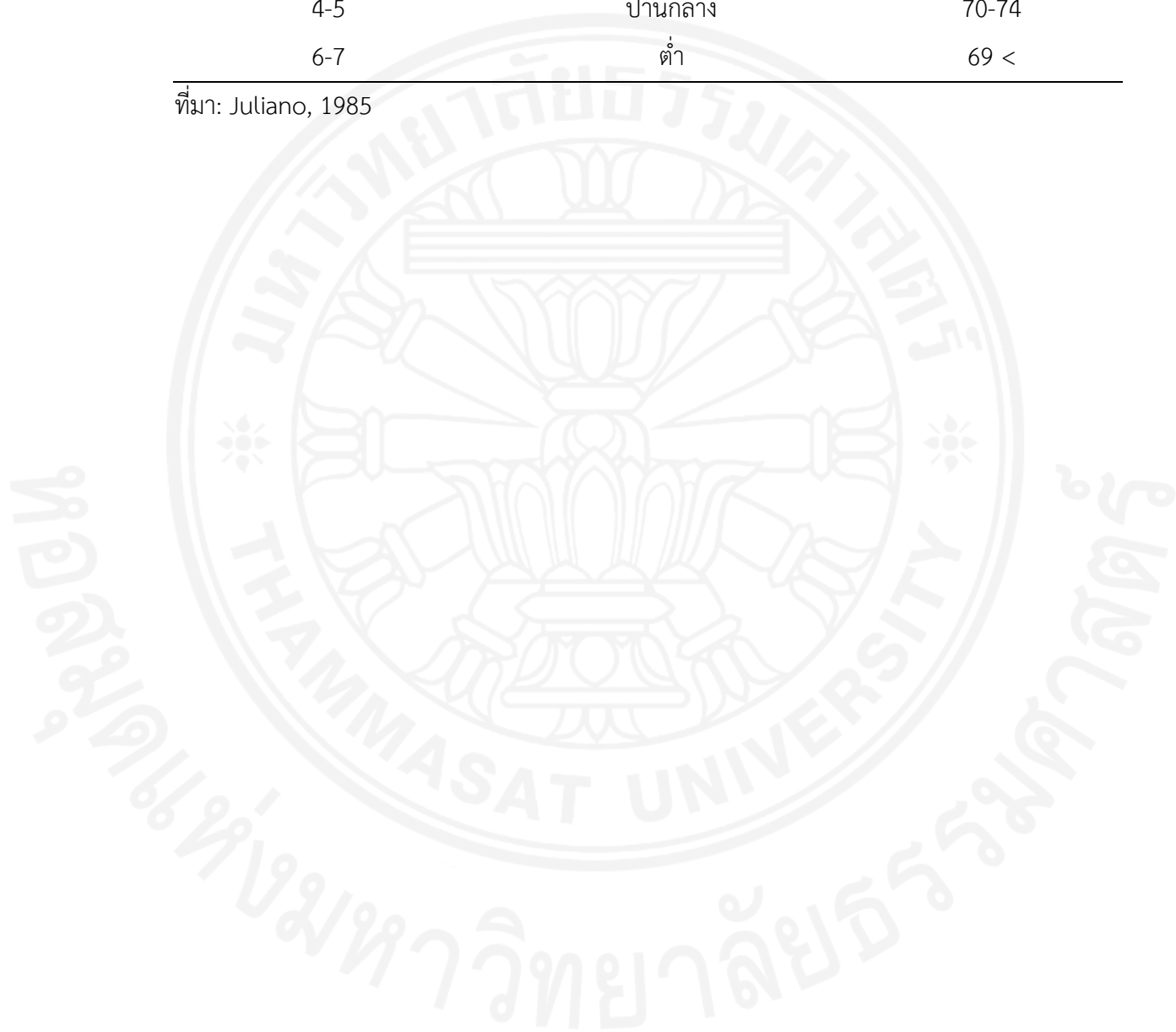
ระดับการสลาย ของเมล็ดข้าว	ภาพลักษณะการสลายของเมล็ด ข้าว	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในต่าง
1		ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลง เลย
2		เมล็ดข้าวพองตัว
3		เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจาย ออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4		เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจาย ออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5		ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทาง ยาวและมีแป้งกระจายออกมารอบ เมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6		เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดมี ลักษณะเป็นเมือกชุ่มขาว
7		เมล็ดข้าวสลายตัวทั้งเมล็ดและมี ลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2555)

ตารางที่ 2.9 ความสัมพันธ์ของค่าการสลายเมล็ดในต่างกับอุณหภูมิในการเกิดเจลลาโนเซชัน

ค่าการสลายเมล็ดในต่าง	อุณหภูมิในการเกิดเจลลาโนเซชัน	องศาเซลเซียส
1-3	สูง	74 >
4-5	ปานกลาง	70-74
6-7	ต่ำ	69 <

ที่มา: Juliano, 1985



## บทที่ 3 วิธีการวิจัย

### 3.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการปลูกข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ หอมสุพรรณบุรี ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 5 Factorial in CRD จำนวน 9 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระจ่าง กระจ่างละ 1 ต้น ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 ชุดดิน จำนวน 2 ชุดดิน คือ ชุดดินรังสิต และชุดดินองครักษ์

ปัจจัยที่ 2 การให้ปุ๋ย 5 รูปแบบ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใด (Control) 2) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ (C1) 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O1) 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O2) และ 5) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 87.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O3)

### 3.2 ปุ๋ยสำหรับการทดลอง

ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ กากถั่วเหลือง 60 กิโลกรัม มูลไก่ไข่ 40 กิโลกรัม สารเร่งซุเปอร์ พด.1 (100 กรัม) และสารเร่งซุเปอร์ พด.2 (25 กรัม) ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล จำนวน 26-30 ลิตรโดยทำการผสมส่วนผสมดังกล่าวให้เข้ากัน ทำการตั้งกองปุ๋ยเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วใช้วัสดุคลุมกองให้มิดชิด เพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ย ระหว่างการหมัก กลับกองปุ๋ยทุก 5 วัน และควบคุมความชื้นในระหว่างการหมักให้ได้ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ทำการหมักกองปุ๋ยเป็นเวลา 10-15 วัน หรือจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยลดลงเท่ากับภายนอกกองปุ๋ยแล้วจึงนำไปใช้ได้ ซึ่งก่อนการนำไปใช้ ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยก่อนการทดลองโดยการส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดปทุมธานี

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติทางเคมี	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน	ปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550
pH <sup>1/</sup>	6.50	-
EC (ms/cm) <sup>2/</sup>	7.91	≤ 10
Organic matter (%) <sup>3/</sup>	60.56	≥ 20
Moisture (%)	32.13	≤ 30
C:N ratio <sup>4/</sup>	7.93	≤ 20 : 1
Total N (%) <sup>5/</sup>	4.43	≥ 1.0
Total P (%) <sup>6/</sup>	3.99	≥ 0.5
Total K (%) <sup>7/</sup>	3.04	≥ 0.5

<sup>1/</sup> ความเป็นกรด/ด่าง pH ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:1

<sup>2/</sup> ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity ;EC) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:5

<sup>3/</sup> ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter ; OM) วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black

<sup>4/</sup> C:N ratio วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black

<sup>5/</sup> N วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method

<sup>6/</sup> P สกัดด้วย Bray II

<sup>7/</sup> K สกัดด้วย NH<sub>4</sub>OAc pH7

### 3.3 ชุดดินสำหรับการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากตัวอย่างแปลงนาของเกษตรกร โดยดินชุดรังสิต ทำการเก็บตัวอย่าง ณ แปลงนาทดลอง ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง เลขที่ 12 หมู่ 13 อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี และดินชุดองครักษ์ ทำการเก็บตัวอย่าง ณ แปลงนา บ้านเลขที่ 99 หมู่ 3 ตำบลท่าช้าง อำเภอเมืองจังหวัดนครนายก โดยเริ่มจากการกำหนดบริเวณที่สุ่มเก็บตัวอย่างกระจายทั่วบริเวณแปลงนาประมาณ 15-20 จุด ถางหญ้าและกวาดเศษพืช หรือวัชดูที่อยู่ผิวหน้าดินออก จากนั้นนำพลั่ว ขุดหลุมเป็นรูป V ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร นำดินทุกจุดใส่รวมกัน แล้วนำมาตากในที่ร่มจนดินแห้ง จากนั้นทำให้แห้ง ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่วเพื่อให้เป็นรูปวงกลมแล้วแบ่งผ่ากลางออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน ทำการเก็บดินมา 1 ส่วน ให้น้ำหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาดและเขียนรายละเอียดของดินก่อนทำการส่งวิเคราะห์ต่อไป

### 3.4 การปลูก การใส่ปุ๋ยและการดูแลรักษา

ในการเพาะกล้า เริ่มจากทำการแช่เมล็ดข้าวในน้ำประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดข้าวมาหยอด 1 เมล็ดต่อหลุม ลงในถาดเพาะกล้าที่มีขนาดหลุมเท่ากับ  $2.4 \times 2.4 \times 4.0$  เซนติเมตร บรรจุวัสดุเพาะที่ประกอบด้วยหน้าดินและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร รดน้ำทุกวัน เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วัน ทำการย้ายต้นกล้าลงกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร กระถางละ 1 ต้น ที่บรรจุด้วยดินชุดรังสิตหรือชุดองครักษ์ จำนวน 4 กิโลกรัมต่อกระถาง และใส่น้ำลงไปประมาณ 2 ลิตรเพื่อเตรียมดินให้อยู่ในสภาวะน้ำท่วมขัง สำหรับสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 เมื่อข้าวมีอายุ 10 วันหลังย้ายกล้า และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 เมื่อข้าวมีอายุ 40 วันหลังย้ายกล้า ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในทุกอัตรา ทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละเท่าๆ กัน เมื่อข้าวมีอายุ 10 วัน และ 40 วันหลังย้ายกล้า ตามลำดับ สำหรับการดูแลรักษา ทำการให้น้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้งในอัตราที่เท่ากันทุกกระถาง ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาด

ตารางที่ 3.2 อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละสิ่งทดลองในการปลูกข้าว 3 พันธุ์ในชุดดินรังสิตและองครักษ์

สิ่งทดลอง	ไนโตรเจน (N) (กิโลกรัม N ต่อไร่)	อัตราการใช้ (กรัม ต่อดิน 4 กิโลกรัม)
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)	-	-
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยเคมี อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ (C1)	21.84	0.88
ปุ๋ยรองพื้น ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0	4.80	0.40
ปุ๋ยแต่งหน้า ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)	17.04	0.48
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O1)	21.84	6.40
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O2)	43.68	12.80
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 87.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ (O3)	87.40	25.60

### 3.5 การบันทึกข้อมูล

#### 3.5.1 คุณภาพทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่

**3.5.1.1 ค่า pH** วิเคราะห์ด้วยวิธี Electrometric method โดยชั่งตัวอย่างดินในอัตราดิน: น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาที และทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 30 นาที แล้วจึงวัดค่า pH ในส่วนที่เป็นสารละลายใส่ด้วยเครื่อง pH/EC meters

**3.5.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)** โดยชั่งตัวอย่างดินในอัตราดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5 จากนั้นทำวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่า pH และวัดส่วนละลายใส่ด้วยเครื่อง pH/EC meters

**3.5.1.3 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)** วิเคราะห์ด้วยวิธีของ Walkley and Black (1934) โดยชั่งตัวอย่างดินบดอย่างละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ประมาณ 0.5 กรัม ใส่ตัวอย่างดินลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำยา 1N dichromate ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และเติม Sulfuric acid อย่างเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร เขย่าให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาเติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร และหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งถึงจุด end point คือ จุดที่สีของ suspension เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง จดบันทึกปริมาณของน้ำยา ferrous sulfate เพื่อนำมาคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

**3.5.1.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)** ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การย่อย (Digestion) ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ Digest tube เติม Catalyst mixer (อัตราส่วน  $K_2SO_4$  :  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  เท่ากับ 9 : 1 ยี่ห้อ KJELBLET/COPPPER for protein analysis บริษัท OSKON CO., Ltd) 2 tablets จากนั้นเติม conc  $H_2SO_4$  25 มิลลิลิตร และนำ Kjeldahl tube ที่ใส่สารแล้ว ตั้งบน Digester block โดยเริ่มที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการปรับอุณหภูมิให้เป็น 350 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าสารละลายจะใส หลังจากนั้น ตั้งหลอดตัวอย่างทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเพื่อรอการกลั่นต่อไป

2) การกลั่น (Distillation) นำหลอดตัวอย่างเข้าเครื่องกลั่นโดยให้ปลายด้านหนึ่งของ condenser จุ่มใน 4% Boric acid ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่เติม indicator 2 หยด จากนั้นเติม 40% Sodium hydroxide ลงในตัวอย่าง หลอดละประมาณ 20-40 มิลลิลิตร หรือจนกว่าสารละลายในหลอดตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม จากนั้นกลั่นจนได้ ammonia (NH<sub>3</sub>) ออกมาด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน ใช้เวลาประมาณ 6 นาที

3) การไตเตรท (Titration) นำตัวอย่างที่กลั่นได้มาไตเตรทกับ Standard 0.1 N Sulfuric acid และบันทึกปริมาณของ Standard 0.1 N Sulfuric acid และนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนต่อไป

4) การคำนวณ (Calculation)

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{มล. H}_2\text{SO}_4 - \text{มล. Blank}) \times Y \times 0.014 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

โดย Y คือ ค่า Normality ของ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{Normality} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) ของ Na}_2\text{CO}_3 \times 1000}{\text{ปริมาตรของ H}_2\text{SO}_4 \times \text{สมมูลย์ของ Na}_2\text{CO}_3}$$

### 3.5.1.5 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การย่อยตัวอย่างดิน ซึ่งตัวอย่างดินบดละเอียด 0.2 กรัม ใส่ลงใน Digest tube ขนาด 75 มิลลิลิตร เติม Acid mixture digestion (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 5 : 1 : 2) ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยใน Digester block ภายใต้ Fume hood โดยควบคุมอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 200 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าสารละลายจะใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเทสารละลายที่ย่อยได้ลงใน Volumetric flask ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เก็บไว้ในขวดพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสต่อไป

2) การทำ Standard curve ของฟอสฟอรัส น้ำยาที่ใช้ในการ develop color ประกอบด้วย

- Reagent A: เตรียมได้โดยใช้ Ammonium molybdate 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร ละลาย Antimony potassium tartrate 0.2908 กรัมในน้ำกลั่น



100 มิลลิลิตร แล้วเอาสารละลายทั้ง 2 เทใส่ไปใน 5 N Sulfuric acid แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เป็น 2 ลิตร

- Reagent B: ละลาย ascorbic acid 1.056 กรัม ใน reagent A 200 มิลลิลิตร

สำหรับการทำ Standard curve เริ่มจากการเตรียม Standard phosphate solution ให้มีความเข้มข้น 40 ppm จากนั้นดูด Standard phosphate solution 40 ppm ปริมาตร 0 0.25 0.5 0.75 1.0 และ 1.25 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask หลังจากนั้นเติม Reagent B 4 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเท่ากับ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 882 nm ทำการบันทึกค่า Absorbance ของแต่ละความเข้มข้น เพื่อนำไปข้อมูลนี้ไป plot graph เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างต่อไป

3) การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน ดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Volumetric flask เติม Reagent B 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้เท่ากับ 25 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 882 นาโนเมตร ทำการบันทึกค่า Absorbance แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหา Available P มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกรัม (mg/g) โดยเทียบกับ Standard curve

4) การคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส การคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ดังนี้

$$P \text{ (mg/g)} = \frac{\text{ppm จาก standard curve} \times 50 \times \text{ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)}}{\text{ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ (มิลลิลิตร)} \times \text{น้ำหนักดิน (กรัม)} \times}$$

3.5.2 การเจริญเติบโตของข้าว โดยทำการบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์ จนถึงระยะการเก็บเกี่ยว ดังนี้

3.5.2.1 ความสูงต้น วัดความสูงจากโคนต้นเหนือดิน จนถึงสุดปลายใบ

3.5.2.2 ความยาวใบ วัดจากโคนกาบใบ จนถึงสุดปลายใบ

3.5.2.3 ความกว้างใบ วัดความกว้างใบ บริเวณส่วนกลางของความยาวใบ

3.5.2.4 จำนวนต้นตอกอ นับจำนวนต้นตอกอ

**3.5.2.5 ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก** หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการตัดต้นข้าวโดยแยกส่วนของลำต้น รวง และรากมาซึ่งบนเครื่องซึ่งเพื่อทำการบันทึกน้ำหนักสด และทำการอบตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อบันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้ง

**3.5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์** ทำการเก็บข้อมูลเมื่อต้นข้าวมีอายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Mackinney (1941) โดยนำใบข้าวมาเจาะเป็นวงกลมด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวน 10 วง ใส่ลงในหลอดทดลอง ทำการสกัดด้วย 80% Acetone ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณคลอโรฟิลล์ มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยสูตรที่ใช้คำนวณคือ

$$\text{Total chlorophyll (a+b)} = [(20.20 \times \text{Absorbance at 645 nm}) + (8.02 \times \text{Absorbance at 663 nm})] \times (V / A)$$

$$\text{Chlorophyll a} = [(12.70 \times \text{Absorbance at 663 nm}) - (2.69 \times \text{Absorbance at 645 nm})] \times (V / A)$$

$$\text{Chlorophyll b} = [(22.90 \times \text{Absorbance at 645 nm}) - (4.68 \times \text{Absorbance at 663 nm})] \times (V / A)$$

กำหนดให้ V = ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์

A = พื้นที่ใบตัวอย่างพืชที่นำมาหาคลอโรฟิลล์

**3.5.4 องค์ประกอบของผลผลิต** การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระทำหลังจากข้าวออกดอกแล้ว 80 เปอร์เซ็นต์ ต่อไปอีกประมาณ 30-35 วัน เมล็ดข้าวจะสุกหรือแก่เต็มที่ ประกอบกับการสังเกตเมล็ดในรวงมีเปลือกสีฟางหรือเหลือง จึงทำการเกี่ยวรวงข้าว แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้ข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวไปขัดสีเป็นข้าวกล้อง โดยทำการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ดังนี้

**3.5.4.1 จำนวนรวงต่อกอ** นับจำนวนรวงต่อกอในแต่ละกระถาง

**3.5.4.2 ความยาวและความกว้างเมล็ด** วัดจากข้าวกล้องโดยความยาวของเมล็ด วัดจากระยะทางปลายสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด และความกว้างของเมล็ด วัดจากระยะทางส่วนที่กว้างที่สุดของเมล็ด

**3.5.4.3 จำนวนเมล็ดต่อรวง** สุ่มตัวอย่างรวงข้าวจำนวน 1 รวงต่อกระถาง ทำการนับจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง

**3.5.4.4 จำนวนเมล็ดดี** นับจำนวนเมล็ดดีต่อรวง โดยเลือกจากข้าวเปลือกสีฟางที่  
สมบูรณ์เต็มเมล็ด

**3.5.4.5 จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง** นับจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง

**3.5.4.6 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง** ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงโดยใช้เครื่องชั่ง  
ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

**3.5.4.7 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง** ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวงโดยใช้เครื่องชั่ง  
ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

**3.5.4.8 น้ำหนัก 100 เมล็ด** ชั่งน้ำหนักเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ดโดยใช้เครื่องชั่ง  
ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

### 3.5.5 คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี

ปริมาณแอมิโลส (Amylose content) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Juliano (1971) เริ่มจากบด  
เมล็ดข้าวกล้องให้ละเอียด จากนั้นชั่งผงแบ่งที่ได้จากการบดข้าวให้ละเอียดมา 0.1 กรัม ใส่ในขวดแก้ว  
ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติม เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและ  
เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันอีกครั้งและนำลง  
ไปวางในอ่างน้ำที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำออกมาวางที่อุณหภูมิห้องทิ้งไว้ให้เย็น  
จากนั้นทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลายแบ่งมาทำปฏิกิริยาให้เกิด  
สี โดยดูดสารละลายแบ่ง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตรที่เติมสารละลายกรด  
เกลเซียลอะซิติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 2  
กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร) ปริมาตร 2  
มิลลิลิตร ปรับปริมาณด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที  
จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับ  
ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากกราฟมาตรฐานเพื่อให้ทราบถึงปริมาณแอมิโลสในตัวอย่าง มีหน่วยเป็น  
เปอร์เซ็นต์

สำหรับการเตรียมสารละลายแอมิโลสมาตรฐาน เริ่มจากการชั่งแอมิโลสบริสุทธิ์ 40 มิลลิกรัม  
และเติมเอทิลแอลกอฮอล์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรเช่นเดียวกับการ  
เตรียมสารละลายแบ่งตัวอย่าง จากนั้นดูดสารละลายแอมิโลสมาตรฐาน ปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ  
5 มิลลิลิตร ตามลำดับ เติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 0.2,  
0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ตามลำดับและเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น  
100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที และอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร  
ส่วนการทำ Blank โดยเติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 2

มิลลิลิตรและเติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับร้อยละของปริมาณแอมิโลส

### 3.5.6 คุณภาพการหุงต้ม

**3.5.6.1 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง (Alkali spreading value)** ซึ่งเป็นค่าที่ประเมินอุณหภูมิของแป้งสุกทางอ้อม โดยเริ่มจากนำเมล็ดข้าวเต็มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ดวางลงในจานแก้วมีฝาปิด (petridish) ให้มีระยะห่างกันพอสมควร จากนั้นเติมสารละลายต่าง ได้แก่ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.7% ให้ท่วมเมล็ดข้าว ปิดฝาด้านแก้วและวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยไม่มีการเคลื่อนย้าย จำนวน 5 ซ้ำ (จานแก้ว) ตามวิธีของ อรอนงค์ (2556) จากนั้นทำการตรวจสอบเมล็ดข้าว โดยประเมินระดับการสลายตัวของเมล็ดข้าวในต่างแต่ละเมล็ดตามลักษณะการสลาย ดังนี้ (ตารางที่ 2.7)

ระดับที่ 1	ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลงเลย
ระดับที่ 2	เมล็ดข้าวพองตัว
ระดับที่ 3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
ระดับที่ 4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
ระดับที่ 5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
ระดับที่ 6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดมีลักษณะเป็นเมือกขุ่นขาว
ระดับที่ 7	เมล็ดข้าวสลายตัวทั้งเมล็ดและมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

**3.5.6.2 ระยะเวลาในการหุงต้ม (Cooking time)** ตามวิธีของ Mohapatra and Bal (2006) โดยนำตัวอย่างข้าวเต็มเมล็ดจำนวน 5 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงใน ปีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร นำปีกเกอร์ต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส เมล็ดข้าวจะถูกนำขึ้นมาทำการทดสอบในครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที และจากนั้นทุกๆ 1 นาที โดยการกดบนจานแก้ว หากเมล็ดข้าวยังไม่สุกดี จะมีลักษณะเป็นไตสีขาวขุ่น โดยจะทำการรายงานระยะเวลาในการหุงสุกจากระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่ข้าว จนกระทั่งเมล็ดข้าวไม่มีลักษณะเป็นไตสีขาวขุ่น และยกลงวางที่อุณหภูมิห้องอีก 2 นาที ซึ่งรายงานหน่วยเป็น นาที ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ

**3.5.6.3 การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Elongation ratio)** ตามวิธีของ Mohapatra and Bal (2006) โดยทำการคัดเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด จำนวน 10 เมล็ด วัดความยาวของเมล็ดข้าวด้วยเวอร์เนียตามแนวด้านยาวของเมล็ด จากนั้นนำเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด จำนวน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร วางหลอดทดลองลงในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส เมื่อข้าวสุกทำการรินน้ำออก สุ่มเมล็ดข้าวสุกจำนวน 10 เมล็ด วัดความยาวเมล็ดด้วยเวอร์เนียอีกครั้ง เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างความยาวเมล็ดข้าวสุกต่อความยาวของเมล็ดข้าวสาร

**3.5.6.4 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (Water uptake ratio)** ตามวิธีของ Mohapatra and Bal (2006) โดยทำการคัดเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด จำนวน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร วางหลอดทดลองลงในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส เมื่อข้าวสุก ทำการรินน้ำออกและชั่งน้ำหนักของข้าวสุกเพื่อนำมาคำนวณหาอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดข้าวสุกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าวสาร (1 กรัม)

**3.5.6.5 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (Volume expansion ratio)** ตามวิธีของ Mohapatra and Bal (2006) โดยทำการคัดเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด จำนวน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองและวัดความสูงของปริมาตรเมล็ดข้าวสารที่อยู่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองและวางหลอดทดลองลงในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส เมื่อข้าวสุก ทำการรินน้ำออกและวัดความสูงของปริมาตรข้าวสุกในหลอดทดลอง เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของข้าวสุกต่อปริมาตรของข้าวสาร

**3.5.6.6 ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)** ตามวิธีของ Verma *et al.* (2015) โดยเริ่มจากชั่งตัวอย่างผงแป้งที่ได้จากการบดเมล็ดข้าวให้ละเอียด จำนวน 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายไทโมลบลู 0.025% ที่ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร และเติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปั่นของเหลวในหลอดทดลองเพื่อให้แป้งกระจายตัว จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำเดือดที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส โดยปิดฝาด้วยลูกแก้ว ต้มเป็นเวลา 8 นาที จากนั้นวางหลอดทดลองไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที และวางหลอดทดลองลงในอ่างน้ำเย็นจัดเป็นเวลา 20 นาที และทำการวางหลอดทดลองลงในแนวนอนบนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียด 1 มิลลิเมตร เป็นเวลา 60 นาที แล้วทำการวัดความยาวของระยะทางที่แป้งไหลไป มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

### 3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธี  $2 \times 5$  Factorial in CRD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SAS

### 3.7 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ และ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

### 3.8. ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558 รวมระยะเวลา 12 เดือน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 4.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการปลูกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ในชุดดินรังสิตและองครักษ์ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าดินหลังปลูกข้าวของสิ่งทดลองที่เป็นชุดดินรังสิต มีค่า pH ค่า EC ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าชุดดินองครักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในดินก่อนปลูกของทั้งสองชุดดินที่พบว่า ชุดดินรังสิตมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าชุดดินองครักษ์ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า pH ของดินหลังปลูกในชุดดินรังสิตมีแนวโน้มลดลงกว่าดินก่อนปลูก ในขณะที่ ค่า pH ของดินหลังปลูกในชุดดินองครักษ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าดินก่อนปลูกในทุกสิ่งทดลองที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เพิ่มขึ้นจากอัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ เป็นอัตรา 87.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่ามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Chang *et al.* (2007) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราตั้งแต่ 1 2 3 และ 4 เท่าของอัตราไนโตรเจนที่คำนวณจากอัตราปุ๋ยเคมี ทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ อาทิ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

พันธุ์ข้าว	สิ่งทดลอง		pH <sup>1/</sup>	EC <sup>2/</sup> (ms/cm)	Organic matter <sup>3/</sup> (%)	Total N <sup>4/</sup> (%)	Available P <sup>5/</sup> (mg/kg)	
	ชุดดิน	การให้ปุ๋ย						
<b>ก่อนการทดลอง</b>								
	รังสิต		6.60	0.32	3.10	0.16	17.00	
	องครักษ์		4.70	0.06	1.59	0.08	13.00	
<b>หลังการทดลอง</b>								
หอมสุพรรณบุรี	รังสิต	Control	5.80	0.98	2.93	0.15	14.00	
		C1	5.90	0.70	3.12	0.16	17.00	
		O1	6.00	0.69	2.88	0.14	14.00	
		O2	6.00	0.73	2.83	0.14	12.00	
		O3	5.90	0.68	2.92	0.15	16.00	
	องครักษ์	Control	4.90	0.34	1.28	0.06	5.00	
		C1	5.10	0.22	1.35	0.07	5.00	
		O1	5.10	0.32	1.26	0.06	5.00	
		O2	5.20	0.20	1.36	0.07	8.00	
		O3	5.20	0.21	1.17	0.06	5.00	
	ปทุมธานี 1	รังสิต	Control	5.60	0.72	3.00	0.15	16.00
			C1	5.90	0.78	2.93	0.15	15.00
			O1	5.50	0.57	2.91	0.15	13.00
			O2	5.90	0.68	2.92	0.15	13.00
			O3	5.90	1.40	3.17	0.16	14.00
องครักษ์		Control	5.00	0.26	1.32	0.07	4.00	
		C1	5.10	0.33	1.48	0.07	6.00	
		O1	5.10	0.26	1.23	0.06	4.00	
		O2	5.20	0.18	1.19	0.06	5.00	
		O3	5.20	0.29	1.34	0.08	6.00	
ไรซ์เบอร์รี่	รังสิต	Control	5.90	0.76	2.73	0.14	15.00	
		C1	6.00	0.77	2.94	0.15	14.00	
		O1	5.30	0.70	2.87	0.14	15.00	
		O2	5.40	0.58	2.59	0.13	12.00	
		O3	5.60	0.65	2.94	0.15	18.00	
	องครักษ์	Control	5.20	0.13	1.10	0.06	5.00	
		C1	5.10	0.25	1.38	0.07	4.00	
		O1	4.60	0.24	1.10	0.06	4.00	
		O2	5.00	0.25	1.59	0.08	9.00	
		O3	5.10	0.19	1.21	0.06	6.00	

<sup>1/</sup> ความเป็นกรด/ด่าง (pH) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:1 ; <sup>2/</sup> ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:5 ; <sup>3/</sup> ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black ; <sup>4/</sup> N วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method ; <sup>5/</sup> P สกัดด้วย Bray II



## 4.2 การเจริญเติบโต

### 4.2.1 ความสูงต้น

จากผลการทดลองของข้าว 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินและการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่า ทั้งชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ มีความสูงเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่ามากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใด และการปลูกข้าวในชุดดินรังสิตทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีความสูงมากกว่าชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ปลูกในชุดดินรังสิตและองครักษ์ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ความสูงเทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ พบว่า เมื่อปลูกข้าวในชุดดินรังสิตที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวมีความสูงเทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมี ในขณะที่การปลูกข้าวในชุดดินองครักษ์ เพียงแค่การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวมีความสูงเทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในชุดดินองครักษ์ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จะให้ประสิทธิภาพมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในชุดดินรังสิตที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยจากรายงานของ Dong *et al.* (2012) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ดินมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นทั้งโครงสร้างดิน การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ในชุดดินรังสิตที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ กล่าวคือ ทำให้ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ มีความสูงมากที่สุด คือ 111.77 106.90 และ 95.01 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2-4.4)

ตารางที่ 4.2 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	12.07	11.27	11.67
C1	10.36	11.04	10.70
O1	11.50	11.88	11.69
O2	11.80	11.48	11.64
O3	11.37	11.40	11.38
เฉลี่ย	11.42	11.41	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		7.24	
70 วัน			
Control	83.17 f <sup>1/</sup>	74.39 g	D 78.78 <sup>2/</sup>
C1	105.92 bc	97.11 d	B 101.51
O1	91.96 e	89.44 e	C 90.70
O2	100.91 cd	102.26 c	B 101.59
O3	111.77 a	109.80 ab	A 110.79
เฉลี่ย	98.75 A <sup>3/</sup>	94.60 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		*	
C.V. (%)		2.97	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.3 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	11.59 bcd <sup>1/</sup>	9.90 f	B 10.74 <sup>2/</sup>
C1	12.38 ab	12.51 ab	B 12.44
O1	10.36 ef	11.84 bc	B 11.10
O2	10.71 def	11.12 cde	B 10.92
O3	12.28 ab	13.28 a	A 12.78
เฉลี่ย	11.46	11.73	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		4.87	
70 วัน			
Control	81.25 d	64.74 e	D 72.99
C1	106.83 a	81.87 d	BC 94.35
O1	91.69 bc	88.99 cd	C 90.34
O2	97.98 bc	97.47 b	B 97.72
O3	106.90 a	105.54 a	A 106.22
เฉลี่ย	96.93 A <sup>3/</sup>	87.72 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		4.75	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.4 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	8.19	8.46	B 8.32
C1	7.78	9.20	B 8.49
O1	8.30	8.24	B 8.27
O2	8.44	8.86	B 8.65
O3	9.43	9.64	A 9.54
เฉลี่ย	8.43	8.88	
P-value			
A		ns	
B		*	
A x B		ns	
C.V. (%)		7.07	
70 วัน			
Control	69.97 d <sup>1/</sup>	64.32 e	D 67.14 <sup>2/</sup>
C1	95.57 a	71.99 cd	B 83.78
O1	77.12 c	76.06 c	C 76.59
O2	84.10 b	85.93 b	B 85.01
O3	95.01 a	88.78 b	A 91.89
เฉลี่ย	84.35 A <sup>3/</sup>	77.41 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		3.64	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบชุดดิน

#### 4.2.2 ความกว้างและความยาวใบ

จากผลการทดลอง พบว่า รูปแบบการให้ปุ๋ยมีผลต่อทั้งความยาวและความกว้างใบอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงตั้งแต่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีความกว้างใบไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ซึ่งผลของความยาวใบให้ความสอดคล้องกับผลของความสูงข้าว เนื่องจากการวัดความยาวใบจะวัดจากโคนกาบใบไปถึงปลายใบของใบที่ยาวที่สุด และการวัดความสูงจะวัดจากโคนต้นไปถึงปลายใบที่ยาวที่สุดเช่นกัน และพบว่าการปลูกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ในชุดดินรังสิตที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า จะทำให้ข้าวมีความยาวและความกว้างใบ มีค่ามากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่า นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีความยาวและความกว้างใบมีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.5-4.7) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Agamy *et al.* (2012) ที่พบว่า ความสูงและพื้นที่ใบของข้าวสาลีมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการให้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
ความยาวใบ (เซนติเมตร)			
Control	47.58	45.94	D 46.76 <sup>1/</sup>
C1	66.88	66.90	B 66.89
O1	53.80	55.43	C 54.62
O2	63.39	63.73	B 63.56
O3	70.59	70.48	A 70.53
เฉลี่ย	60.45	60.50	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		4.64	
ความกว้างใบ (เซนติเมตร)			
Control	0.94	0.87	D 0.91
C1	1.08	1.00	C 1.04
O1	1.08	1.00	C 1.04
O2	1.16	1.07	B 1.11
O3	1.19	1.11	A 1.15
เฉลี่ย	1.09 A <sup>2/</sup>	1.01 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		2.21	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.6 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
<b>ความยาวใบ (เซนติเมตร)</b>			
Control	46.30 g <sup>1/</sup>	38.77 h	D 42.53 <sup>2/</sup>
C1	65.68 a	55.17 de	AB 60.42
O1	54.19 ef	50.66 f	C 52.42
O2	57.98 cde	58.63 bcd	B 58.31
O3	62.33 ab	60.16 bc	A 61.24
เฉลี่ย	57.30 A <sup>3/</sup>	52.68 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		4.08	
<b>ความกว้างใบ (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.82	0.68	C 0.75
C1	1.04	0.89	B 0.97
O1	0.97	0.86	B 0.91
O2	0.98	0.93	B 0.96
O3	1.08	1.04	A 1.06
เฉลี่ย	0.98 A	0.88 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		5.70	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.7 ความยาวและความกว้างใบ (เซนติเมตร) ที่อายุ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
ความยาวใบ (เซนติเมตร)			
Control	42.05 de <sup>1/</sup>	40.37 e	C 41.21 <sup>2/</sup>
C1	59.33 a	47.37 c	A 53.35
O1	46.67 c	46.16 cd	B 46.41
O2	52.50 b	52.29 b	A 52.39
O3	55.81 ab	54.81 b	A 55.31
เฉลี่ย	51.27 A <sup>3/</sup>	48.20 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		5.03	
ความกว้างใบ (เซนติเมตร)			
Control	1.03	0.91	D 0.97
C1	1.24	1.14	BC 1.19
O1	1.18	1.08	C 1.13
O2	1.21	1.21	B 1.21
O3	1.28	1.29	A 1.29
เฉลี่ย	1.19 A	1.13 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		5.20	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน



### 4.2.3 จำนวนต้นตอก

สำหรับจำนวนต้นตอก พบว่า ทั้งปัจจัยทางด้านชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย มีผลต่อจำนวนต้นตอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีจำนวนต้นตอกมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ตั้งแต่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ในชุดดินรังสิต มีผลทำให้ข้าวทุกสายพันธุ์มีจำนวนต้นตอกมีแนวโน้มมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทั้งในชุดดินรังสิตและองครักษ์ ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีจำนวนต้นตอกมากที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 15-22 ต้นตอก โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์โรซ์เบอร์รี่มีจำนวนต้นตอกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และหอมสุพรรณบุรี ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนต้นตอกของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ มีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ทดลองในข้าวสายพันธุ์อื่นๆ เช่น งานวิจัยของ Neelima and Murthy (2009) และยังพบแนวโน้มดังกล่าวในพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวสาลี (Agamy *et al.*, 2012)

ตารางที่ 4.8 จำนวนต้นตอกอ ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	1.00	1.00	1.00
C1	1.00	1.00	1.00
O1	1.00	1.00	1.00
O2	1.00	1.00	1.00
O3	1.00	1.00	1.00
เฉลี่ย	1.00	1.00	
P-value			
A		-	
B		-	
A x B		-	
C.V. (%)		0.00	
70 วัน			
Control	8.78 d <sup>1/</sup>	3.15 f	D 5.96 <sup>2/</sup>
C1	9.81 cd	6.74 e	C 8.28
O1	9.67 cd	7.15 e	C 8.41
O2	12.41 b	10.15 c	B 11.28
O3	15.22 a	15.96 a	A 15.59
เฉลี่ย	11.18 A <sup>3/</sup>	8.63 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		7.27	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.9 จำนวนต้นตอกอ ที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	1.00	1.00	1.00
C1	1.00	1.00	1.00
O1	1.00	1.00	1.00
O2	1.00	1.00	1.00
O3	1.00	1.00	1.00
เฉลี่ย	1.00	1.00	
P-value			
A		-	
B		-	
A x B		-	
C.V. (%)		0.00	
70 วัน			
Control	11.11 cd <sup>1/</sup>	5.07 g	D 8.09 <sup>2/</sup>
C1	9.85 de	7.33 f	D 8.59
O1	11.52 c	8.19 f	C 9.85
O2	13.48 b	9.63 e	B 11.56
O3	20.96 a	20.19 a	A 20.57
เฉลี่ย	13.39 A <sup>3/</sup>	10.08 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		6.48	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.10 จำนวนต้นตอกที่ 0 และ 70 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
0 วัน			
Control	1.00	1.00	1.00
C1	1.00	1.00	1.00
O1	1.00	1.00	1.00
O2	1.00	1.00	1.00
O3	1.00	1.00	1.00
เฉลี่ย	1.00	1.00	
P-value			
A		-	
B		-	
A x B		-	
C.V. (%)		0.00	
70 วัน			
Control	10.50	3.17	D 6.83 <sup>1/</sup>
C1	10.70	9.42	C 10.06
O1	11.67	6.22	CD 8.94
O2	14.00	11.11	B 12.56
O3	22.40	17.40	A 19.90
เฉลี่ย	13.85 A <sup>2/</sup>	9.46 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		17.22	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.2.4 ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก

การเจริญเติบโตของรากข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินและการได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่า การปลูกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ในชุดดินรังสิต ทำให้ข้าวมีความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากมากกว่าการปลูกข้าวในชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งแม้ว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้ความยาวรากมีค่าแตกต่างกัน แต่พบว่า ทำให้ข้าวมีน้ำหนักแห้งรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน พบว่า การให้ปุ๋ยทั้งสองชนิดทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตส่วนรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 4.11-4.19)

ตารางที่ 4.11 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	34.63 bc <sup>1/</sup>	31.83 c	B 33.23 <sup>2/</sup>
C1	34.83 bc	36.60 ab	AB 35.72
O1	36.57 ab	34.00 bc	AB 35.28
O2	39.97 a	33.33 bc	A 36.65
O3	39.30 a	32.67 bc	AB 35.98
เฉลี่ย	37.06 A <sup>3/</sup>	33.69 B	
P-value			
A		**	
B		*	
A x B		*	
C.V. (%)		6.82	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.12 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	39.97	33.43	36.70
C1	40.10	39.23	39.67
O1	41.97	39.77	40.87
O2	41.50	37.80	39.65
O3	35.50	37.93	36.72
เฉลี่ย	39.81	37.63	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		7.84	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.13 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	31.03	30.53	BC 30.78 <sup>1/</sup>
C1	36.90	30.17	ABC 33.53
O1	29.67	29.90	C 29.78
O2	39.37	33.97	A 36.67
O3	36.30	32.83	AB 34.57
เฉลี่ย	34.65 A <sup>2/</sup>	31.48 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		9.31	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.14 น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		53.40 b <sup>1/</sup>	2.26 e	B 27.83 <sup>2/</sup>
C1		9.82 de	18.04 d	C 13.93
O1		35.17 c	32.46 c	B 33.82
O2		76.03 a	56.00 b	A 66.02
O3		52.95 b	14.68 de	B 33.81
เฉลี่ย		45.48 A <sup>3/</sup>	24.69 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			21.45	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน



ตารางที่ 4.15 น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		63.09 bc <sup>1/</sup>	4.69f	C 33.89 <sup>2/</sup>
C1		77.56 b	10.44 f	BC 44.00
O1		76.53 b	16.75 ef	BC 46.64
O2		104.15 a	47.60 cd	A 75.88
O3		37.12 de	78.10 b	B 57.61
เฉลี่ย		71.69 A <sup>3/</sup>	31.52 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			24.06	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.16 น้ำหนักสตราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	76.45 a <sup>1/</sup>	3.95 c	C 40.20 <sup>2/</sup>
C1	80.02 a	16.42 c	C 48.22
O1	57.40 b	46.25 b	C 51.83
O2	87.62 a	77.94 a	B 82.78
O3	85.13 a	42.98 b	A 64.06
เฉลี่ย	77.32 A <sup>3/</sup>	37.51 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		16.13	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.17 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	9.23 bc <sup>1/</sup>	2.30 d	C 5.77 <sup>2/</sup>
C1	8.07 c	8.21 c	B 8.14
O1	9.31 c	8.07 c	B 8.69
O2	15.67 a	8.44 c	A 12.05
O3	15.83 a	12.12 b	A 13.98
เฉลี่ย	11.62 A <sup>3/</sup>	7.83 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		*	
C.V. (%)		20.15	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.18 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	11.44	4.54	36.70
C1	16.13	6.89	39.67
O1	17.91	7.11	40.87
O2	21.24	9.17	39.65
O3	21.83	14.18	36.72
เฉลี่ย	39.81	37.63	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		7.84	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.19 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวพันธุโรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		16.87 bc <sup>1/</sup>	3.44 e	D 10.15 <sup>2/</sup>
C1		20.02 b	8.83 d	BC 14.42
O1		16.77 bc	8.12 d	CD 12.44
O2		18.64 b	13.66 c	B 16.15
O3		32.87 a	19.52 b	A 26.20
เฉลี่ย		21.03 A <sup>3/</sup>	10.71 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			*	
C.V. (%)			13.71	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

### 4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวที่อายุ 30 และ 60 วันหลังย้ายปลูกของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ หอมสุพรรณบุรี ตามลำดับ ส่วนผลของชุดดินต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิต จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 3 ระดับไนโตรเจน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปของอินทรีย์สาร ซึ่งจำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปอนินทรีย์สาร เช่น แอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) และไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ชุตินถน, 2553) แต่ปุ๋ยเคมีมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้สูง ทำให้ต้นพืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (ตารางที่ 4.20-4.22)

ตารางที่ 4.20 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
30 วัน			
Control	19.60	17.01	BC 18.31 <sup>1/</sup>
C1	26.35	23.78	A 25.06
O1	14.35	16.37	D 15.36
O2	17.70	14.81	CD 16.26
O3	21.35	17.85	B 19.60
เฉลี่ย	19.87 A <sup>2/</sup>	17.96 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		11.03	
60 วัน			
Control	12.52	9.87	C 11.19
C1	14.61	13.49	B 14.05
O1	15.73	13.24	B 14.49
O2	17.19	16.82	A 17.00
O3	17.54	15.80	A 16.67
เฉลี่ย	15.52 A	13.84 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		10.92	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.21 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
30 วัน			
Control	19.41 def <sup>1/</sup>	24.06 c	C 21.74 <sup>2/</sup>
C1	37.14 a	31.40 b	A 34.27
O1	17.77 f	18.20 ef	D 17.99
O2	22.26 cde	19.42 def	C 20.84
O3	26.11 c	23.41 cd	B 24.76
เฉลี่ย	24.54	23.30	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		*	
C.V. (%)		9.88	
60 วัน			
Control	14.65	21.29	17.97
C1	19.77	17.96	18.87
O1	18.38	17.87	18.12
O2	22.86	18.29	20.58
O3	22.56	20.55	21.56
เฉลี่ย	19.65	19.19	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		17.91	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย



ตารางที่ 4.22 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกของข้าวพันธุ์โรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
30 วัน			
Control	20.11	21.52	CD 20.81
C1	41.12	34.06	A 37.59
O1	18.51	18.96	D 18.73
O2	24.03	21.71	C 22.87
O3	28.75	23.89	B 26.32
เฉลี่ย	26.50 A	24.03 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		10.80	
60 วัน			
Control	18.83 bc <sup>1/</sup>	12.62 f	B 15.73 <sup>2/</sup>
C1	23.92 a	13.82 ef	A 18.87
O1	15.02 def	15.81 cdef	B 15.41
O2	16.55 cde	18.94 bc	AB 17.74
O3	21.66 ab	18.18 cde	A 19.92
เฉลี่ย	19.20 A <sup>3/</sup>	15.87 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		11.07	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.4 องค์ประกอบผลผลิต

##### 4.4.1 จำนวนรวงต่อกอ

จากผลการทดลอง พบว่า ทั้งชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อจำนวนรวงต่อกอ โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดดินที่แตกต่างกัน พบว่า ชุดดินรังสิตซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ และพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยแนวโน้มดังกล่าว ยังพบได้ในพืชชนิดอื่น อาทิ ข้าวสาลี (Maqsood *et al.*, 2002) เป็นต้น ซึ่งจากผลการทดลอง ชี้ให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตราตั้งแต่ 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีจำนวนรวงต่อกอมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มจำนวนรวงต่อกอ กล่าวคือ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพียงแค่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์ดังกล่าวมีจำนวนรวงต่อกอเทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน (ตารางที่ 4.23-4.25) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Myint *et al.* (2010) ที่พบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา ตั้งแต่ 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ทำให้ข้าวมีปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ยยูเรีย ทั้งในอัตรา 40 และ 80 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

ตารางที่ 4.23 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	7.44 c <sup>1/</sup>	2.78 d	CD 5.11 <sup>2/</sup>
C1	6.78 c	4.22 d	C 5.50
O1	4.33 d	4.33 d	D 4.33
O2	10.22 b	7.44 c	B 8.83
O3	12.56 a	9.44 b	A 11.00
เฉลี่ย	8.27 A <sup>3/</sup>	5.64 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		12.25	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.24 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	10.00 b <sup>1/</sup>	2.78 e	C 6.39 <sup>2/</sup>
C1	6.89 cd	4.78 de	C 5.83
O1	6.00 d	6.11 d	C 6.06
O2	14.11 a	8.56 bc	B 11.33
O3	16.11 a	10.44 b	A 13.28
เฉลี่ย	10.62 A <sup>3/</sup>	6.53 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		14.76	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.25 จำนวนรวงต่อกอ (รวง) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		8.33 d <sup>1/</sup>	2.33 f	D 5.33 <sup>2/</sup>
C1		8.67 cd	7.67 d	C 8.17
O1		4.78 e	4.78 e	D 4.78
O2		12.67 b	8.78 cd	B 10.72
O3		14.44 a	10.17 c	A 12.31
เฉลี่ย		9.78 A <sup>3/</sup>	6.74 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			11.59	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.4.2 ความยาวและความกว้างเมล็ด

สำหรับความยาวและความกว้างของเมล็ดข้าวกล้อง พบว่า รูปแบบการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีผลต่อทั้งความยาวและความกว้างของเมล็ด โดยข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี มีขนาดเมล็ดทั้งความยาวและความกว้างมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อข้าวได้รับปุ๋ยจะทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย และเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ข้าวมีความยาวเมล็ดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเท่ากัน พบว่า ข้าวผลของชนิดปุ๋ยต่อความยาวและความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ ให้ผลแตกต่างกัน กล่าวคือ ในข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ให้ผลความแตกต่างของชนิดปุ๋ยเพียงแค่ผลทางด้านความกว้างเมล็ด โดยข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจะมีความกว้างเมล็ดมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ส่วนข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า ชนิดปุ๋ยมีผลต่อความยาวเมล็ด กล่าวคือ การให้ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีความยาวเมล็ดมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ชนิดปุ๋ยไม่มีผลต่อความยาวและความกว้างของเมล็ดข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ซึ่งมีความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง เท่ากับ 0.68 และ 0.19 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6-2.8)

ตารางที่ 4.26 ความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดิน และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
<b>ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.73	0.73	B 0.73
C1	0.76	0.77	A 0.77
O1	0.77	0.77	A 0.77
O2	0.77	0.76	A 0.77
O3	0.77	0.77	A 0.77
เฉลี่ย	0.76	0.76	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		1.10	
<b>ความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.21	0.20	B 0.21 <sup>1/</sup>
C1	0.21	0.21	B 0.21
O1	0.22	0.21	A 0.22
O2	0.22	0.21	A 0.22
O3	0.22	0.21	A 0.22
เฉลี่ย	0.22 A <sup>2/</sup>	0.21 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		1.70	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.27 ความยาวและความกว้างเมสันต์ข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
<b>ความยาวเมสันต์ข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.72	0.71	C 0.72 <sup>1/</sup>
C1	0.76	0.75	A 0.75
O1	0.74	0.74	B 0.74
O2	0.75	0.76	A 0.75
O3	0.75	0.77	A 0.76
เฉลี่ย	0.74	0.74	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		1.37	
<b>ความกว้างเมสันต์ข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.20	0.20	B 0.20
C1	0.21	0.21	A 0.21
O1	0.21	0.21	A 0.21
O2	0.21	0.21	A 0.21
O3	0.21	0.21	A 0.21
เฉลี่ย	0.21	0.21	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		1.24	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย



ตารางที่ 4.28 ความยาวและความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
<b>ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.66	0.65	B 0.65 <sup>1/</sup>
C1	0.68	0.68	A 0.68
O1	0.68	0.68	A 0.68
O2	0.68	0.68	A 0.68
O3	0.68	0.67	A 0.68
เฉลี่ย	0.68	0.67	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		1.60	
<b>ความกว้างเมล็ดข้าวกล้อง (เซนติเมตร)</b>			
Control	0.19	0.19	0.19
C1	0.19	0.19	0.19
O1	0.20	0.19	0.19
O2	0.20	0.19	0.20
O3	0.20	0.19	0.20
เฉลี่ย	0.19	0.19	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		4.15	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

#### 4.4.3 จำนวนเมล็ดต่อรวง

สำหรับจำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่า ทั้งชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ยส่งผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ และพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งการตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงในข้าวแต่ละสายพันธุ์มีแนวโน้มแตกต่างกัน กล่าวคือ สำหรับข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพียงแค่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 43.68 และ 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่วนข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพียงแค่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งมีจำนวนเมล็ดประมาณ 150-155 เมล็ดต่อรวง จากผลการทดลอง ชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีมีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในด้านจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น (ตารางที่ 4.29-4.31)

ตารางที่ 4.29 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	111.89 d <sup>1/</sup>	89.33 e	D 100.61 <sup>2/</sup>
C1	153.44 b	108.56 d	C 131.00
O1	143.56 b	125.11 c	C 134.33
O2	168.67 a	151.33 b	A 160.00
O3	153.89 b	142.11 b	B 148.00
เฉลี่ย	146.29 A <sup>3/</sup>	123.29 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		5.01	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.30 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		127.11 cd <sup>1/</sup>	83.11 e	C 105.11 <sup>2/</sup>
C1		163.44 a	120.00 cd	A 141.72
O1		138.00 bc	114.89 d	B 126.44
O2		141.00 bc	155.67 ab	A 148.33
O3		136.00 bcd	139.78 bc	AB 137.89
เฉลี่ย		141.11 A <sup>3/</sup>	122.69 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			9.07	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.31 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด) ของข้าวพันธุ์โรซเบอรี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		103.89 cd <sup>1/</sup>	89.89 d	D 96.89 <sup>2/</sup>
C1		172.33 a	137.78 b	A 155.06
O1		129.78 b	108.00 c	C 118.89
O2		140.44 b	133.22 b	B 136.83
O3		167.44 a	132.89 b	A 150.17
เฉลี่ย		142.78 A <sup>3/</sup>	120.36 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			*	
C.V. (%)			6.52	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.4.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง

สำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวง พบว่า ทั้งชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ยมีผลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ สำหรับผลต่อรูปแบบการให้ปุ๋ยต่อลักษณะเมล็ดดีต่อรวง พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ahmed *et al.* (1998) ที่พบว่า การให้ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนตั้งแต่ 0-80 กิโลกรัม N ต่อ เฮกแตร์ ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่อปุ๋ยในข้าวแต่ละสายพันธุ์ จากผลการทดลอง พบว่า ในข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงตั้งแต่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ส่วนข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเดียวกับการให้ปุ๋ยเคมี ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยกว่า และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตราตั้งแต่ 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ กล่าวคือ ในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวงอยู่ระหว่าง 86-87 และ 13-15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบต่อรวงอยู่ระหว่าง 89-90 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.32-4.37)

ตารางที่ 4.32 เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ตอรวง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	88.39 bcd <sup>1/</sup>	78.14 e	C 83.26 <sup>2/</sup>
C1	96.17 a	87.96 cd	AB 92.06
O1	91.94 abc	91.96 abc	AB 91.95
O2	94.12 a	94.23 a	A 94.18
O3	93.64 ab	84.41 d	B 89.03
เฉลี่ย	92.85 A <sup>3/</sup>	87.34 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		3.19	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.33 เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ตอรวง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	84.25	89.97	A 87.11 <sup>1/</sup>
C1	87.51	87.69	A 87.60
O1	78.21	77.36	B 77.78
O2	84.95	86.06	A 85.51
O3	86.53	87.63	A 87.08
เฉลี่ย	84.29	85.74	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		3.12	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย



ตารางที่ 4.34 เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ตอรวง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		86.46 bc <sup>1/</sup>	68.86 e	C 77.66 <sup>2/</sup>
C1		92.27 a	85.72 c	A 89.00
O1		87.28 abc	80.68 d	B 83.98
O2		88.93 abc	91.20 ab	A 90.06
O3		90.30 abc	89.90 abc	A 90.10
เฉลี่ย		89.05 A <sup>3/</sup>	83.27 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			3.24	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.35 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลืบทอรวง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		11.61 bcd <sup>1/</sup>	21.86 a	A 16.74 <sup>2/</sup>
C1		3.83 e	12.04 bc	BC 7.94
O1		8.06 cde	8.04 cde	BC 8.05
O2		5.88 e	5.77 e	C 5.82
O3		6.36 de	15.59 b	B 10.97
เฉลี่ย		7.15 B <sup>3/</sup>	12.66 A	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			29.04	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.36 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	15.75	10.03	B 12.89 <sup>1/</sup>
C1	12.49	12.31	B 12.40
O1	21.79	22.64	A 22.22
O2	15.05	13.94	B 14.49
O3	13.47	12.37	B 12.92
เฉลี่ย	15.71	14.26	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		17.68	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.37 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลืบต่อรวง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		13.54 cd <sup>1/</sup>	31.14 a	A 22.34 <sup>2/</sup>
C1		7.73 e	14.28 c	C 11.00
O1		12.72 cde	19.32 b	B 16.02
O2		11.07 cde	8.80 de	C 9.94
O3		9.70 cde	10.10 cde	C 9.90
เฉลี่ย		10.95 B <sup>3/</sup>	16.73 A	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			20.15	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.4.5 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง

การตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อค่าน้ำหนักเมล็ดต่อรวงของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่แตกต่างกัน พบว่า ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีน้ำหนักเมล็ดต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีค่ามากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ในทางตรงกันข้าม ข้าวเกือบทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินองครักษ์มีน้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวงมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิตอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีค่ามากขึ้น ซึ่งพบเฉพาะแค่พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่เท่านั้น ส่วนข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี และปทุมธานี 1 กลับพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวมีน้ำหนักเมล็ดดีสูงสุด คือ 3.86 และ 2.92 กรัมต่อรวง ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า เพียงแค่การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีมีน้ำหนักเมล็ดต่อรวงมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ซึ่งไม่พบแนวโน้มดังกล่าวในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และไรซ์เบอร์รี่ ที่พบว่า หากต้องการให้ได้น้ำหนักเมล็ดต่อรวงที่ไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ควรทำการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และที่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลทางด้านจำนวนเมล็ดต่อรวง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีมีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงได้ดีกว่าข้าวสายพันธุ์ (ตารางที่ 4.38-4.46)

ตารางที่ 4.38 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		2.79 ef <sup>1/</sup>	1.65 g	D 2.22 <sup>2/</sup>
C1		4.09 ab	2.68 f	BC 3.39
O1		3.40 cd	3.12 de	C 3.26
O2		4.26 a	3.59 c	A 3.92
O3		3.74 bc	3.56 c	B 3.65
เฉลี่ย		3.65 A <sup>3/</sup>	2.92 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			6.65	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.39 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.54 cd <sup>1/</sup>	1.63 e	C 2.09 <sup>2/</sup>
C1	3.56 a	2.69 cd	A 3.12
O1	2.73 cd	2.25 d	B 2.49
O2	2.75 cd	3.33 ab	A 3.04
O3	2.84 bcd	2.98 bc	A 2.91
เฉลี่ย	2.88 A <sup>3/</sup>	2.58 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		11.52	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.40 น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	1.92 e <sup>1/</sup>	1.29 f	D 1.61 <sup>2/</sup>
C1	3.09 a	2.30 d	A 2.69
O1	2.30 d	1.79 e	C 2.04
O2	2.56 c	2.42 cd	B 2.49
O3	2.84 b	2.27 d	AB 2.56
เฉลี่ย	2.54 A <sup>3/</sup>	2.01B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		6.16	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน



ตารางที่ 4.41 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.72 de <sup>1/</sup>	1.77 f	D 2.24 <sup>2/</sup>
C1	4.06 a	2.62 e	BC 3.34
O1	3.33 bc	3.06 cd	C 3.20
O2	4.18 a	3.54 b	A 3.86
O3	3.69 b	3.44 b	B 3.57
เฉลี่ย	3.60 A <sup>3/</sup>	2.88 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		6.22	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.42 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.44 cd <sup>1/</sup>	1.59 e	B 2.02 <sup>2/</sup>
C1	3.46 a	2.60 cd	A 3.03
O1	2.57 cd	2.11 de	B 2.34
O2	2.63 cd	3.21 ab	A 2.92
O3	2.76 bc	2.91 abc	A 2.83
เฉลี่ย	2.77 A <sup>3/</sup>	2.49 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		11.89	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.43 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	1.86 e <sup>1/</sup>	1.19 f	D 1.52 <sup>2/</sup>
C1	3.03 a	2.21 d	A 2.62
O1	2.22 d	1.69 e	C 1.96
O2	2.47 c	2.35 cd	B 2.41
O3	2.77 b	2.21 d	AB 2.49
เฉลี่ย	2.47 A <sup>3/</sup>	1.93 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		6.2	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.44 น้ำหนักเมล็ดสับต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	0.07 bc <sup>1/</sup>	0.09 ab	A 0.08 <sup>2/</sup>
C1	0.04 c	0.07 bc	B 0.05
O1	0.07 bc	0.07 bc	AB 0.07
O2	0.08 bc	0.05 c	AB 0.06
O3	0.04 c	0.13 a	A 0.09
เฉลี่ย	0.06 B <sup>3/</sup>	0.08 A	
P-value			
A		*	
B		*	
A x B		**	
C.V. (%)		29.96	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.45 น้ำหนักเมล็ดสับต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	0.10	0.04	C 0.07 <sup>1/</sup>
C1	0.09	0.08	C 0.09
O1	0.16	0.13	A 0.15
O2	0.12	0.12	B 0.12
O3	0.08	0.07	C 0.08
เฉลี่ย	0.11 A <sup>2/</sup>	0.09 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		19.72	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.46 น้ำหนักเมล็ดลิบต่อรวง (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	0.07	0.11	0.09
C1	0.06	0.09	0.07
O1	0.08	0.10	0.09
O2	0.09	0.07	0.08
O3	0.07	0.06	0.07
เฉลี่ย	0.07	0.08	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		27.43	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

#### 4.4.6 น้ำหนัก 100 เมล็ด

สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวแต่ละสายพันธุ์ พบว่า ผลของชุดดินต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด พบเพียงแคในข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ โดยข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ด มากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ แต่อย่างไรก็ตาม จากผลของรูปแบบการให้ปุ๋ยต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดในข้าวแต่ละสายพันธุ์ให้แนวโน้มแตกต่างกัน โดยสำหรับข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี และ ปทุมธานี 1 การให้ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีน้ำหนัก 100 เมล็ดดีที่สุด คือ 2.75 และ 2.45 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Siavoshi *et al.* (2011) ที่พบว่า การให้ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่อัตรา 0.5-1 ตันต่อเฮกแตร์ แต่หากให้ปุ๋ยอินทรีย์ เพิ่มขึ้น กลับพบว่าทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมี ส่วนข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ กลับพบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 และ 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ข้าวมี น้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับสิ่งทดลองอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.98 และ 1.96 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.47-4.49)

ตารางที่ 4.47 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		2.77 a <sup>1/</sup>	2.57 b	AB 2.67 <sup>2/</sup>
C1		2.74 a	2.75 a	A 2.75
O1		2.54 b	2.64 ab	BC 2.59
O2		2.59 b	2.60 b	BC 2.60
O3		2.59 b	2.53 b	C 2.56
เฉลี่ย		2.65	2.62	
P-value				
A			ns	
B			**	
A x B			*	
C.V. (%)			2.86	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย



ตารางที่ 4.48 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.30 d <sup>1/</sup>	2.16 e	C 2.23 <sup>2/</sup>
C1	2.40 abc	2.49 a	A 2.45
O1	2.36 bcd	2.39 bcd	B 2.38
O2	2.39 bcd	2.40 bc	AB 2.40
O3	2.35 cd	2.45 ab	AB 2.40
เฉลี่ย	2.36	2.38	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		2.21	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.49 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวพันธุ์โรซเบอรี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.05 a <sup>1/</sup>	1.91 c	A 1.98 <sup>2/</sup>
C1	1.92 c	1.90 c	B 1.91
O1	1.98 b	1.98 b	A 1.98
O2	1.99 b	1.93 c	A 1.96
O3	1.87 c	1.89 c	B 1.88
เฉลี่ย	1.96 A <sup>3/</sup>	1.92 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		1.45	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.4.7 ปริมาณผลผลิตต่อต้น

จากผลด้านปริมาณผลผลิตต่อต้น พบว่า ทั้งชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ยมีผลต่อปริมาณผลผลิตต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยการปลูกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ในชุดดินรังสิตทำให้ข้าวมีปริมาณผลผลิตต่อต้นมากกว่าข้าวที่ปลูกในชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณผลผลิตแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่พืชได้รับ ซึ่งการปลูกข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ในชุดดินรังสิตและองครักษ์ที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกันได้ และเป็นที่น่าสนใจว่า การปลูกข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ในชุดดินองครักษ์ให้ผลตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมากกว่าชุดดินรังสิต กล่าวคือ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในชุดดินองครักษ์ ให้ปริมาณผลผลิตมากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่สำหรับข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ปริมาณผลผลิตต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ การให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เพิ่มขึ้นถึงอัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ได้ ซึ่งทำให้ปริมาณผลผลิตมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมีและทำให้ได้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุดในชุดดินรังสิตและองครักษ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.22 และ 11.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4.50-4.52) ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ในการผลิตข้าวที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณสูงสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ตั้งแต่ฤดูกาลผลิตแรก โดยเฉพาะการปลูกข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ที่ตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมากกว่าข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ โดยเฉพาะการปลูกในชุดดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำอย่างชุดดินองครักษ์ก็จะทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในราคาต้นทุนที่ต่ำควรได้รับการศึกษาต่อไปเพื่อให้เกษตรกรได้นำไปใช้ในการเพิ่มรายได้ให้มากขึ้น

ตารางที่ 4.50 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		10.23 bc <sup>1/</sup>	4.10 f	C 7.16 <sup>2/</sup>
C1		10.87 cd	6.90 e	C 8.89
O1		7.73 de	7.46 de	C 7.60
O2		14.48 a	11.03 bc	B 12.76
O3		16.29 a	13.01 b	A 14.65
เฉลี่ย		11.92 A <sup>3/</sup>	8.50 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			8.46	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.51 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		12.54 bc <sup>1/</sup>	4.08 f	C 8.31 <sup>2/</sup>
C1		10.45 cd	7.46 e	C 8.96
O1		8.73 de	8.36 de	C 8.55
O2		16.86 a	11.89 bc	B 14.38
O3		18.95 a	13.42 b	A 16.19
เฉลี่ย		13.51 A <sup>3/</sup>	9.04 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			10.92	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.52 ปริมาณผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	7.48	3.07	C 5.28 <sup>1/</sup>
C1	11.76	9.08	B 10.42
O1	4.85	4.34	C 4.60
O2	15.22	11.20	A 13.21
O3	14.07	10.05	AB 12.06
เฉลี่ย	10.68 A <sup>2/</sup>	7.55 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		15.23	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

#### 4.5 คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี

สำหรับผลการทดลองด้านคุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้อง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเท่ากัน พบว่า ในข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี หากพิจารณาจากปริมาณแอมิโลสที่พบว่า การให้ปุ๋ยเคมีทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลสมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีลักษณะทางการบริโภคนที่แข็งและร่วนกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง แต่หากประเมินจากค่าการสลายตัวในต่างและความคงตัวของแป้งสุกที่พบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่าการสลายตัวในต่างสูงกว่าและค่าความคงตัวของแป้งสุกไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีลักษณะทางการบริโภคนที่นิ่มกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อย่างไรก็ตาม สำหรับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่าค่าการประเมินคุณภาพทางเคมีมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลสที่สูงกว่า ค่าการสลายตัวในต่างที่ต่ำกว่า และค่าความคงตัวของแป้งสุกที่ต่ำกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งสามารถประเมินได้ไปในทิศทางเดียวกันว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีลักษณะทางการบริโภคนที่นิ่มกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี ส่วนในการประเมินคุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมีของข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลสที่สูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงคุณภาพทางการบริโภคนที่พบว่า ข้าวได้รับปุ๋ยเคมีมีลักษณะแข็งและร่วนมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ส่วนค่าการสลายตัวในต่างพบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน และค่าความคงตัวของแป้งสุกที่พบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่าความคงตัวของแป้งสุกที่มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความนุ่มมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ดังนั้นจากการทดลองที่ค่อนข้างมีความแปรปรวนต่อการประเมินคุณภาพการบริโภคน จึงอาจจำเป็นต้องพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีอื่นๆ ประกอบด้วยเพื่อให้ผลการประเมินคุณภาพของข้าวมีความชัดเจนยิ่งขึ้น (ตารางที่ 4.53-4.61)

ตารางที่ 4.53 ปริมาณแอมิโลสของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	10.95	11.93	A 11.44 <sup>1/</sup>
C1	10.01	11.95	A 10.98
O1	9.40	10.64	B 10.02
O2	10.28	11.42	A 10.85
O3	10.84	12.21	A 11.53
เฉลี่ย	10.30 B <sup>2/</sup>	11.63 A	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		4.81	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน



ตารางที่ 4.54 ปริมาณแอมิโลสของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	17.80 d <sup>1/</sup>	22.22 a	A 20.01 <sup>2/</sup>
C1	19.27 bc	20.08 b	A 19.68
O1	18.36 cd	18.54 cd	B 18.45
O2	16.22 f	17.42 de	C 16.82
O3	17.59 de	16.54 ef	C 17.07
เฉลี่ย	17.85 B <sup>3/</sup>	18.96 A	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		3.40	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.55 ปริมาณเปอร์เซ็นต์แอมิโลส ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	16.61 c <sup>1/</sup>		B 16.61 <sup>2/</sup>
C1	17.80 bc	19.66 a	A 18.73
O1	18.08 bc	15.17 d	B 16.63
O2	17.91 bc	17.45 bc	AB 17.68
O3	18.75 ab	17.98 bc	A 18.36
เฉลี่ย	17.83	17.57	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		4.49	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.56 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	4.00	3.00	3.50
C1	5.56	5.56	5.56
O1	4.44	2.67	3.56
O2	3.67	3.11	3.39
O3	4.44	2.33	3.39
เฉลี่ย	4.42	3.33	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		43.11	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.57 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	4.44	3.22	3.83
C1	3.78	4.44	4.11
O1	4.67	5.44	5.06
O2	3.78	4.67	4.22
O3	4.56	2.00	3.28
เฉลี่ย	4.2	3.96	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		45.72	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.58 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	5.22	5.44	5.33
C1	5.44	6.22	5.83
O1	5.56	6.22	5.89
O2	5.22	5.44	5.33
O3	5.44	6.22	5.83
เฉลี่ย	5.38 B <sup>1/</sup>	5.91 A	
P-value			
A		*	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		10.45	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.59 ความคงตัวของแป้งสูกของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	0.78	3.01	A 1.90 <sup>1/</sup>
C1	1.83	2.32	A 2.07
O1	2.09	1.97	A 2.03
O2	0.83	0.88	B 0.86
O3	0.92	1.50	AB 1.21
เฉลี่ย	1.29 B <sup>2/</sup>	1.94 A	
P-value			
A		*	
B		*	
A x B		ns	
C.V. (%)		24.42	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.60 ความคงตัวของแป้งสูกของข้าวพันธุ์ทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	1.14	2.55	1.85
C1	2.37	1.16	1.77
O1	0.72	2.97	1.84
O2	0.73	3.92	2.33
O3	1.48	2.54	2.01
เฉลี่ย	1.29 B <sup>1/</sup>	2.63 A	
P-value			
A		**	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		21.45	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.61 ความคงตัวของแป้งสูกของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.84	-	B 2.84 <sup>1/</sup>
C1	4.79	4.60	A 4.70
O1	2.86	3.34	B 3.10
O2	3.12	1.84	B 2.48
O3	3.45	2.74	B 3.09
เฉลี่ย	3.41	3.13	
P-value			
A		ns	
B		*	
A x B		ns	
C.V. (%)		23.78	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย



#### 4.6 คุณภาพการหุงต้ม

ปัจจัยด้านชนิดดินและการให้ปุ๋ยต่อระยะเวลาในการหุงต้มในข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยพบว่าข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 81.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีระยะเวลาในการหุงต้มน้อยที่สุด คือ 20 นาที ส่วนข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ข้าวที่ไม่ให้ปุ๋ยชนิดใดกลับมีระยะเวลาในการหุงต้มน้อยที่สุด คือ 23 นาที ซึ่งหากพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างชนิดดินพบว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ทำให้ข้าวมีระยะเวลาหุงต้มที่สั้นกว่า ในขณะที่ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ กลับมีระยะเวลาในการหุงต้มที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิต (ตารางที่ 4.62-4.64) สำหรับผลในด้านการยืดตัวของเมล็ดข้าว การอุ้มน้ำของข้าวสุกและการขยายปริมาณของข้าวสุก พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน พบว่า ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ให้ค่าดังกล่าวมีแนวโน้มเทียบเท่าหรือมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีคุณภาพการหุงต้มที่เทียบเท่าหรือสูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ทำให้ข้าวมีค่าการอุ้มน้ำของข้าวสุกที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ไม่ได้ทำให้คุณภาพการหุงต้มมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามระดับไนโตรเจน (ตารางที่ 4.65-4.73)

ตารางที่ 4.62 ระยะเวลาการหุงต้ม (นาทื) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		28.00 c <sup>1/</sup>	28.33 c	B 28.17 <sup>2/</sup>
C1		28.33 c	32.00 a	A 30.17
O1		29.00 c	31.00 ab	A 30.00
O2		29.00 c	30.33 b	A 29.67
O3		21.33 d	18.67 e	C 20.00
เฉลี่ย		27.13 B <sup>3/</sup>	28.07 A	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			2.48	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.63 ระยะเวลาการหุงต้ม (นาทื) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		25.00 de <sup>1/</sup>	31.00 a	B 28.00 <sup>2/</sup>
C1		26.67 c	26.00 cd	C 26.33
O1		24.33 e	30.33 a	B 27.33
O2		30.67 a	28.00 b	A 29.33
O3		18.67 g	21.33 f	D 20.00
เฉลี่ย		25.07 B <sup>3/</sup>	27.33 A	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			2.96	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.64 ระยะเวลาการหุงต้ม (นาทื) ของข้าวพันธุ์โรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย	
	การให้ปุ๋ย (B)	รังสิต		องครักษ์
Control		22.00 c <sup>1/</sup>	24.00 b	B 23.00 <sup>2/</sup>
C1		26.00 a	24.00 b	A 25.00
O1		25.33 a	24.00 b	A 24.67
O2		25.67 a	24.00 b	A 24.83
O3		25.50 a	25.00 ab	A 25.25
เฉลี่ย		24.90 A <sup>3/</sup>	24.20 B	
P-value				
A			**	
B			**	
A x B			**	
C.V. (%)			2.2	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.65 การยืดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	13.82	9.08	C 11.45 <sup>1/</sup>
C1	23.94	25.64	A 24.79
O1	19.50	13.49	B 16.50
O2	24.73	16.27	AB 20.50
O3	20.69	20.81	AB 20.75
เฉลี่ย	20.54 A <sup>2/</sup>	17.06 B	
P-value			
A		*	
B		**	
A x B		ns	
C.V. (%)		20.59	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.66 การยึดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	11.44 abc <sup>1/</sup>	16.55 a	14.00
C1	9.11 c	9.36 c	9.23
O1	11.11 bc	10.90 bc	11.01
O2	12.30 abc	8.25 c	10.27
O3	7.24 c	15.01 ab	11.13
เฉลี่ย	10.24	12.01	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		*	
C.V. (%)		25.25	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.67 การยึดตัวของเมล็ดข้าว (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์โรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	6.62 b <sup>1/</sup>	13.22 a	9.92
C1	9.58 ab	9.51 ab	9.55
O1	11.60 ab	8.77 ab	10.19
O2	11.65 ab	9.47 ab	10.56
O3	9.95 ab	12.06 a	11.00
เฉลี่ย	9.88	10.61	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		*	
C.V. (%)		25.54	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.68 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.56	2.45	2.51
C1	2.24	2.46	2.35
O1	2.27	2.54	2.41
O2	2.30	2.50	2.40
O3	2.56	2.43	2.50
เฉลี่ย	2.39	2.48	
P-value			
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		8.72	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ตารางที่ 4.69 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.45 e <sup>1/</sup>	2.92 a	A 2.69 <sup>2/</sup>
C1	2.45 e	2.41 e	D 2.43
O1	2.43 e	2.81 b	B 2.62
O2	2.67 c	2.37 e	C 2.52
O3	2.56 d	2.54 d	C 2.55
เฉลี่ย	2.51 B <sup>3/</sup>	2.61 A	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		1.83	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.70 การอุ้มน้ำของข้าวสุก (กรัม) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.80 bc <sup>1/</sup>	2.31 f	C 2.56 <sup>2/</sup>
C1	2.88 b	2.83 bc	A 2.86
O1	2.60 d	3.05 a	AB 2.83
O2	2.74 c	2.83 b	B 2.79
O3	2.74 c	2.42 e	C 2.58
เฉลี่ย	2.75 A <sup>3/</sup>	2.69 B	
P-value			
A		**	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		1.83	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>3/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

ตารางที่ 4.71 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.37 b <sup>1/</sup>	2.26 b	B 2.32 <sup>2/</sup>
C1	2.31 b	2.41 b	AB 2.36
O1	2.16 b	2.37 b	B 2.27
O2	2.22 b	2.41 b	B 2.31
O3	2.63 a	2.37 b	A 2.50
เฉลี่ย	2.34	2.36	
P-value			
A		ns	
B		*	
A x B		*	
C.V. (%)		5.22	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.72 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.33 bc <sup>1/</sup>	2.22 c	B 2.28 <sup>2/</sup>
C1	2.35 bc	2.30 bc	B 2.32
O1	2.30 bc	2.37 b	B 2.33
O2	2.37 b	2.30 bc	B 2.33
O3	2.37 b	2.59 a	A 2.48
เฉลี่ย	2.34	2.36	
P-value			
A		ns	
B		**	
A x B		**	
C.V. (%)		2.96	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ในชุดดินและรูปแบบการให้ปุ๋ย

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่นำด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ย

ตารางที่ 4.73 การขยายปริมาตรของข้าวสุก (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ในชุดดินและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชุดดิน (A)		เฉลี่ย
	รังสิต	องครักษ์	
การให้ปุ๋ย (B)			
Control	2.43	2.25	2.34
C1	2.51	2.28	2.39
O1	2.49	2.33	2.41
O2	2.41	2.33	2.37
O3	2.44	2.22	2.33
เฉลี่ย	2.46 A <sup>1/</sup>	2.28 B	
P-value			
A		**	
B		ns	
A x B		ns	
C.V. (%)		4.66	

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดดิน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี ปทุมธานี 1 และข้าวไรซ์เบอร์รี่ในชุดดินที่แตกต่างกัน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. ผลของความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังปลูกมีแนวโน้มเป็นไปตามลักษณะของดินก่อนปลูก กล่าวคือ ชุดดินรังสิตมีค่า pH ค่า EC ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่ามากกว่าชุดดินองครักษ์ นอกจากนี้พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 21.84 เป็น 87.40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2. การเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิตมีความสูง ความยาวและความกว้างใบและจำนวนต้นต่อกอมีค่ามากกว่าชุดดินองครักษ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ให้ผลตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ปลูกในชุดดินองครักษ์มากกว่าชุดดินรังสิต โดยเฉพาะข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ที่พบว่าให้ผลตอบสนองดีกว่าข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

3. ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่ต้นข้าวได้รับเพิ่มขึ้น

4. การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดตึมีค่ามากขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีค่าน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

5. ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 87.40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีระยะเวลาการหุงต้มที่น้อยที่สุด และมีการขยายปริมาณของข้าวสุกมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ไม่ได้ทำให้คุณภาพการหุงต้มแตกต่างกัน แต่พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 3 ระดับไนโตรเจนทำให้ปริมาณแอมิโลสมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าการให้ปุ๋ยเคมี ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่มมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านความคงตัวของแป้งสุกและการสลายตัวในต่างของข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ดังนั้นการ

ประเมินคุณภาพการหุงต้มของข้าวจำเป็นต้องพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีอื่นๆ ประกอบด้วย

6. จากผลด้านปริมาณผลผลิตต่อต้น สามารถสรุปได้ว่า การปลูกข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีและปทุมธานี 1 ในชุดดินรังสิตและองครักษ์ที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกันได้ แต่สำหรับข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่อัตรา 43.68 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.84 กิโลกรัม N ต่อไร่ ได้ และทำให้ได้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุดในชุดดินรังสิตและองครักษ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.22 และ 11.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

**5.2.1 การดูแลรักษาต้นข้าวในระหว่างการปลูก** ควรตรวจดูแลต้นข้าวอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการทดลอง เพราะในทุกช่วงของการเจริญเติบโตของต้นข้าวอาจมีศัตรูและโรคข้าวที่สำคัญเข้าทำลาย เพื่อการป้องกันและกำจัดที่เหมาะสม

**5.2.2 การทดสอบคุณภาพผลผลิต** การทดสอบหาระยะเวลาในการหุงต้ม (Cooking time) ตามวิธีของ Mohapatra และ Bal (2006) และการทดสอบการสลายเมล็ดข้าวในต่าง (Alkali spreading value) ตามวิธีของ อรอนงค์ (2556) ในการประเมินตรวจสอบเมล็ดข้าว ควรเป็นผู้ประเมินคนเดิม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการประเมิน

## รายการอ้างอิง

### หนังสือและบทความในหนังสือ

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 187 หน้า.
- กัญญา เชื้อพันธ์. 2547. คุณภาพข้าวทางกายภาพ. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. หนังสือเผยแพร่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ หน้า 31-40.
- งามชื่น คงเสรี. 2547. คุณภาพข้าวสวย. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. หนังสือเผยแพร่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ หน้า 41-62.
- จงรักษ์ จันท์เจริญสุข. 2541. ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้. ใน ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 487-497.
- ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2542. ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพ. เพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีธรรมชาติ. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าว และเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 184 หน้า.
- ภาควิชาพืชไร่. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 220 หน้า.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 344 หน้า.
- ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2552. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 519 หน้า.
- พินิจ จันทร. 2555. ร้อยพันธุ์ข้าวไทย อาหารสู่ครัวโลก. สำนักพิมพ์ปัญญาชน, กรุงเทพฯ. หน้า 143.
- ภาคภูมิ พระประเสริฐ. 2550. สรีรวิทยาของพืช. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 174 หน้า.
- ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว. 2549. การจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าวจังหวัดนครนายก. มิสเตอร์ก๊อปปี้ (ประเทศไทย) จำกัด, กรุงเทพฯ. 80 หน้า.
- สมชาย ชดตะการ. 2548. ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ก.พล (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ. 343 หน้า.



- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง ข้าว (มกษ. 4004-2555). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 39 หน้า.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 366 หน้า.
- IRRI. 1996. Standard evaluation system of rice. 4th ed. International Rice Research Institute, P.O. 933, Manila, Philippines.
- Juliano, B.O. 1985. Rice: Chemistry and technology. 2nd ed. The American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota.
- Thomson, L.M., and F.R. Trich. 1975. Soil and soil fertility 3rd TNH Publishing. New Delhi.
- USDA. 1982. Rice Inspection Hand Book. FGIS, U.S Department of Agriculture, Washington, DC.

#### บทความวารสาร

- คำนิง แสงขำ หลงภูมิ ภัทรติลก และอัจฉรา จิตตลดากร. 2555. ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิราช ครั้งที่ 2. วันที่ 4-5 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิราช, กรุงเทพฯ. หน้า 1-11.
- คำริ ถาวรมาศ และองอาจ ชังธาดา. 2520. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลสัตว์ต่อข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดปากช่อง. รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ เล่ม 1. กองพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 125-128.
- นงคราญ มณีวรรณ และชูจิตต์ สงวนทรัพย์ากร. 2549. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการจัดการดินเปรี้ยวจัด เพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. วันที่ 30 ม.ค.-2 ก.พ. 2549. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 628-635.
- อรพิน เกิดชูชื่น และผองพรรณ พุทธารโ. 2545. อิทธิพลของปุ๋ยยูเรียและแอมโมเนียมซัลเฟตต่อ Growth rate, leaf area index และ net assimilation rate ของข้าวเจ้าหอมพันธุ์

- ปทุมธานี 1. ใน วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2554. หน้า 233-244.
- Agamy, R.A., G.F. Mohamed, and M.M. Rady. 2012. Influence of the application of fertilizer type on growth, yield, anatomical structure and some chemical components of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in newly reclaimed soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6(3): 561-570.
- Ahmed, N., M. Eunus, M.A. Latif, Z.U. Ahmed and M. Rahman. 1998. Effect of nitrogen on yield, yield components and contribution from the pre-anthesis assimilates to grain yield of three photosensitive rice (*Oryza Sativa* L.) cultivars. J. Natn. Sci. Coun. Sri Lanka 26(1): 34-45.
- Chang, E.H., R.S. Chung and Y.H. Tsai. 2007. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. Soil Science and Plant Nutrition 53: 132-140
- Dong W, X. Zhang, H. Wang, X. Dai, X. Sun, W. Qiu. 2012. Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of Southern China. PLoS ONE 7(9): e44504. doi:10.1371/journal.pone.0044504.
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16: 334-340.
- Mackinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. Journal of Biological Chemistry 140: 315-322.
- Maqsood, M., A. Asif, A. Zubair., S. Muhammad and A. Shamim. 2002. Effect of irrigation and nitrogen levels on grain yield and quality of wheat (*Triticum aestivum*). International journal of agriculture and biology 4(1): 164-165.
- Mohapatra, D. and S. Bal. 2006. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. Journal of Food Engineering 73: 253-259.
- Myint, A.K., T. Yamakawa., Y. Kajihara and T. Zenmyo. 2010. Application of different organic and mineral fertilizers on the growth, yield and nutrient accumulation of rice in a Japanese ordinary paddy field. Science World Journal 5(2): 47-54.

- Neelima T.L. and V.B.B. Murthy. 2009. Growth and yield attributes of rice as influenced by N fertilizer and differential incorporation of Summhemp Green Manure. *Journal of rice research* 2(1): 45-50.
- Saha, S., A.K. Pandey, K.A. Gopinath, R. Bhattacharaya, S. Kundu and H.S. Gupta. 2006. Nutritional quality of organic rice grown on organic composts. *Agron. Sustain. Dev.* 27: 223-229.
- Savic, S. 2012. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *Int. J. Environ. Sci. Develop.* 3: 77-78.
- Scanes, C.G., G. Brant and M.E. Ensminger. 2004. *Poultry Science* 4th edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey: 105-106.
- Siavoshi, M., N. Alireza and L.L. Shankar. 2011. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of agricultural science* 3(3): 217-224.
- Sims J.T. and D.C. Wolf. 1994. Poultry waste management: Agricultural and environmental issues. *Advances in Agronomy* 52: 1-83.
- Verma, D. K., M. Mohan, P.K. Prabhakar and P.P. Srivastav. 2015. Physico-chemical and cooking characteristics of Azad basmati. *International Food Research Journal* 22(4): 1380-1389

### วิทยานิพนธ์

- ฉัตรสุดา สุยะลา. 2553. การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตข้าวเม่า 4 สายพันธุ์ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. 160 หน้า.
- ชุตติมณฑน์ ชูพุดซา. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea*) ในระบบเกษตรอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, เทคโนโลยีการผลิตพืช, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 73 หน้า.

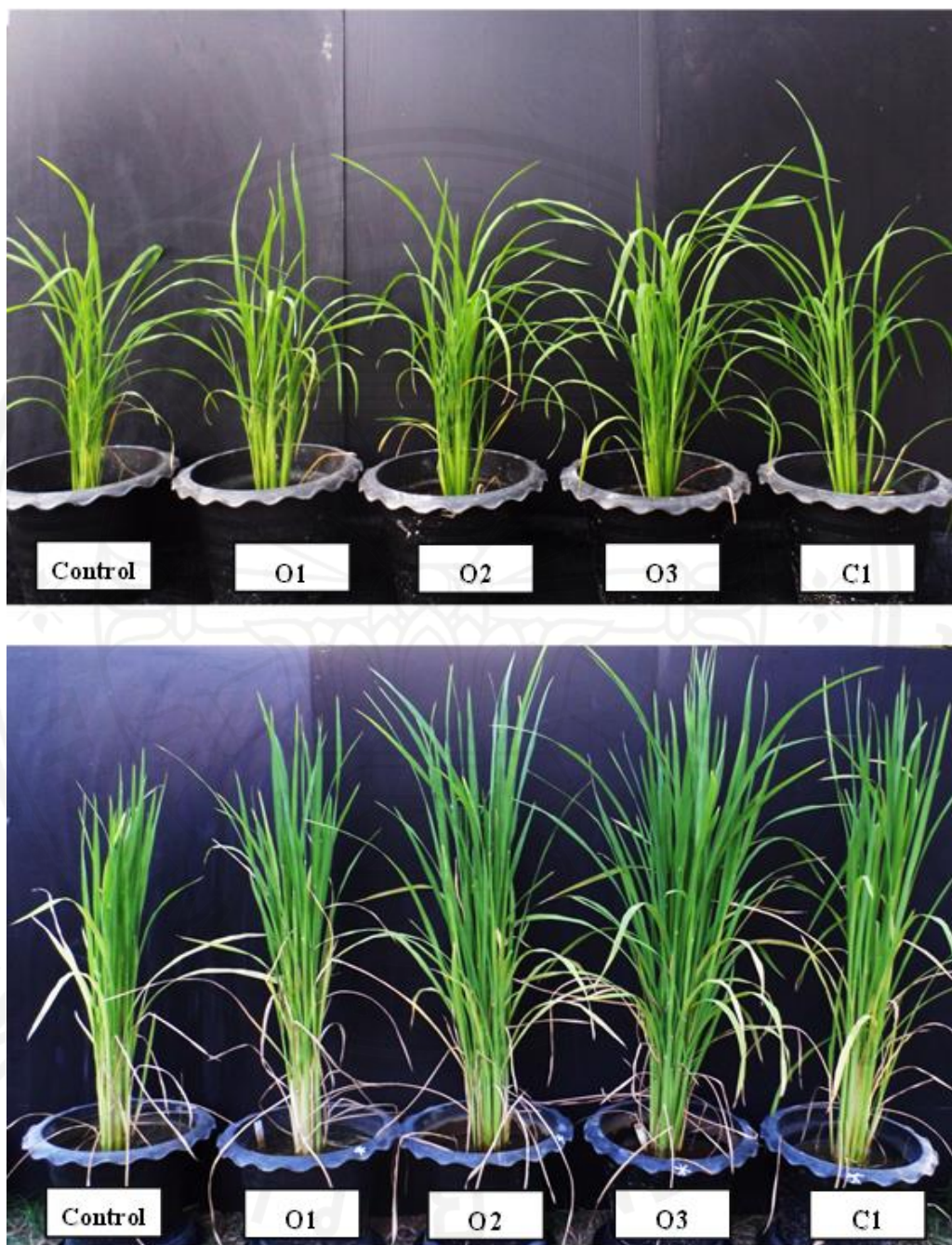
### สื่ออิเล็กทรอนิกส์

- พนิดา ปรีเปรมโมทย์ พิกุล เกตุชาญวิทย์ และ จันจิรา แสงสีเหลือง. 2556. ศึกษาประสิทธิภาพและอัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตของข้าว (ไม่ไวแสง). เอกสารเผยแพร่กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. แหล่งที่มา: [http://osb.ldd.go.th/web/home/tsd\\_view\\_media.php?media\\_id=37&cat\\_id=4&tsdmod\\_file=tsdmod\\_mediadetail&tsdmod\\_list=tsdmod\\_medialist](http://osb.ldd.go.th/web/home/tsd_view_media.php?media_id=37&cat_id=4&tsdmod_file=tsdmod_mediadetail&tsdmod_list=tsdmod_medialist) [15 มกราคม 2558].
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2557. ข้าวไรซ์เบอร์รี่. แหล่งที่มา: <http://dna.kps.ku.ac.th/index.php/articles-rice-rsc-rgdu-knowledge/-ricebery> [5 กุมภาพันธ์ 2558].
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. การผลิตและการตลาดข้าวปทุมธานี 1 แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=559&filename=index](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=559&filename=index). [5 กุมภาพันธ์ 2558].
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. สถิติการส่งออก (Export) ข้าว: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน ปี พ.ศ. 2557. แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/oae\\_report/export\\_import/export\\_result\\_printout.php?value=521x2557x2557](http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result_printout.php?value=521x2557x2557) [13 มีนาคม 2558].
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2553. การพัฒนาการผลิตข้าวในพื้นที่ดินเปรี้ยว. แหล่งที่มา: [http://www.brrd.in.th/library/index.php?option=com\\_content&view=article&id=164:rice-production-development-in-acid-sulfate-soil&catid=29:2010-07-13-07-01-51&Itemid=37](http://www.brrd.in.th/library/index.php?option=com_content&view=article&id=164:rice-production-development-in-acid-sulfate-soil&catid=29:2010-07-13-07-01-51&Itemid=37) [26 มีนาคม 2558].
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2557. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งที่มา: <http://brrd.in.th/rkb/management/index.php.htm>. [5 กุมภาพันธ์ 2558].

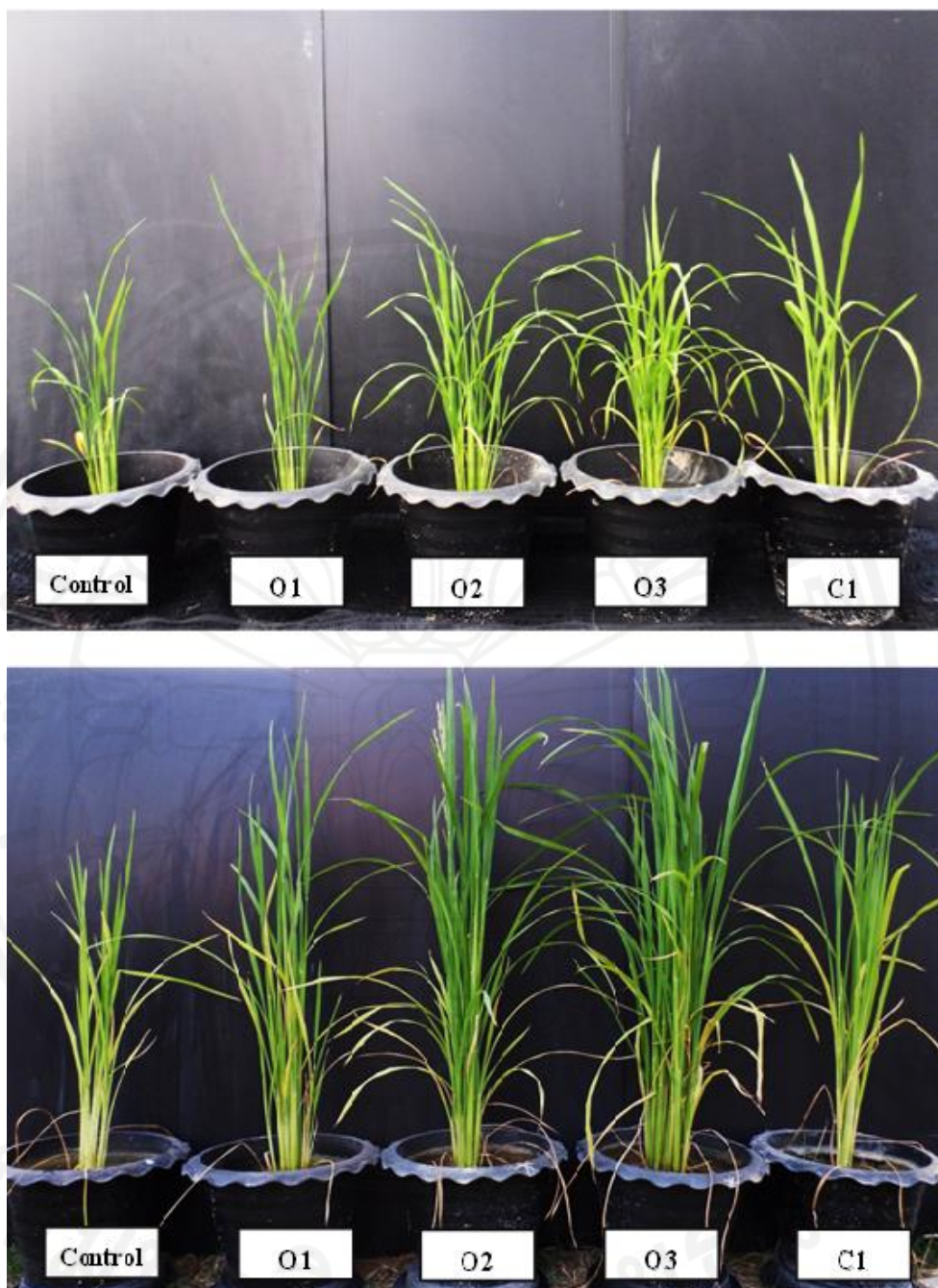
ภาคผนวก



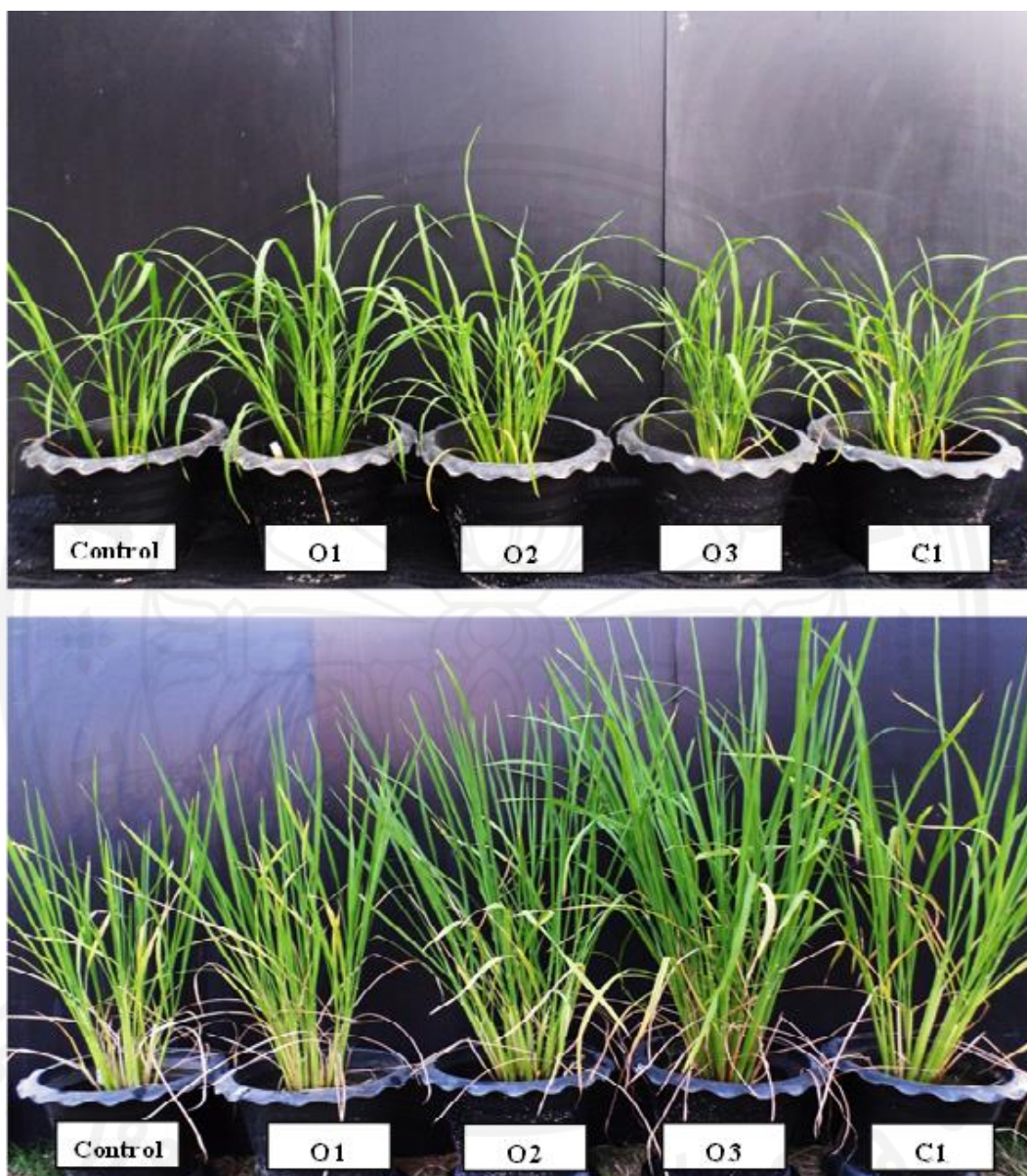
ภาคผนวก ก รูปภาพการเจริญเติบโตของข้าว



ภาพที่ ก-1 ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่ต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)

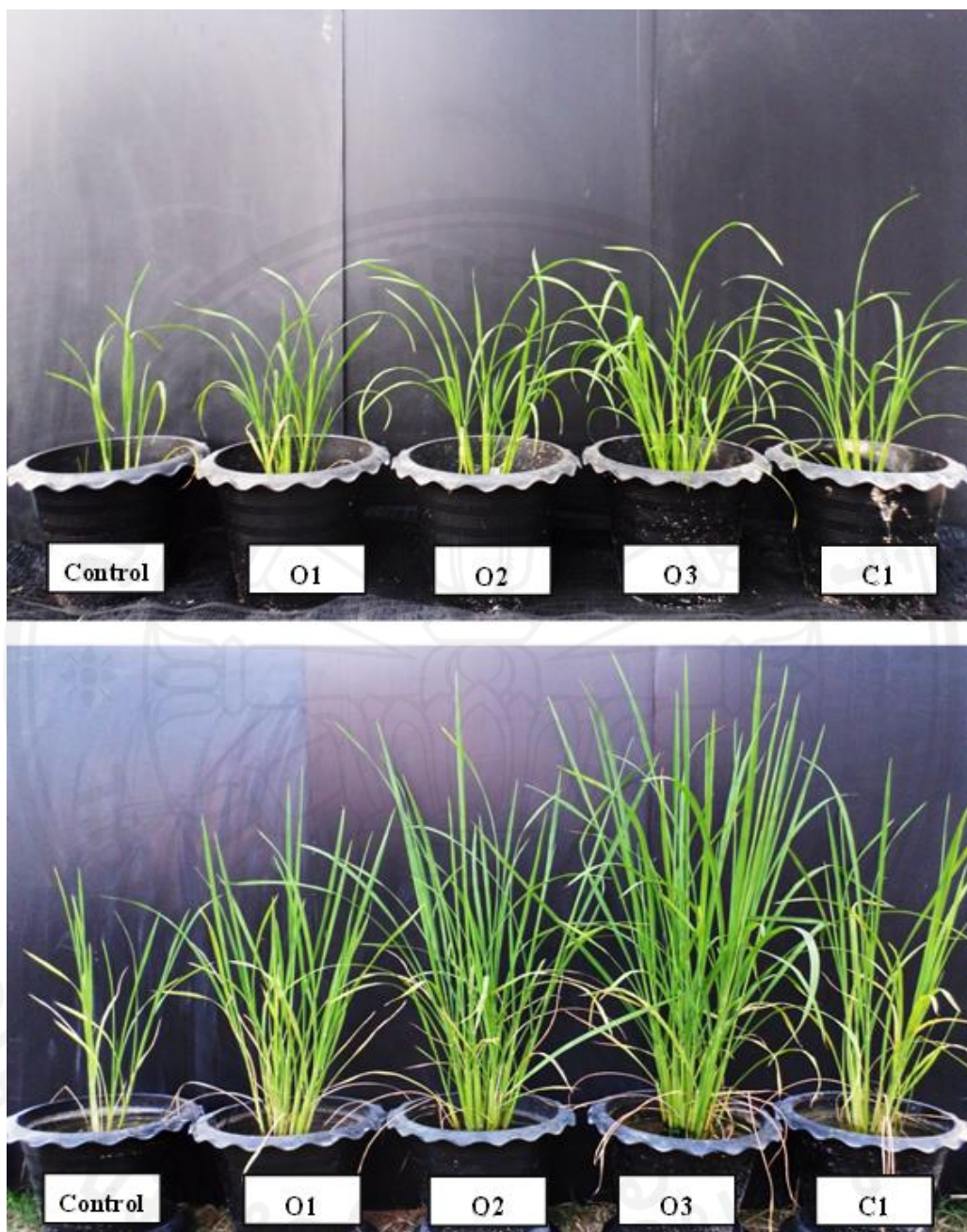


ภาพที่ ก-2 ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่ต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)

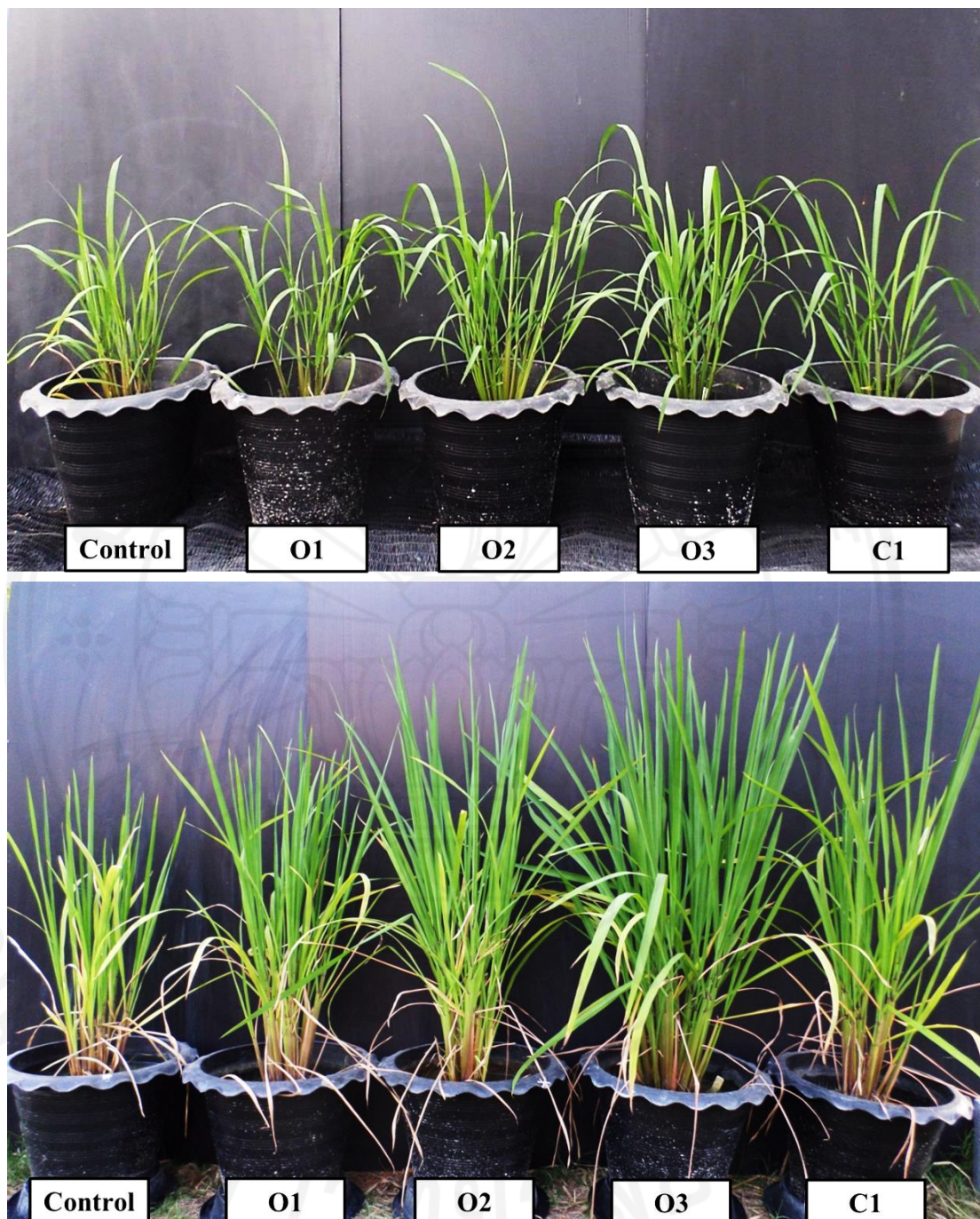


ภาพที่ ก-3 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)

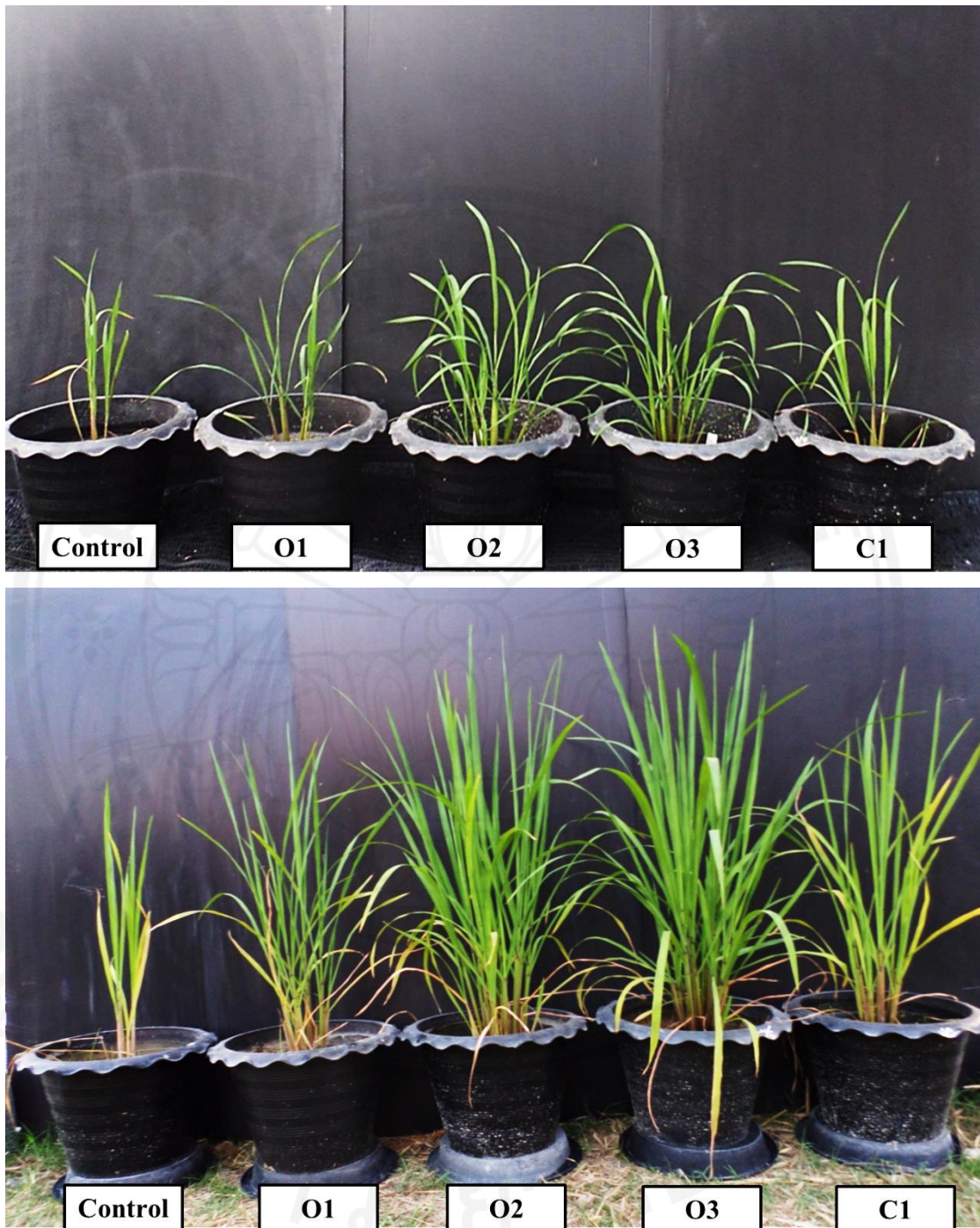




ภาพที่ ก-4 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)



ภาพที่ ก-5 ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินรังสิตที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)



ภาพที่ ก-6 ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ที่ระยะต้นกล้า (30 วันหลังย้ายปลูก) และระยะแตกกอ (60 วันหลังย้ายปลูก)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว นฤมล สุขเกษม
วันเดือนปีเกิด	11 พฤษภาคม 2530
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยดำเนินกิจกรรมฝ่ายค่ายวิทยาศาสตร์ สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2555: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชนบท) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	Naruemon Sukkasame , Ornprapa Aungoolprasert , Phakpen Poomipan and Voraphat Luckanatinvong. (2015). Efficacy of High Quality Organic-Fertilizer on Growth and Yield of Purple Riceberry in Different Soil Series. The 4 <sup>th</sup> International Symposium on Engineering, Energy and Environments. Thammasat University, Pattaya Campus, Thailand. 8-10 November 2015. pp. 24.
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2556 : เจ้าหน้าที่ช่วยปฏิบัติงานโครงการสร้างพลัง เยาวชนไทยร่วมใจพัฒนาชาติ