# การพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ

# RICE CULTIVATION DEVELOPING WITH RMUTT FUNGAL PELLETS AND ORGANIC SOIL AMENDMENT

**เจษฎา คตสำโรง**

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร**
**ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์**
**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**
**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**
**ปีการศึกษา 2556**

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**

# การพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี ร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ

เจษฎา คตสำโรง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ<br>Rice Cultivation Developing with RMUTT Fungal Pellets and Organic Soil Amendment |
| **ชื่อ - นามสกุล** | นายเจษฎา คตสำโรง |
| **สาขาวิชา** | ชีววิทยาประยุกต์ |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด. |
| **ปีการศึกษา** | 2556 |

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์คลนภา แก้วภา, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด.)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สันติ สุขสอาด, วท.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สราวุธ สังข์แก้ว, Ph.D.)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริแข พงษ์สวัสดิ์, วท.ด.)
วันที่ 6 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ |
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายเจษฎา คตสำโรง |
| **สาขาวิชา** | ชีววิทยาประยุกต์ |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด |
| **ปีการศึกษา** | 2556 |

# บทคัดย่อ


งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและพัฒนาการปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือโดยแบ่งชุดการทดลอง ออกเป็น 6 ชุดการทดลอง โดยแต่ละชุดการทดลองมีการใส่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปลูกข้าวแตกต่างกันได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ผลิตภัณฑ์) ชุดการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ชุดการทดลองที่ 3 ใส่สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือชุดการทดลองที่ 4 ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี ชุดการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยยูเรีย และชุดการทดลองที่ 6 ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือหลังปลูก 110 วัน ศึกษาความสูงของลำต้น ความยาวราก การแตกกอ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิต

ผลการศึกษาประสิทธิภาพและพัฒนาการปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบว่าปริมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยชุดการทดลองที่ 6 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,515.2 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 5, 3, 4, 2 และ 1 ให้ผลผลิตมีค่าเท่ากับ 1,298.4, 1,076, 1,020, 948.8 และ560.4กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความสูงของลำต้น ความยาวราก การแตกกอ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของต้นข้าว ชุดการทดลองที่ 6 มีค่าสูงที่สุด โดยผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางค่าเฉลี่ยของทุกชุดการทดลองกับชุดการทดลองที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการพัฒนาการปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวให้เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งสามารถเป็นประโยชน์กับการปลูกข้าวของเกษตรกรในอนาคต



**คำสำคัญ:** ข้าว หัวเชื้อราอัดเม็ด สารปรับปรุงดินชีวภาพ เกษตรอินทรีย์

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Rice Cultivation Developing with RMUTT Fungal Pellets and Organic Soil Amendment |
| **Name – surname** | Mr. Jasadar Kotsomrong |
| **Program** | Applied Biology |
| **Thesis Advisor** | Assistant Professor Sukhan Rattanaloeadnusorn, Ph.D. |
| **Academic Year** | 2013 |

# ABSTRACT

The objectives of this research are to study the efficiency and to improve the productivity of Pathumthani 80 seeded rice with RMUTT fungal pellets and organic soil amendment – Kie-dad salt. Experiments were carried out with 6 treatments, each of which used different rice growing products: in treatment 1, control treatment, no product was used; in treatment 2 organic fertilizer was added; in treatment 3, organic soil amendment – Kie-dad salt was added; in treatment 4, RMUTT fungal pellets were added; in treatment 5, urea fertilizers were added, and in treatment 6, RMUTT fungal pellets and organic soil amendment – Kie-dad salt were added. After 110-day growing, the rice produce was studied in terms of height, root length, growing, fresh weight, dry weight and productivity.

It was found that treatment 6 in applying RMUTT fungal pellets and organic soil amendment – Kie-dad salt resulted in the highest yield of 1515.2 kg/rai whereas the yields of treatments 5, 3, 4, 2, and 1 were 1,298.4; 1,076; 1,020; 9,488; and 560.4 kg/rai, respectively. It was also found that the height, root length, growing, the fresh weight and the dry weight of rice from treatment 6 were the best. Concerning the comparison of the averages of all treatments and treatment 1, it was found that the differences were statistically significant at the 0.05 level.

From the study, it can be concluded that seeded rice growing with RMUTT fungal pellets and organic soil amendment – Kie-dad salt, helps increase higher rice productivity than growing with chemical fertilizers. This would be of great benefits for rice farmers in the future.

**Keywords**: rice, fungal pellets, soil amendment, biological organic mode

# กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบรูณ์ได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำการศึกษาวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ดลนภา แก้วภา ประธานกรรมการสอบ คณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ดร.สันติ สุขสอาด และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สราวุธ สังข์แก้ว ที่ให้ความกรุณาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัยรวมทั้งเสียสละเวลาในการการเป็นกรรมการสอบครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ และมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง เพื่อนที่แสนดี และคณะครู-อาจารย์ ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ และเพื่อนๆ ชีววิทยาประยุกต์ทุกคนที่เป็นกำลังใจ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจหากการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบรูณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เจษฎา คตสำโรง

# สารบัญตาราง

หน้า


ตารางที่ 3.1 ทรีตเมนต์การทดลอง..... 47
ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณการใส่ปุ๋ยที่ข้าว อายุ 21 วัน และ 70 วัน..... 56
ตารางที่ 4.1 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงก่อนการทดลอง..... 61
ตารางที่ 4.2 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงควบคุม..... 62
ตารางที่ 4.3 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)..... 63
ตารางที่ 4.4 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 64
ตารางที่ 4.5 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี..... 65
ตารางที่ 4.6 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยยูเรีย..... 66
ตารางที่ 4.7 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี ร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 67
ตารางที่ 4.8 ปริมาณธาตุหลักของดินก่อนการแปลงทดลองและหลังการทดลอง..... 68
ตารางที่ 4.9 มาตรฐานปริมาณธาตุหลักของดินสำหรับการเกษตร..... 68
ตารางที่ 4.10 ค่าความเป็น กรด-ด่างของดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง..... 69
ตารางที่ 4.11 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความเป็น กรด-ด่างของหัวเชื้อราอัดเม็ด และสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 70
ตารางที่ 4.11 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความเป็น กรด-ด่างของหัวเชื้อราอัดเม็ด และสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ(ต่อ)..... 71
ตารางที่ 4.12 ประสิทธิภาพของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีที่มีผลต่อการงอกและ อัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 72
ตารางที่ 4.13 ความยาวของรากต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน..... 73
ตารางที่ 4.14 ความสูงของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน..... 75
ตารางที่ 4.15 ความกว้างของใบข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน..... 76
ตารางที่ 4.16 การแตกกอของต้นข้าว..... 77
ตารางที่ 4.17 น้ำหนักสดของต้นข้าว..... 78
ตารางที่ 4.18 น้ำหนักแห้งต้นข้าว..... 79
ตารางที่ 4.19 น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวง..... 79

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.20 ผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 80
ตารางที่ 4.21 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80
แต่ละกลุ่มการทดลอง..... 81
ตารางที่ 4.21 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80
แต่ละกลุ่มการทดลอง (ต่อ)..... 82
ตารางที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและกำไรแต่ละแปลงทดลองเปรียบเทียบ
กับแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ (%)..... 82
ตารางผนวกที่ 1 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 14 วันสุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 96
ตารางผนวกที่ 2 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 96
ตารางผนวกที่ 3 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุดต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 97
ตารางผนวกที่ 4 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 97
ตารางผนวกที่ 5 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 98
ตารางผนวกที่ 6 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 98
ตารางผนวกที่ 7 ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 99
ตารางผนวกที่ 8 ความสูงของต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 99
ตารางผนวกที่ 9 ความสูงของต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 100

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวกที่10 ความสูงของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 100
ตารางผนวกที่ 11 ความสูงของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุดต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 101
ตารางผนวกที่ 12 ความสูงของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 101
ตารางผนวกที่ 13 ความสูงของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 102
ตารางผนวกที่ 14 ความสูงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 102
ตารางผนวกที่ 15 ความกว้างของใบข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 103
ตารางผนวกที่ 16 ความกว้างของใบข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 103
ตารางผนวกที่ 17 ความกว้างของใบข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 104
ตารางผนวกที่ 18 ความกว้างของใบข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 104
ตารางผนวกที่ 19 ความกว้างของใบข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 105
ตารางผนวกที่ 20 ความกว้างของใบข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 105
ตารางผนวกที่ 21 ความกว้างของใบข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 106
ตารางผนวกที่ 22 การแตกกอของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 106

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวกที่ 23 การแตกกอของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 107
ตารางผนวกที่ 24 การแตกกอของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 107
ตารางผนวกที่ 25 การแตกกอของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 108
ตารางผนวกที่ 26 การแตกกอของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 108
ตารางผนวกที่ 27 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 109
ตารางผนวกที่ 28 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 109
ตารางผนวกที่ 29 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 110
ตารางผนวกที่ 30 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 110
ตารางผนวกที่ 31 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 111
ตารางผนวกที่ 32 น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 111
ตารางผนวกที่ 33 น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 112
ตารางผนวกที่ 34 น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 112

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวกที่ 35 น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 113
ตารางผนวกที่ 36 น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 113
ตารางผนวกที่ 37 น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 114
ตารางผนวกที่ 38 จำนวนรวงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 114
ตารางผนวกที่ 39 น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลอง มีการทดลอง 3 ซ้ำ (กรัม)..... 115
ตารางผนวกที่ 40 น้ำหนักของเมล็ดข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 1 x 1 ตารางเมตร 1 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ..... 115
ตารางผนวกที่ 41 ปริมาณน้ำหนักของเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด..... 116
ตารางผนวกที่ 42 ปริมาณน้ำหนักของเมล็ดข้าวอายุ 110 วัน ต่อแปลงทดลอง..... 116

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 การพัฒนาและการเพิ่มผลผลิตการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี ร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี..... 17
รูปที่ 3.1 การเตรียมแปลงทดลอง..... 48
รูปที่ 3.2 การแยกเชื้อราจากดินด้วย Soil Plate Method..... 49
รูปที่ 3.3 การแยกเชื้อราจากดินด้วย Dilution Plate Method..... 50
รูปที่ 3.4 การเก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์ด้วยพาราฟินเหลว..... 50
รูปที่ 3.5 การวัดค่า pH ของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 51
รูปที่ 3.6 การวัดค่า pH ของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 52
รูปที่ 3.7 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 53
รูปที่ 3.8 สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกและการรอดเทียบกับชุดควบคุม..... 54
รูปที่ 3.9 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 55
รูปที่ 3.10 วิธีการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 57
รูปที่ 3.11 สูตรเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและผลกำไรเปรียบเทียบกับชุดควบคุม..... 59
รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การงอกอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 72
รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบกระจุกของรากต้นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน..... 74
รูปที่ 4.3 ความสูงของต้นข้าวสายพันธุ์ ปทุมธานี 80 ที่อายุ 110 วัน..... 75
รูปผนวกที่ 1 เมล็ดข้าวฟ่างต้มสุก..... 118
รูปผนวกที่ 2 จานเพาะเชื้อ..... 118
รูปผนวกที่ 3 เชื้อราที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่างต้มสุก..... 118
รูปผนวกที่ 4 ก้อนหัวเชื้อราสดสำหรับนำไปใช้ในการผลิตหัวเชื้อราอัดเม็ด..... 119
รูปผนวกที่ 5 น้ำหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่กรองจากก้อนหัวเชื้อราสด..... 119
รูปผนวกที่ 6 ส่วนผสมสำหรับอัดเม็ดหัวเชื้อราราชมงคลธัญบุรี..... 119
รูปผนวกที่ 7 อัดเม็ดหัวเชื้อราราชมงคลธัญบุรีด้วยเครื่องอัดเม็ด..... 120
รูปผนวกที่ 8 การอบหัวเชื้อราอัดเม็ดด้วยตู้อบลมร้อน..... 120
รูปผนวกที่ 9 ขี้แดดนาเกลือก่อนอัดเป็นสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 120

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปผนวกที่ 10 สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 121
รูปผนวกที่ 11 การเตรียมแปลงทดลองสำหรับปลูกข้าว..... 121
รูปผนวกที่ 12 เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 80..... 121
รูปผนวกที่ 13 เครื่องหว่านเมล็ด..... 122
รูปผนวกที่ 14 แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 7 วัน..... 122
รูปผนวกที่ 15 แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 14 วัน..... 122
รูปผนวกที่ 16 แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 45 วัน..... 123
รูปผนวกที่ 17 แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 70 วัน..... 123
รูปผนวกที่ 18 แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 110 วัน..... 123
รูปผนวกที่ 19 หว่านปุ๋ยตามกลุ่มการทดลอง..... 124
รูปผนวกที่ 20 เก็บต้นข้าวสำหรับนำมาศึกษาการเจริญเติบโต..... 124
รูปผนวกที่ 21 เก็บผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว..... 124
รูปผนวกที่ 22 เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นข้าวมีอายุ 110 วัน..... 125
รูปผนวกที่ 23 คัดแยกเมล็ดข้าวออกจากต้นข้าว..... 125
รูปผนวกที่ 24 วัดความชื้นเมล็ดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว..... 125
รูปผนวกที่ 25 ชั่งน้ำหนักผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว..... 126

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ..... (5)
สารบัญ..... (6)
สารบัญตาราง..... (9)
สารบัญรูป..... (14)
บทที่ 1 บทนำ..... 16
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 16
1.2 วัตถุประสงค์..... 18
1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 18
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 18
1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 18
1.6 ตัวแปรที่ศึกษา..... 19
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 20
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21
2.1 การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานของข้าว..... 21
2.2 การจำแนกข้าว..... 21
2.3 การเจริญเติบโตของข้าว..... 22
2.4 ประเภทการปลูกข้าว..... 23
2.5 ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80..... 27
2.6 ปุ๋ยเคมี..... 28
2.7 ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยเคมี..... 28
2.8 การปลูกพืชหรือข้าวแบบเกษตรอินทรีย์..... 30
2.9 ปุ๋ยที่ใช้ปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์..... 32
2.10 เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp..... 34
2.11 หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี..... 37

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.12 สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 38
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 45
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี..... 45
3.2 วางแผนการทดลอง..... 47
3.3 ทรีตเมนต์การทดลอง..... 47
3.4 การเตรียมแปลงทดลอง..... 48
3.5 การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์..... 50
3.6 การวัดค่า pH ของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 51
3.7 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 51
3.8 การวัดค่า pH ของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 52
3.9 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์..... 53
3.10 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าว
สายพันธุ์ปทุมธานี80..... 53
3.11 วิธีการทดลองการปลูกข้าวปทุมธานี 80 แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ด
ร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 55
3.12 การเก็บผลทดลอง..... 58
3.13 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 58
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 60
4.1 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปลูกข้าว
และลักษณะทางสรีระวิทยา..... 60
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)
ของดินก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง..... 68
4.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็น กรด-ด่างของดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง..... 69
4.4 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความ
เป็น กรด-ด่างของหัวเชื้อราอัดเม็ด และสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ..... 70

# สารบัญ (ต่อ)

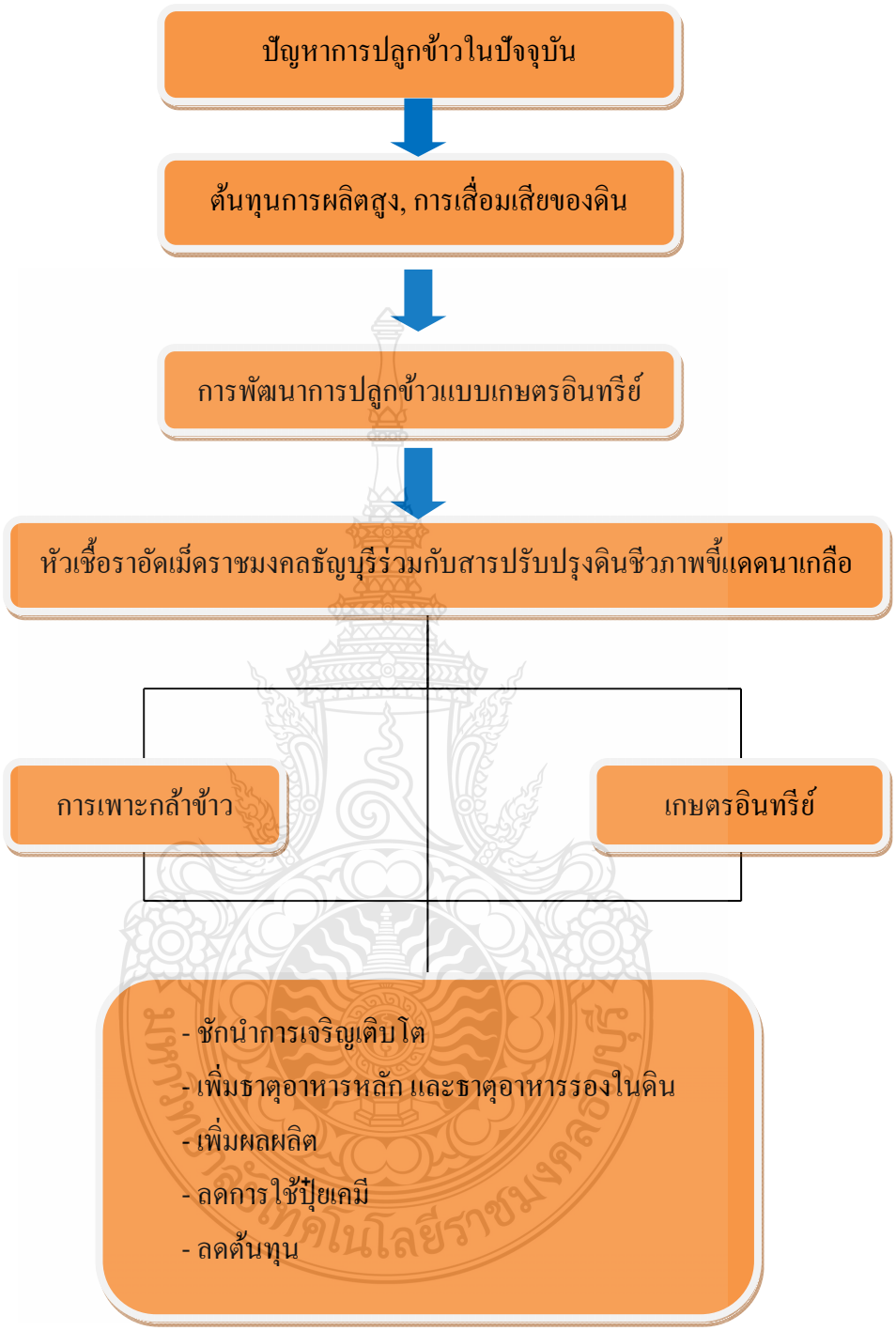
หน้า

4.5 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าว
สายพันธุ์ปทุมธานี 80 ..... 71
4.6 การเจริญเติบโตของต้นข้าว ..... 72
4.7 ผลผลิตข้าว ..... 80
4.8 ต้นทุนผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ..... 81
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ..... 84
5.1 สรุปผลการทดลอง ..... 84
5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 86
บรรณานุกรม ..... 87
ภาคผนวก ..... 94
ภาคผนวก ก ตารางแสดงบันทึกผลการทดลอง ..... 95
ภาคผนวก ข รูปแสดงการปฏิบัติงานวิจัย ..... 117
ประวัติผู้เขียน ..... 127

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเพาะปลูกข้าวถือเป็นอาชีพหลักที่อยู่คู่กับประชาชนคนไทยมาอย่างยาวนานโดยสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและประเทศไทย ข้าวจึงถือเป็นกลไกสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในประเทศไทยตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน และในปัจจุบันตลาดมีความต้องการข้าวในปริมาณมากจึงส่งผลให้ราคาข้าวเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น เพื่อสนองความต้องการในตลาดที่มีความต้องข้าวในปริมาณสูงทำให้เกษตรกรมีการเร่งผลผลิตและมีการใช้สารเคมี เพื่อกำจัดโรคพืชที่เกิดกับต้นข้าวและใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อต้องการผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งวิธีเหล่านี้จะส่งผลต่อกระทบปัญหาสภาพแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพในระยะยาว [1] ประกอบกับในระหว่างการเพาะปลูกข้าวจะประสบปัญหาการเกิดโรคพืช เช่น โรคขอบใบแห้งข้าว ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonus oryzae* [2] โรคกาบใบเน่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Sarocladium oryzae* [3] เป็นต้น ซึ่งการใช้สารเคมีควบคุมโรคในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาสำคัญสำหรับหลายๆ ประเทศ รวมทั้งประเทศไทย [4] สารเคมีที่ใช้ก็ส่งผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน เป็นต้น ต่อมาเกษตรกรทำนาข้าวจึงหันมาทำการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์มากขึ้น เพื่อลดสารเคมีตกค้างและรักษาคุณภาพดินในระยะยาว แต่พบว่าผลผลิตที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควรนอกจากนี้ต้นข้าวยังมีการเกิดโรคบนต้นข้าวดังเดิมประกอบกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้คิดค้นหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ จากเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มการชักนำการเจริญเติบโต ควบคุมเชื้อราก่อโรค เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน [5] ดังนั้น จึงศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการปลูกข้าวโดยการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลิตข้าวต่อไร่ ลดปัญหาผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่เกิด จากสารเคมีในระยะยาว ลดปัญหาการใช้สารเคมีและลดต้นทุนการผลิต และสนับสนุนการเผยแพร่เทคนิคการพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือแบบเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยทดแทนการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมีต่อไปในอนาคต ดังรูปที่ 1.1




**รูปที่ 1.1** การพัฒนา และการเพิ่มผลผลิตการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลผลิตการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี80 แบบนาหว่านด้วยผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1การใช้ผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมีผลต่อการชักนำการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

1.3.2 สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีผลต่อการชักนำการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

1.3.3 การใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีผลต่อการชักนำการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

## 1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ทดสอบการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เพื่อชักนำการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยการใช้ปุ๋ยยูเรีย เพื่อลดปัญหาการใช้ปุ๋ยเคมี ลดปัญหาต้นทุนการผลิตและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เพื่อนำไปพัฒนาการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

15.1 ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราของดินในแปลงทดลองในช่วงระยะก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

15.2 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักในดินของแปลงทดลองในช่วงระยะก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

15.3 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีและสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

15.4 ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี80โดยเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยที่ต่างชนิดกัน

15.5 ศึกษาปริมาณผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยที่ต่างชนิดกัน

## 1.6 ตัวแปรที่ศึกษา

1.6.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

1.6.1.1 ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) อัตรา 0.78 กิโลกรัมต่อ 1 แปลงทดลอง/ ครั้ง

1.6.1.2 สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลืออัตรา 0.78 กิโลกรัมต่อ 1 แปลงทดลอง /ครั้ง

1.6.1.3 หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี อัตรา 0.78 กิโลกรัมต่อ 1 แปลงทดลอง/ครั้ง

1.6.1.4 ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 0.78 กิโลกรัมต่อ 1 แปลงทดลอง/ ครั้ง

1.6.1.5 หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลืออัตรา 0.78 กิโลกรัมต่อ 1 แปลงทดลอง/ ครั้ง

1.6.2 ตัวแปรตาม

1.6.2.1 การเจริญเติบโตของราก

1.6.2.2 การเจริญเติบโตของลำต้น

1.6.2.3 การเจริญเติบโตของความกว้างใบ

1.6.2.4 จำนวนกอของต้นข้าว

1.6.2.5 น้ำหนักสด/น้ำหนักแห้งของต้นข้าว

1.6.2.6 ปริมาณผลผลิตของข้าว

1.6.3 ตัวแปรควบคุม

1.6.3.1 ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย

1.6.3.2 ปริมาณปุ๋ยที่ใส่

1.6.3.3 สายพันธุ์ข้าว

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของเชื้อราปฏิปักษ์หลังจากชักนำการเจริญเติบโตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยเทคนิคทางชีวภาพ

1.7.2 ทราบผลการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารหลักในดินหลังการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือในการเพาะปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

1.7.3 ทราบผลการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

1.7.4 สามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาการเกษตรอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางชีวภาพ เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมี

# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 อนุกรมวิธานของข้าว

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจซึ่งนักพฤษศาสตร์ด้านอนุกรมวิธานได้จำแนกกลุ่มและเรียงลำดับไว้ดังนี้ [6]

| | |
|---|---|
| Kingdom | Plantae |
| Division | Spermatophyta |
| Class | Angiospermae |
| Subclass | Monocotyledoneae |
| Order | Graminales |
| Family | Graminaeae |
| Genus | *Oryza* |
| Species | *sativa* |

## 2.2 การจำแนกข้าว

2.2.1 จำแนกตามคุณสมบัติทางเคมีภายในเมล็ด

2.2.1.1 ข้าวเจ้า คือ ข้าวที่ประกอบด้วยแป้งประมาณ 90 % ซึ่งแป้งนี้มีส่วนประกอบใหญ่ 2 ส่วนด้วยกันคือ amylopectin ประมาณ 60-90 % และ amylose ประมาณ 10-30 %

2.2.1.2 ข้าวเหนียว คือ ข้าวที่มี amylopectin เป็นส่วนประกอบถึง 95 % มี amylose น้อยมาก บางครั้งพบว่าไม่มีเลยซึ่งปริมาณของ amylopectin และamylose ที่มีในเมล็ดข้าวจะทำให้คุณภาพการหุงต้มข้าวพันธุ์ต่างๆ แตกต่างกันข้าวที่มี amylose สูง เมื่อหุงต้มสุกแล้วข้าวจะมีลักษณะร่วนซุยไม่จับตัวกันซึ่งจะแตกต่างกว่าข้าวที่มี amylose ต่ำ

2.2.2 จำแนกตามสภาพพื้นที่ปลูก

2.2.2.1 ข้าวไร่ คือ ข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบสูงและลาดชันโดยไม่ต้องทำคันนากักเก็บน้ำเพราะพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์ไม่ชอบน้ำขัง โดยการเตรียมดินปลูกจะทำในขณะที่ดินแห้งพอประมาณ และวิธีการปลูกข้าวสามารถปลูกข้าวได้หลายวิธีเช่น การหว่านเมล็ดข้าวด้วยวิธีหยอดเป็นหลุมและวิธีโรยเป็นแถว แต่ต้องปลูกในฤดูฝน เพราะข้าวไร่อาศัยน้ำฝนที่ตกตามฤดูกาล

นิยมปลูกกันมากในบริเวณที่ราบสูงตามไหล่เขาทั้งทางภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

2.2.2.2 ข้าวนาสวนหรือข้าวนาดำ คือ ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ราบลุ่มทั่วๆไปเช่น บริเวณภาคกลางของประเทศไทย โดยการปลูกข้าวนาสวนหรือข้าวนาดำ จะต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอตลอดฤดูกาลปลูกข้าวตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว โดยสามารถที่จะรักษาระดับน้ำได้ และระดับน้ำต้องไม่สูงเกินกว่า 1 เมตร ในพื้นที่นาโดยน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวอาจจะมาจากน้ำฝนหรือการชลประทานโดยการปลูกข้าวนาสวนหรือข้าวนาดำนิยมปลูกกันมากในทุกภาคของประเทศไทย

2.2.2.3 ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง คือ การปลูกข้าวที่ในพื้นที่ ที่ไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ บางครั้งระดับน้ำในบริเวณพื้นที่ปลูกมีปริมาณสูงกว่า 1 เมตร จึงต้องปลูกข้าวสายพันธุ์พิเศษที่เรียกว่า ข้าวขึ้นน้ำ หรือข้าวลอย เพราะข้าวชนิดนี้มีลักษณะพิเศษในการยืดตัวหนีน้ำได้ดีทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีน้ำในปริมาณสูงส่วนมากนิยมปลูกกันในภาคกลางของไทย

2.2.3 จำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว

2.2.3.1 ข้าวเบา เป็นพันธุ์ข้าวที่เก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อแสงจะสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 90 –120 วัน

2.2.3.2 ข้าวกลาง เป็นพันธุ์ข้าวที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ หากเป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงจะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 130 – 160 วัน พันธุ์ข้าวพวกนี้จะให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าข้าวเบา

2.2.3.3 ข้าวหนัก เป็นพันธุ์ข้าวที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ช้าที่สุด หากเป็นพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อแสงจะมีอายุประมาณ 180 – 210 วัน พันธุ์ข้าวพวกนี้มักให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าพันธุ์เบาและพันธุ์กลางเป็นส่วนใหญ่

2.2.4 จำแนกตามฤดูปลูก

2.2.4.1 ข้าวนาปีหรือข้าวนาน้ำฝน คือ ข้าวที่ปลูกในฤดูกาลทำนา สำหรับประเทศไทยเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และจะเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นไม่เกินสิ้นเดือนกุมภาพันธ์

2.2.4.2 ข้าวนาปรัง คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูกาลทำนาปกติ จะเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมในบางท้องที่และเก็บเกี่ยวอย่างช้าที่สุดไม่เกินเดือนเมษายนนิยมปลูกในท้องที่ที่มีการชลประทาน [7]

## 2.3 การเจริญเติบโตของข้าว

2.3.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ

2.3.1.1 ระยะกล้า การเจริญในระยะนี้จะเริ่มจากข้าว งอกจากเมล็ด จนกระทั่งข้าวเริ่ม

แตกกอ การเจริญเติบโตในช่วงนี้จะมีระยะเวลาประมาณ 20 วันโดยต้นข้าวจะมีใบ 5-6 ใบ และใช้อาหารจากเมล็ดเป็นส่วนใหญ่

2.3.1.2 ระยะแตกกอ คือระยะการเจริญช่วงที่เริ่มจากต้นข้าวเริ่มแตกกอจนกระทั่งต้นข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อนเป็นอันสิ้นสุดการเจริญในระยะนี้

2.3.2 การเจริญทางระยะสืบพันธุ์

2.3.2.1 ระยะเริ่มสร้างดอกอ่อน ต้นข้าวจะเริ่มยืดสูงขึ้นโดยเปลี่ยนลักษณะจากต้นแบนมาเป็นต้นกลม และต้นข้าวจะสร้างจุดกำเนิดช่อดอก ถ้าศึกษาภายในของต้นข้าวโดยดูตามความยาวของต้นข้าวจะพบว่าปลายข้อของต้นข้าวจะมีจุดสีขาวปุยๆ รูปสามเหลี่ยม ต่อจากนั้นต้นข้าวจะสร้างช่อดอก โดยมีก้านดอกจะประกอบไปด้วยดอกเล็กๆ

2.3.2.2 ระยะตั้งท้อง ระยะนี้ดอกอ่อนของข้าวจะเริ่มขยายตัวใหญ่ขึ้นจนในที่สุดเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์ จะเห็นต้นข้าวท้องอย่างชัดเจน เพราะกาบใบธงกาบใบสุดท้ายที่หุ้มช่อดอกจะอ้วนและพองขึ้นใบข้าวใบสุดท้ายที่ติดอยู่กับกาบใบนี้จะสั้นลงซึ่งเรียกว่า ใบธง

2.3.2.3 ระยะออกดอก และการผสมพันธุ์ เมื่อข้าวตั้งท้องเต็มที่แล้ว ต้นข้าวก็จะส่งช่อดอกออกจากกาบใบ ต่อจากนั้นดอกข้าวก็จะบาน เมื่อดอกข้าวบาน อับเกสรของดอกข้าวก็จะแตกทำให้ละอองเกสรหล่นมาผสมกับเกสรตัวเมีย เป็นการสิ้นสุดการเจริญเติบโตในระยะนี้การเจริญในระยะสืบพันธุ์นี้จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 30-35 วัน

2.3.3 การเจริญทางเมล็ด

2.3.3.1 จะเริ่มจากผสมพันธุ์ของดอกข้าว เมล็ดเป็นน้ำนม เป็นแป้ง จนกระทั่งเมล็ดสุกจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 25-30 วันดังนั้นการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่จะให้ผลผลิตสูงถ้าเป็นพันธุ์นาปรังจะใช้เวลาตั้งแต่ งอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วันส่วนพันธุ์ข้าวนาปีจะใช้เวลา 120-140 วัน [8]

## 2.4 ประเภทการปลูกข้าว

2.4.1 การปลูกข้าวไร่ คือ การปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูก เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เชิงภูเขามักจะไม่มีระดับ คือ สูงๆ ต่ำๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่ายเหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกข้าวแบบหยอดเมล็ดโดยขั้นแรก ทำการตัดหญ้าและต้นไม้ขนาดเล็กออก เพื่อทำความสะอาดพื้นที่ ที่จะปลูกแล้วใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็กๆ ลึกประมาณ 3-4 เซนติเมตร ปากหลุมมีขนาดกว้างพอที่จะหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวลงไปได้ 5-10 เมล็ด ระยะห่างระหว่างหลุมห่างกันประมาณ 25 เซนติเมตร โดย

จะต้องหยอดเมล็ดพันธุ์ทันทีหลังจากที่ได้เจาะหลุมแล้ว หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วจะต้องกลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดได้รับความชื้นก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขังและไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียวพื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้น การปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ข้าวที่มีอายุเบาโดยปลูกในต้นฤดูฝนและเก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ชาวนาจะต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ดอนมักจะมีวัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม พื้นที่ที่ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และส่วนใหญ่จะอยู่ทางภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

2.4.2 การปลูกข้าวนาดำ คือการปลูกข้าวด้วยวิธีการปักดำต้นข้าว โดยจะต้องมีวิธีเตรียมดินมากกว่าการปลูกด้วยวิธีปลูกข้าวไร่ โดยจะมีการไถดะ การไถแปร และการคราด เพื่อเตรียมพื้นที่ปกติการไถและคราดในนาดำมักจะใช้แรงวัว ควาย หรือแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ที่เรียกว่า ควายเหล็ก หรือไถยนต์เดินตาม ทั้งนี้เป็นเพราะพื้นที่นาดำนั้นได้มีคันนาแบ่งกั้นออกเป็นแปลงเล็กๆขนาด 1-2 ไร่ โดยมีคันนาไว้สำหรับกักเก็บน้ำหรือปล่อยน้ำทิ้งจากแปลงนา พื้นที่นาดำจึงมีการบังคับระดับน้ำในนาได้บ้างพอสมควร ก่อนที่จะทำการไถต้องรอให้ดินมีความชื้นพอที่จะไถได้เสียก่อน ปกติจะต้องรอให้ฝนตกจนมีน้ำขังในผืนนาหรือปล่อยน้ำเข้าไปในนาเพื่อทำให้ดินเปียกจากนั้นจึงเริ่ม การไถดะซึ่งหมายถึง การไถครั้งแรกเพื่อทำลายวัชพืชในนา และพลิกกลับหน้าดิน แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงทำการ ไถแปร ซึ่งเป็น การไถเพื่อตัดกับรอยไถดะ ทำให้รอยไถดะแตกออกเป็นก้อนเล็กๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน การไถแปร อาจไถมากกว่าหนึ่งครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในนา ตลอดถึงชนิดและปริมาณของวัชพืช เมื่อไถแปรแล้วก็ทำการคราดได้ทันที การคราด คือ การคราดเอาวัชพืชออกจากผืนนา และปรับพื้นที่นาให้ได้ระดับเป็นที่ราบเสมอกันด้วย นาที่มีระดับเป็นที่ราบต้นข้าวจะได้รับน้ำเท่าๆ กัน และสะดวกแก่การปล่อยน้ำเข้า ซึ่งวิธีการปลูกข้าวนาดำแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกได้แก่ การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และขั้นตอนที่สองได้แก่การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาผืนใหญ่ ซึ่งวิธีการตกกล้า หมายถึง การเอาเมล็ดข้าวไปหว่านให้เมล็ดข้าวงอกและเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นกล้าเพื่อเอาไปปักดำ การตกกล้าสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันคือ การตกกล้าในดินเปียก การตกกล้าในดินแห้ง และการตกกล้าแบบดาปก

2.4.2.1 การตกกล้าในดินเปียก จะต้องเลือกหาพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีเป็นพิเศษ สามารถป้องกันนกและหนูที่จะเข้าทำลายต้นกล้าได้เป็นอย่างดี และมีน้ำเพียงพอกับความต้องการ การเตรียมดินก็มีการไถดะ ไถแปรและคราด ดังได้กล่าวมาแล้วแต่ต้องยกเป็นแปลงสูงจากระดับน้ำในผืนนานั้นประมาณ 3 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เมล็ดที่หว่านลงไปจมน้ำและดินจนเปียกชุ่มอยู่เสมอ ถ้าต้องการให้การตกกล้ามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นควรแบ่งแปลงนี้ออกเป็นแปลงย่อยขนาด

กว้าง 50 เซนติเมตรและมีความยาวขนานไปกับทิศทางลม ระหว่างแปลงเว้นช่องว่างไว้สำหรับเดิน ประมาณ 30 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อลดความรุนแรงของโรคระบาดต่างๆ ที่จะเข้าไปทำลายต้นข้าว เช่น โรคใบไหม้ เป็นต้น เมล็ดพันธุ์ที่เอามาตกกล้าจะต้องเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ ปราศจากเชื้อโรคต่างๆ ด้วย เหตุนี้จะต้องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์เสียก่อน โดยแยกเอามาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ และเอาเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าปกติทิ้งไป การคัดเลือกเอาเมล็ดที่สมบูรณ์อาจทำได้โดยเอาเมล็ดพันธุ์ไปใส่ในน้ำเกลือโดยเอาน้ำสะอาด 10 ลิตรผสมกับเกลือแกงหนัก 1.7 กิโลกรัม เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์จะลอย ส่วนเมล็ดสมบูรณ์นั้นจมลงไปที่ก้นของภาชนะ เอาเมล็ดที่ต้องการตกกล้าใส่ถุงผ้าไปแช่น้ำนาน 12-23 ชั่วโมงแล้วเอาขึ้นมาวางไว้บนแผ่นกระดานในที่ที่มีลมถ่ายเทได้สะดวก และนำผ้าหรือกระสอบเปียกน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมง ซึ่งเรียกว่า การหุ้มหลังจากที่ได้หุ้มเมล็ดไว้ครบ 36 - 48 ชั่วโมง แล้วเมล็ดข้าวก็จะงอก จึงนำไปหว่านลงบนแปลงกล้าที่ได้เตรียมไว้ ก่อนที่จะหว่านเมล็ดลงบนแปลงกล้าควรใส่ปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนไตรเจน และฟอสฟอรัสเสียก่อน ปกติจะใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 50-80 กิโลกรัม/เนื้อที่แปลงกล้า 1ไร่ เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 25-30 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดต้นกล้าก็จะมีขนาดโตพอที่จะถอนนำเอาไปปักดำได้

2.4.2.2 การตกกล้าในดินแห้ง ชาวนาอาจทำการตกกล้าบนที่ดอนซึ่งไม่มีน้ำขังโดยเอาเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ซึ่งยังไม่ได้เพาะให้งอกไปโรยไว้ในแถวที่เปิดเป็นร่องเล็กๆ โดยขนาดพื้นยาวประมาณ 1 เมตร จำนวนหลายแถว แล้วกลบดินเพื่อป้องกันนกและหนู จากนั้นก็รดน้ำด้วยบัวรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง เมล็ดจะงอกขึ้นมาเป็นต้นกล้า เหมือนกับการตกกล้าในดินเปียกปกติจะใช้ เมล็ดพันธุ์จำนวน 7-10 กรัมต่อแถวที่มีความยาว 1 เมตรและแต่ละแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากโรยเมล็ดและกลบดินแล้ว ควรหว่านปุ๋ยพวกที่ให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ลงไปเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ให้แก่ดิน

2.4.2.3 การตกกล้าแบบดาปก การตกกล้าแบบนี้เป็นที่นิยมทำกันมากในประเทศฟิลิปปินส์ ขั้นแรกทำการเตรียมพื้นที่ดินและแปลงกล้า ซึ่งเหมือนกับการตกกล้าในดินเปียกหรือจะเป็นที่ดอนเรียบก็ได้ แล้วใช้กาบของต้นกล้วยต่อกันเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 1 เมตร และยาวประมาณ 1.5 เมตร วางลงบนพื้นที่ที่ได้เตรียมไว้ต่อจากนั้นเอาใบกล้วยที่ไม่มีก้านกลางวางเรียงเพื่อปูเป็นพื้นรองในกรอบนั้นให้เอาด้านล่างของใบหงายขึ้นและไม่ให้มีรอยแตกของใบ เพราะฉะนั้นใบกล้วยที่ปูพื้นนั้นจะต้องวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วเอาเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ ซึ่งได้เพาะให้งอกแบบการตกกล้าในดินเปียกโรยลงไปในกรอบที่เตรียมไว้นี้โดยใช้เมล็ดพันธุ์ หนัก 3 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 1 ตารางเมตร ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่โรยลงไปในกรอบจะซ้อนกันเป็นชั้นประมาณ 2-3 ชั้น หลังจากโรยเมล็ดแล้ว จะต้องใช้บัวรดน้ำรดลงในกรอบที่โรยเมล็ดนี้วันละ 2-3 ครั้งโดยเมล็ดก็จะ

เจริญเติบโตเป็นต้นกล้า เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 10-14 วัน ก็พร้อมที่ใช้ปักดำได้การที่จะเอาต้นกล้าไปปักดำไม่จำเป็นต้องถอนต้นกล้าเหมือนกับวิธีอื่นๆ เพราะรากของต้นกล้าเกาะกันแน่น ระหว่างต้นและรากก็ไม่ได้ทะลุใบกล้วยลงไปในดินฉะนั้น ชาวนาจึงทำการม้วนใบกล้วยโดยมีต้นกล้าอยู่ภายในการม้วนก็ควรม้วนหลวมๆ ถ้าม้วนแน่นเกินไปอาจจะทำให้ต้นกล้าเสียหายได้ เมื่อถึงแปลงปักดำก็นำต้นข้าวออกจากใบตอง และนำต้นกล้าไปปักดำ

2.4.2.4 การปักดำ เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วันจากการตกกล้าในดินเปียกหรือการตกกล้าในดินแห้ง ก็จะโตพอที่จะถอนเอาไปปักดำได้ สำหรับต้นกล้าที่ได้มาจากการตกกล้าแบบดาปกนั้น ในเมืองไทยยังไม่ค่อยเป็นที่นิยม โดยจะต้องเอาไปซิมแบบชาวนาในจังหวัดเชียงรายเสียก่อนจึงเอาไปปักดำได้ เพราะต้นกล้าขนาด 10-14 วันนั้น มีขนาดเล็กเกินไปที่จะใช้ปักดำในพื้นที่นาของเกษตรกรไทย ซึ่งมีน้ำขังมาก ขั้นตอนแรกให้ถอนต้นกล้าขึ้นมาจากแปลงแล้วมัดรวมกันเป็นมัดๆ ตัดปลายใบทิ้ง ถ้าต้นกล้าเล็กมากไม่ต้องตัดปลายใบทิ้ง สำหรับต้นกล้าที่ได้มาจากการตกกล้าในดินเปียก จะต้องล้างเอาดินที่รากออกเสียด้วยแล้วเอาไปปักดำในพื้นที่นาได้เตรียมไว้ พื้นที่นาที่ใช้ปักดำ ควรมีน้ำขังอยู่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพราะต้นข้าวอาจจะถูกลมพัดจนพับลงได้เมื่อในนาไม่มีน้ำอยู่เลย ถ้าระดับน้ำในนานั้นลึกมากเกินไป ต้นข้าวที่ปักดำอาจจมน้ำในระยะแรก และทำให้ต้นข้าวต้องยืดต้นมากกว่าปกติจนมีผลให้แตกกอน้อย การปักดำที่จะให้ได้ผลิตผลสูงจะต้องปักดำให้เป็นแถว และมีระยะห่างระหว่างต้นมากพอสมควร การปักดำโดยทั่วไปมักใช้ต้นกล้าจำนวน 3 -5 ต้นต่อกอระยะปลูกหรือระยะปักดำจะต้องมีระยะห่างระหว่างกอ และระหว่างแถวประมาณ 25 เซนติเมตร

2.4.3 การปลูกข้าวนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยเอาเมล็ดพันธุ์หว่านลงไปในพื้นที่นาที่ได้ไถเตรียมดินไว้ การเตรียมดินก็มีการไถดะ ไถแปรและการคราด ปกติชาวนาจะเริ่มไถนา เพื่อปลูกข้าวนาหว่านตั้งแต่เดือนเมษายน เนื่องจากพื้นที่นาสำหรับปลูกข้าวนาหว่านไม่มีคันนากั้นแบ่งออกเป็นผืนเล็กๆ จึงสะดวกแก่การไถด้วยรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ การปลูกข้าวนาหว่านมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การหว่านสำรวย การหว่านคราด และการหว่านน้ำตม

2.4.3.1 การหว่านสำรวย การหว่านวิธีนี้ชาวนาจะต้องเริ่มไถนาเตรียมดินตั้งแต่เดือนเมษายน ซึ่งมีการไถดะ และไถแปร แล้วเอาเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เพาะให้งอกหว่านลงไปโดยตรง ปกติใช้เมล็ดพันธุ์ 1-2 ถังต่อไร่ เมล็ดพันธุ์ที่หว่านลงไปบางส่วนจะตกลงไปอยู่ตามซอก ระหว่างก้อนดินและรอยไถเมื่อฝนตกลงมาทำให้ดินเปียกและเมล็ดที่ได้รับความชื้นก็จะงอกขึ้นมา

2.4.3.2 การหว่านคราดกลบหรือไถกลบ ในกรณีที่ดินมีความชื้นอยู่บ้างแล้ว และเป็นเวลาที่ฝนจะเริ่มตกตามฤดูกาล ชาวนาจะปลูกข้าวแบบหว่านคราดกลบหรือไถกลบ โดยชาวนาจะทำการไถดะและไถแปร แล้วเอาเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่ได้ เพาะให้งอกจำนวน 1-2 ถังต่อไร่ หว่านลงไปทันที

แล้วคราดหรือไถ เพื่อกลบเมล็ดที่หว่านลงไปอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากดินมีความชื้นอยู่แล้วเมล็ดก็จะเริ่มงอกทันทีหลังจากหว่านลงไปในดิน

2.4.3.3 การหว่านน้ำตม การหว่านแบบนี้นิยมใช้ในพื้นที่ที่มีการชลประทานอย่างสมบูรณ์แบบ และพื้นที่นาเป็นผืนใหญ่ มีคันนากั้น การเตรียมดินก็เหมือนกับการเตรียมดินสำหรับนาดำ ซึ่งมีการไถดะไถแปรและคราด เพื่อจะได้เก็บวัชพืชออกไปจากนาและปรับระดับพื้นที่นา แล้วทิ้งให้ดินตกตะกอนจนเห็นว่าน้ำใส และน้ำในนาไม่ควรลึกกว่า 2 เซนติเมตร จึงเอาเมล็ดพันธุ์จำนวน 1-2 ถังต่อไร่ ที่ผ่านการเพาะให้งอกแล้วหว่านลงไป เมล็ดก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นข้าวและเจริญเติบโตเหมือนการปลูกข้าวด้วยวิธีอื่นๆ [9]

## 2.5 ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เกิดจากการพัฒนาผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไทย สายพันธุ์ SPR85163-5-1-1-2 กับข้าวต่างประเทศ สายพันธุ์ IR54017-131-1-3-2 ในปี พ.ศ. 2536 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ปลูกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสม ที่ศูนย์วิจัยข้าวเขตภาคกลาง และปลูกทดสอบในนาเกษตรกร 8 จังหวัดภาคกลาง และคณะกรรมการพิจารณารับรองพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2550

2.5.1 ลักษณะประจำพันธุ์

2.5.1.1 เป็นข้าวเจ้าชนิดไม่ไวต่อช่วงแสงปลูกได้ทุกฤดูลักษณะทั่วไปคล้ายพันธุ์สุพรรณบุรี 1

2.5.1.2 กอตั้ง ต้นสูงเฉลี่ย 117 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 110-118 วัน

2.5.1.3 ใบธงตั้ง คอรวงยาว รวงยาว มีเมล็ดเต็ม 130 เมล็ดต่อรวง

2.5.1.4 ชูรวงสม่ำเสมอในระยะเริ่มออกดอก

2.5.1.5 เมล็ดเรียว ยาวกว่าเมล็ดของพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมล็ดสีฟาง นวดง่าย

2.5.1.6 เมล็ดข้าวมี อมิโลสสูง (27-29 %) ข้าวสุกมีลักษณะค่อนข้างแข็ง

2.5.2 ลักษณะเด่นประจำสายพันธุ์

2.5.2.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพสม่ำเสมอกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 1

2.5.2.2 ต้านทานเพลี้ยกระโดดหลังขาว ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

2.5.2.3 ค่อนข้างต้านโรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเมล็ดด่าง

2.5.2.4 ผลผลิตสูง ต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ผลผลิตเฉลี่ย 745-1,160 กิโลกรัมต่อไร่ [10]

## 2.6 ปุ๋ยเคมี

การเกษตรของประเทศไทยเป็นอาชีพที่สำคัญเพราะประชากร 2 ใน 3 ของประเทศ ยังมีการประกอบอาชีพทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร [11] และเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ปุ๋ยเป็นปัจจัยการเพิ่ม ผลผลิตที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องจัดหามาใช้ เพื่อบำรุงดินและเพิ่มพูนธาตุอาหารให้แก่พืช [12] และปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศไทย ใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตรโดยปุ๋ยเคมี มีความหมายดังนี้

2.6.1 ความหมายของปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยที่มีต้นกำเนิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตหรืออนินทรีย์สาร หรืออินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่ง มีธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีขบวนการตั้งต้นมาจากก๊าซแอมโมเนีย ($NH_3$) ซึ่งได้มาจากอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมทั้งสิ้น และเมื่อนำมาปฏิกิริยากับกรดต่างๆ โดยผ่านขบวนการทางเคมี ก็จะได้ธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ออกมาเป็นแม่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้กรดชนิดใดในการทำปฏิกิริยาซึ่งเมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินเปรี้ยวและมีสภาพความเป็นกรดสูง [13]

2.6.2 ชนิดของปุ๋ยเคมีปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการเพิ่มผลผลิตของพืชมีรูปร่างอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของเกษตรกร สามารถจำแนกตามคุณสมบัติทางกายภาพได้ดั้งนี้

2.6.2.1 ปุ๋ยผง หมายถึง ปุ๋ยเคมีที่ทำการบดให้ละเอียดอยู่ในรูปผง โดยใช้ตะแกรงร่อนเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

2.6.2.2 ปุ๋ยเกร็ด หมายถึง ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปผงหรือผลึกซึ่งมีความบริสุทธิ์สูง ละลายน้ำได้หมด ราคาแพงนิยมใช้เป็นปุ๋ยทางใบ

2.6.2.3 ปุ๋ยน้ำ หมายถึง ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของของเหลวไม่มีสิ่งเจือปนหรือตกตะกอน

## 2.7 ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรในยุคปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเกษตรกรต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้สูงมากขึ้น แต่เนื่องจากปุ๋ยเคมีนั้น เป็นปุ๋ยที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น จึงมีผลกระทบตามมาจากการใช้ปุ๋ยเคมี

2.7.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การทำเกษตรโดยการใช้แต่ผลิตภัณฑ์ทางเคมีส่งผลทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ที่เห็นได้อย่างชัดเจนได้แก่ ดินเสื่อมความอุดมสมบรูณ์ ปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อมและปัญหาการระบาดของโรคและแมลง ตัวอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากและใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของโครงสร้างดินและดินขาดความอุดมสมบรูณ์ เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมี ไม่ใช่

การบำรุงดิน แต่เป็นการอัดแร่ธาตุอาหารให้แก่ พืชโดยไม่มีการเติมอินทรียวัตถุเพิ่มลงในดินและการใช้ปุ๋ยเคมียังเร่งอัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน ทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมลง ดินจึงกระด้างมีการอัดตัวแน่น ไม่อมน้ำทำให้ฤดูแล้งเกิดปัญหา นอกจากนี้การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชยังส่งผลทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในแต่ละครั้งจะใช้ประโยชน์ได้เพียง 25 % ที่เหลืออีก 75 % จะกระจายสะสมในดิน น้ำ และอากาศในสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญสารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่ได้ทำลายเฉพาะศัตรูพืชเท่านั้น แต่ยังทำลายแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในธรรมชาติอีกด้วย ซึ่งเป็นการทำลายความสมดุลของระบบนิเวศในธรรมชาติ และผลที่ตามมาคือ การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่รุนแรงมากขึ้นตัวอย่าง เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ทำลายผลผลิตข้าวในประเทศไทย

2.7.2 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ การทำเกษตรโดยการใช้แต่ผลิตภัณฑ์ทางเคมีเป็นการทำการเกษตรที่ต้องพึ่งปัจจัยภายนอก เพื่อนำมาเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณมาก แต่ก็มิได้หมายความว่าเกษตรกรจะประสบความสำเร็จทางเศรษฐกิจเสมอไป ในทางตรงกันข้ามพบว่าเกษตรกรที่ทำการเกษตรแผนใหม่จำนวนมากประสบปัญหาภาวะขาดทุน และหนี้สินเกิดความล้มเหลวทางเศรษฐกิจ เนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงและราคาผลผลิตที่ตกต่ำ ในประเทศไทยการพัฒนาการเกษตรแผนใหม่กลับเป็นการผลักดันให้เกษตรกรต้องตกอยู่ภายใต้การครอบงำของบริษัท เนื่องจากต้องพึ่งพาปัจจัยการผลิต และเทคโนโลยีต่างๆ จากบริษัท ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย หรือสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นการทำการเกษตรที่ถูกผูกขาดจากบริษัทขนาดใหญ่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทำเกษตรโดยการใช้แต่ผลิตภัณฑ์ทางเคมีเป็นการสร้างรายได้ให้แก่บริษัทเอกชนขนาดใหญ่มากกว่าเกษตรกรที่แท้จริง

2.7.3 ผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค การใช้ผลิตภัณฑ์เคมีกำจัดศัตรูพืชนอกจาก จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายของเกษตรกรผู้ใช้ และยังมีสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วยการใช้สารเคมีทางการเกษตรนานๆ จนทำให้พืชผักมีพิษตกค้างจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพต่อผู้บริโภค จากการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย พบว่า ผลผลิตมีสารพิษตกค้างอยู่สูงจนในผลผลิตบางชนิดไม่ผ่านมาตรฐาน ส่งผลต่อการส่งออกสินค้าของเกษตรของไทย นอกจากนี้การที่คนไทยบริโภคผลผลิตที่มีสารพิษตกค้างอยู่ทำให้เกิดการสะสมสารพิษในร่างกายเป็นระยะเวลานานและเกิดการเจ็บป่วย เช่น โรคมะเร็ง อาหารเป็นพิษ ฯลฯ โดยเฉพาะโรคมะเร็ง ซึ่งจะเห็นได้จากสถิติคนไทยที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี

2.7.4 ผลกระทบต่อวิถีชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเกษตรกรรมแบบแผนใหม่ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิตของเกษตรกรไทย ทำลายฐานการเกษตรแบบยังชีพของเกษตรกร และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคิดที่มีต่อภูมิปัญญาพื้นบ้านของไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่นถูกละเลยด้วยการเข้าใจว่าเป็นความเชื่อ หรือวิธีการปฏิบัติที่ไม่ทันสมัย ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ และไม่มีประสิทธิภาพโดยลืมไปว่าความรู้ และภูมิปัญญาที่ถูกถ่ายทอดต่อๆ กันมาได้มาจากประสบการณ์ของคนรุ่นก่อนมานานหลายรุ่น ที่อยู่ในพื้นที่ท้องถิ่นที่พวกเขาอาศัยอยู่ ความรู้และแนวทางการพัฒนาการเกษตรจะถูกรวมไปอยู่ในสถาบันการเกษตรต่างๆ ของรัฐ และบริษัทธุรกิจการเกษตรขนาดใหญ่ การพัฒนาและแก้ไขปัญหาของเกษตรกรกลายเป็นบทบาทของผู้เชี่ยวชาญทางการเกษตรจากหน่วยงานของรัฐหรือบริษัทภาคเอกชน ที่เข้าไปเปลี่ยนแปลงความคิดและวิถีชีวิตของการทำการเกษตร โดยที่เกษตรกรกลายเป็นเพียงผู้รับเท่านั้นเองซึ่งหากองค์ความรู้ที่ได้รับนั้นไม่ถูกต้อง ผู้ที่ได้รับความเสียหายคือตัวของเกษตรกรเอง [14]

## 2.8 การปลูกพืชหรือข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

คือการปลูกพืชหรือปลูกข้าวโดยการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic farming ) คือวิธีการปลูกพืชหรือข้าวที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูข้าว เป็นต้น ในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต หากมีความจำเป็นแนะนำให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติและสารสกัดจากพืชที่ไม่มีพิษต่อคน หรือไม่มีสารพิษตกค้างปนเปื้อนในผลิตผล ในดินและน้ำ ในขณะเดียวกันก็เป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ทำให้ได้ผลิตผลข้าวที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้างส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขอนามัยและคุณภาพชีวิตที่ดี[15]แต่ในปัจจุบันการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ ยังมีการใช้สารเคมีสังเคราะห์ควบคุมโรคพืชที่เกิดขึ้นในการเกษตรและมีการใช้ในปริมาณมากอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียติดตามมาหลายประการ เช่น อันตรายในเรื่องพิษภัยต่อสุขภาพของเกษตรกร สารพิษตกค้างในผลผลิต และการส่งออกผลิตผลทางการเกษตรตลอดจนปัญหามลพิษในสภาพแวดล้อมและผลกระทบต่อนิเวศวิทยาทางการเกษตร เป็นต้น ดังนั้นจึงได้มีการรณรงค์ให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ พร้อมกับการกำหนดโครงการ การจัดการเกษตรแบบยั่งยืนโดยเน้นเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biological control) โดยการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อรา *Trichoderma* sp. เพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีความปลอดภัยสูง [16,17] นอกจากนี้ยังมีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้เพื่อ

นำมาใช้ในการเกษตร เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและลดต้นทุนการผลิตทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงและช่วยลดการเกิดปัญหาจากการใช้ปุ๋ยเคมี

2.8.1 ปัญหาที่พบในการปลูกพืชหรือข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

2.8.1.1 ปัญหาขาดแคลนธาตุอาหารเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติแทบทุกชนิดมีความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ จึงต้องใช้ในปริมาณที่สูงมากและอาจมีปริมาณธาตุอาหารไม่พอเพียงสำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์ และถ้าหากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตได้ [15]เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ผลิตมาจากวัสดุและของเหลือใช้จากธรรมชาติทำให้มีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าปุ๋ยเคมีค่อนข้างมาก ซึ่งมีผลทำให้ข้าวไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่และไม่สามารถให้ผลผลิตได้มากตามที่เกษตรกรต้องการ ซึ่งการขาดแคลนธาตุอาหารถือเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

2.8.1.2 ปัญหาการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืชในดิน เนื่องจากพื้นที่การเกษตรที่มีอินทรียวัตถุในดินต่ำและมีระดับธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้ต้นพืชอ่อนแอและมีความสามารถในการต้านทานโรคพืชลดลงเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับพืชมีหลายชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Xanthomonas oryzae, Aspergillus flavus, Macrophomina phaseolina, Rhiaoctonia solani, Fusarium solani* และ *Sclerotium rolfsii* จุลินทรีย์ดังกล่าวทำความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเหลือง และถั่วเขียว เป็นต้น นอกจากนี้ [18] โรคเน่าคอดินของคะน้า มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium* sp. หรือ *Phytophthora* sp. เป็นโรคที่เกิดขึ้นเฉพาะในแปลงต้นกล้าเท่านั้น เนื่องจากการหว่านเมล็ดที่แน่นทึบอับลม และต้นเบียดกันมาก ถ้าในแปลงมีเชื้อโรคแล้วต้นกล้าจะเกิดอาการเป็นแผลช้ำที่โคนต้นระดับดิน เนื้อเยื่อตรงแผลจะเน่าและแห้งอย่างรวดเร็ว ถ้าถูกแสงแดดทำให้ ต้นกล้าหักพับ ต้นเหี่ยวแห้งตายในเวลารวดเร็ว บริเวณที่เป็นโรคจะค่อยๆ ขยายกว้างออกไปเป็นวงกลม ภายในวงกลมที่ขยายออกไปจะไม่มีต้นกล้าเหลืออยู่เลย ส่วนกล้าที่โตแล้วจะค่อยๆ เหี่ยวตายไป นอกจากนี้ยังมีโรคขอบใบแห้งข้าว ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* เป็นโรคที่ระบาดมากในช่วงฤดูฝนโดยจะทำให้ใบข้าวมีรอยไหม้บริเวณขอบใบส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงมากกว่า 50 % [2]

2.8.1.3 ปัญหาศัตรูพืช โดยเฉพาะแมลงศัตรูพืช ซึ่งมีหลายชนิดได้แก่ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว เพลี้ยจักจั่น ด้วงแรด หนอนม้วนใบ หนอนขนแผง หนอนชอนใบ หนอนเจาะยอด หนอนร่าน หนอนบุ้ง หนอนกระทู้ หนอนคืบ หนอนปลอก แมลงวันทอง และไรแดง เป็นต้น [19] ซึ่งหนอนกระทู้หอม จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญต่อการปลูกผักในเมืองไทยอย่างสูง นอกจากนี้ยังมี เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งถือว่าเป็นแมลงศัตรูพืชที่

สร้างปัญหาให้กับชาวนาเป็นอย่างมาก โดยจะเข้าไปทำลายต้นข้าว และดูดน้ำเลี้ยง ทำให้เกิดการหยุดชะงักการเจริญเติบโตของต้นข้าวส่งผลต่อการลดลงของผลผลิตข้าว

## 2.9 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชหรือข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

2.9.1 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอินทรีย์ต่างๆ ตามสภาพธรรมชาติ ได้แก่ ซากพืช ซากสัตว์ สิ่งขับถ่ายจากสัตว์ ของเหลือจากอุตสาหกรรมการเกษตร ที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ สารอนินทรีย์ที่ได้มีประโยชน์ในการปรับปรุงดิน[20] ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญ ต่อการปรับปรุงบำรุงดินอย่างมากเพราะเป็นแหล่งที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ที่ทำให้สภาพของดินดีขึ้น โดยปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไปจะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมน้อย แต่จะมีธาตุอาหารรองและจุลธาตุเพียงพอกับความต้องการของพืช[21]ในระยะแรก ปุ๋ยอินทรีย์อาจทำให้พืชมีผลผลิตไม่สูงนัก แต่ถ้าพิจารณาในระยะยาวแล้วผลผลิตของพืชจะสูงมากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของดินดีขึ้นเรื่อยๆ ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยทำให้ความเป็นกรดด่างของดินเปลี่ยนแปลงได้ยากขึ้น รวมทั้งช่วยดูดธาตุอาหารต่างๆ เอาไว้ไม่ให้สูญเสียไปจากดินได้โดยง่าย ส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อนหรือเป็นเม็ดดิน ดินไม่อัดตัวกันแน่น มีอากาศถ่ายเทดี การอุ้มน้ำและการไหลซึมของน้ำในดินดีขึ้นส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์โดยส่วนใหญ่จุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์จะเป็นพวก heterotrope ซึ่งต้องใช้สารอินทรีย์จากดินเป็นแหล่งของอาหาร การเติมปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินจึงเป็นการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.9.1.1 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์

- ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลโค กระบือ สุกร ม้า แพะ แกะ ค้างคาว และสัตว์อื่นๆ ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืช ซากสัตว์ที่เป็นอาหารผ่านกระบวนการย่อยสลายจากสัตว์ปริมาณธาตุอาหารจะมีมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นกับชนิดของสัตว์และอาหารที่สัตว์กินเข้าไป [20]

2.9.2 ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง หมายถึง ปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช หรือเรียกว่า ปุ๋ยจุลินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์ไม่ทุกชนิดที่จะใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพได้ แต่ต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ ที่สามารถสร้างธาตุอาหารขึ้นทางชีวภาพ แล้วแบ่งให้พืชใช้ได้หรือมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะเจาะจงในการสร้างสารบางอย่างออกมามีผลทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารหลักที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

2.9.2.1 ชนิดของปุ๋ยชีวภาพ

- ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืชโดยจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างธาตุอาหารพืชได้ในปัจจุบันพบเพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ประกอบด้วยแบคทีเรียและแอคทีโนมัยซีท จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ มียีน ไนโตรจีเนส (Nitrogenase genses) เป็นองค์ประกอบในจีโนม มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการสร้างเอนไซม์ไนโตรจีเนส และควบคุมกลไกการตรึงไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์กลุ่มนี้ ให้มีขบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศที่มีประสิทธิภาพ ปุ๋ยชีวภาพประเภทนี้สามารถแบ่งตามลักษณะความสัมพันธ์กับพืชอาศัยได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพที่ที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Symbiosis) ปุ๋ยชีวภาพกลุ่มนี้มีแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงมากเป็นส่วนประกอบสามารถทดแทนไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีให้กับพืชอาศัยได้มากกว่า 50 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ชนิดของพืชอาศัย รวมทั้งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น แบคทีเรียสกุล ไรโซเบียม ในกลุ่มนี้พืชอาศัยจะได้รับไนโตรเจนที่ตรึงได้ทางชีวภาพจากจุลินทรีย์ไปใช้โดยตรง สามารถนำไปใช้ในการสร้างการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแบบที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบอิสระ (non-symbiotic N 2-fixing bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนต่ำ จึงสามารถทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืชที่อาศัยอยู่เพียงระหว่าง 5-30 % ขึ้นอยู่กับสกุลของจุลินทรีย์และชนิดพืชที่จุลินทรีย์อาศัยอยู่และพื้นฐานระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น *Acetobacter diazotrophicus*

- ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชโดยปุ๋ยชีวภาพในกลุ่มนี้ช่วยเพิ่มประโยชน์ธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ละลายน้ำยากให้เป็นประโยชน์กับพืชได้มากขึ้นโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวรากสำหรับการดูดซึมให้กับพืช ด้วยการเพิ่มปริมาณบริเวณรากพืชด้วยเส้นใยของจุลินทรีย์ ช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ยาก เช่น ฟอสฟอรัสและแคลเซียม ทำให้ธาตุอาหารมีโอกาสได้สัมผัสรากและถูกดูดมาใช้ได้มากขึ้น จึงช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ให้กับพืช รวมทั้งจุลินทรีย์บางกลุ่มที่สามารถสร้างกรดอินทรีย์หรือเอนไซม์บางชนิด ที่สามารถช่วยละลายหรือย่อยฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายขึ้น จึงทำให้ธาตุอาหารดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่น ไมโคไรซ่า

## 2.10 เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp.

2.10.1 การจัดจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* sp. เชื้อรา *Trichoderma* sp. [22] จัดอยู่ใน

Kingdom Fungi

Division Ascomycota

Class Euascomycetes

Order Hypocreales

Family Hypocreaceae

Genus Trichoderma

2.10.2 ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อรา *Trichoderma* sp.

เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) จัดเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ชั้นสูงที่เจริญได้ดีในดิน เศษซากพืช ซากสิ่งมีชีวิตรวมทั้งจุลินทรีย์ และอินทรียวัตถุตามธรรมชาติ เชื้อบางสายพันธุ์สามารถเป็นปรสิต (parasite)โดยการพันรัดเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืชแล้วสร้างเอนไซม์เช่น ไคติเนส (chitinase) เบต้า-1,3 กูลคาเนส (β-1,3-glucanase) และเซลลูเลส (cellulase) ซึ่งมีคุณสมบัติย่อยสลายผนังเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืช จากนั้นแทงเส้นใยเข้าไปเจริญอยู่ภายในเส้นใยเชื้อโรคพืช เป็นเหตุให้เชื้อโรคพืชสูญเสียความมีชีวิตส่งผลให้ปริมาณของเชื้อโรคพืชลดลง [23] นอกจากนี้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ส่วนใหญ่จะเจริญสร้างเส้นใยและสปอร์ได้ค่อนข้างรวดเร็ว จึงทำให้มีความสามารถสูงในการแข่งขัน (competition) กับเชื้อโรคพืชด้านการใช้อาหารและแร่ธาตุต่างๆจากแหล่งอาหารในธรรมชาติตลอดจนการใช้สารที่จำเป็นต่อการเจริญของเส้นใยได้เป็นอย่างดี ขณะที่บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotics) ไตรโคเดอร์มิน (trichodermin) ออกมาเพื่อยับยั้งหรือเข้าทำลายเส้นใยของเชื้อโรคจนเกิดการเหี่ยวสลายได้[16]โดยเชื้อราชนิดนี้เป็นเชื้อราที่เจริญรวดเร็วบนอาหารหลายชนิด สร้าง conidiophore ที่แตกกิ่งก้านสาขาโดยที่ปลาย conidiophore มีโครงสร้างให้กำเนิด conidium หรือ spore เรียกว่า phialide รูปร่างคล้ายลูกโบว์ลิ่ง conidium ซึ่งเกิดจากปลาย phialide จะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน เห็นเป็นสีเขียวหรือใส [24]

2.10.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* sp. มีดังนี้ [25]

2.10.3.1 โคโลนี (colony) เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. มีการสร้างเส้นใยที่เจริญเติบโตเร็ว เริ่มแรกโคโลนีมีผิวหน้าเรียบไม่มีสีหรือมีสีขาวต่อมาโคโลนีมีลักษณะเป็นปุยฝ้ายฟูอย่างหลวม ๆ (loosely floccose) หรือเป็นกระจุกหนาแน่น (compactly tuft) หรือ มีลักษณะทั้งสองแบบในโคโลนีเดียวกันหรือมีลักษณะอยู่ระหว่างทั้ง 2 แบบ การเกาะกันเป็นกระจุกของโคโลนีมีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของก้านชูสปอร์ (conidiophore)

2.10.3.2 โคนิเดีย (conidia) หรือ สปอร์ (spore) เกิดเดี่ยว ๆ และเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนกลมหรือค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 15 ไมครอน อยู่บนปลาย phialide ซึ่งการเกิดสปอร์ต่อกันเป็นแถวพบน้อยมากและเป็นแถวสั้นๆ บางครั้งกลุ่มสปอร์ที่เกิดบน phialide ข้างเคียงอาจรวมกันเป็นก้อน (conidial head) ที่ใหญ่ขึ้น ผนังของสปอร์เรียบ หรือบางครั้งพบขรุขระเล็กน้อย ไม่มีสี (hyaline)หรือมีสีเขียวปนเหลืองจนถึงสีเขียวดำเข้มรูปร่างค่อนข้างกลม บริเวณที่สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นวงรอบ หรือเป็นวงแหวน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของแสงและเมื่อโคโลนีมีอายุมากขึ้นจะมีการสร้างก้านชูสปอร์ ขึ้นมาใหม่อีกบริเวณรอบนอกที่สร้างสปอร์ ทำให้เห็นการเกิดวงรอบ (zonation) ไม่ชัดเจน บางไอโซเลท มีลักษณะเป็นแบบปุยฝ้าย (floccose) การสร้าง zonation สามารถสังเกตได้ในขณะที่เชื้อยังมีอายุน้อยเท่านั้น

2.10.3.3 ก้านชูสปอร์ (conidiophore) ก้านชูสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* sp. มีการแตกกิ่งก้านหลายแบบและสร้างสลับซับซ้อนกันมากมองดูโครงสร้างด้านนอกเป็นรูปกรวย (conical) หรือแบบปิรามิด (pyramid)

2.10.3.4 Phialide เป็นก้านชูสปอร์ที่อยู่ปลายสุดให้กำเนิดสปอร์ ส่วนมากจะมีรูปร่างคล้ายขวดรูปชมพู่ (flask) หรือ ลูกพินโบว์ลิ่งที่ฐานแคบกว่าตรงกลางเล็กน้อยและค่อยๆ เรียวไปยังส่วนปลายซึ่งตรงปลายจะเป็นรูปกรวยแคบๆ (conical neck) หรือรูปร่างใกล้จะเป็นทรงกระบอก (subcylindricalterminal phialide)

2.10.3.5 Chlamydospore เป็นสปอร์ที่มีผนังหนา สร้างขึ้นเพื่อความอยู่รอด ส่วนใหญ่จะสร้างระหว่างเส้นใยส่วนที่บริเวณปลายเส้นใยไม่ค่อยพบ มีรูปร่างกลม (globose) เป็นส่วนใหญ่ ส่วนรูปกระสวย (ellipsoid) พบน้อยมาก [26]

2.10.4 กลไกการควบคุมโรคโดยชีววิธีของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp.

2.10.4.1 การแข่งขัน (competition)

หมายถึงการที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดหรือมากว่าเจริญอยู่ด้วยกันมีความต้องการอาหารและที่อยู่อาศัย เมื่ออาหารที่มีอยู่ไม่เพียงพอจึงทำให้เกิดการแข่งขันกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ธาตุอาหารและปัจจัยอื่นๆสำหรับการเจริญเติบโต เชื้อรา *Trichoderma* sp. มีความสามารถในการเข้าครอบครองรากพืชได้รวดเร็วกว่าเชื้อที่เป็นสาเหตุโรคพืช ถ้าในดินที่ใช้ในการเกษตรมีปริมาณของเชื้อรา *Trichoderma* sp. สูงย่อมพิสูจน์ได้ว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถที่จะเป็นผู้แข่งขันที่ดีในด้านการแย่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มโอกาสในการแข่งขันกับเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคได้มากขึ้นด้วย [16] ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการแก่งแย่งแข่งขันก็คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) คุณสมบัติของดินรวมทั้งสภาพแวดล้อมอื่นๆ ด้วย [27]

2.10.4.2 การเป็นปรสิต (parasitism)

เชื้อรา *Trichoderma* sp. บางสายพันธุ์เป็นปฏิปักษ์โดยตรงต่อเชื้อโรคพืช โดยการพันรัด แล้วแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืชทำให้เส้นใยตาย การเป็นปรสิตของเชื้อรา *Trichoderma* sp. เป็นการสร้างเส้นใยเจริญพันรอบ ๆ เส้นใยของเชื้อสาเหตุของโรคพืชและส่งเอนไซม์ β-1,3-glucanase และ chitinase เพื่อจะย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อสาเหตุโรคพืช [16]

2.10.4.3 การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotics)

หมายถึง การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากสารที่สร้างขึ้นโดยสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง สารดังกล่าวนี้จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโต หรืออาจทำให้ตายได้ สารเคมีดังกล่าว อาจเป็นสารปฏิชีวนะ (antibiotics) และสารจำพวกเอนไซม์ (extracelluar enzymes) เอนไซม์ที่สำคัญในการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ คือ เอนไซม์ protease, chitinase และ cellulase ทั้งการสร้างเอนไซม์และการสร้างสารปฏิชีวนะหรือสารพิษอาจออกฤทธิ์ร่วมกัน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สามารถเข้าทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้อย่างกว้างขวาง [27]

2.10.5 ประโยชน์ของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp.

2.10.5.1 ลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. บางสายพันธุ์มีคุณสมบัติช่วยลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดยสามารถพันรัดเส้นใย แล้วปล่อยเอนไซม์หลายชนิด เช่น chitinase และ cellulase เพื่อสลายผนังเส้นใยของเชื้อโรคพืชก่อนที่จะแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปภายในของเชื้อโรคพืช เชื้อรา *Trichoderma* sp. จะเจริญอย่างรวดเร็วโดยใช้อาหารภายในเส้นใยของเชื้อโรคพืช กิจกรรมด้านการเจริญของเส้นใยเชื้อโรคพืชจะลดลงอย่างมาก ส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของเชื้อโรคพืชลดลงไปด้วยนอกจากนี้ ในกรณีที่เชื้อโรคพืชกำลังเข้าทำลายรากพืชหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น บริเวณแผลหรือรอยตัด เชื้อรา *Trichoderma* sp. จะทำหน้าที่ขัดขวางกิจกรรมการเข้าทำลายของเชื้อโรคบริเวณดังกล่าวได้ โดยการแข่งขันการใช้อาหารและรบกวนการเจริญของเชื้อโรคพืชทุกระยะ เช่น การงอกของสปอร์การเจริญและพัฒนาของเส้นใย การขยายพันธุ์ การสืบพันธุ์เป็นผลมาจากการรบกวนและขัดขวางกิจกรรมต่างๆ ของเชื้อโรคจะส่งผลให้ความรุนแรงของการเกิดโรคพืชลดลงได้ในที่สุด

2.10.5.2 ลดปริมาณเชื้อราสาเหตุโรคพืช

เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. สามารถเข้าทำลายส่วนที่เป็นโครงสร้างของเชื้อสาเหตุโรคพืชซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อการสืบพันธุ์ หรือเพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพแวดล้อมที่

ไม่เหมาะสมได้ เช่น ในกรณีของเชื้อรา *S. rolfsii* จะถูกเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทำให้ฝ่อตายไปก่อนที่จะมีโอกาสงอกเป็นเส้นใยเพื่อเข้าทำลายพืช

2.10.5.3 เพิ่มการเจริญเติบโตของพืช

เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จะช่วยป้องกันการเข้าทำลายเชื้อโรคพืชได้หลายชนิดแล้ว ยังพบว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและการสร้างดอกของพืชอีกหลายชนิดไม้ดอกไม้ประดับที่ปลูกในกระถาง พืชผักต่างๆ กล้าไม้ที่เพาะด้วยเมล็ด ตลอดจนกิ่งปักชำและพืชหัว โดยจะมีผลต่อการเพิ่มขนาดและความสูงของต้น น้ำหนักของต้นพืชทั้งต้น น้ำหนักของหัวตั้งแต่ 10-60 % เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. สำหรับกลไกที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ก็มีผู้รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตต่างๆ ได้เองในขณะที่บางกรณีเชื่อว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สร้าง สารไปกระตุ้นให้พืชสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตมากกว่าปกติและบางกรณีพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไปขัดขวางหรือทำลายจุลินทรีย์ต่างๆ ที่รบกวนระบบรากของพืช ทำให้ระบบรากพืชสมบูรณ์และแข็งแรง สำหรับในกรณีของการเพาะเมล็ดที่ปลูกในดินซึ่งคลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* sp. พบว่าเมล็ดจะงอกเร็วกว่าปกติ 2-3 วัน และต้นกล้าจะมีขนาดใหญ่โตกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่ามี % การงอกและจำนวนต้นรอดตายเพิ่มมากขึ้นด้วย [28]

## 2.11 หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

2.11.1 คุณสมบัติของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma viride*

2.11.1.1 ช่วยชักนำการเจริญเติบโต ราก ลำต้น ใบ

2.11.1.2 ช่วยย่อยสลายวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร ให้กลายเป็นกลูโคส และธาตุอาหารไนโตเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

2.11.1.3 ช่วยควบคุมเชื้อราก่อโรค โดยเชื้อราปฏิปักษ์ *T. viride* จะทำให้เชื้อราก่อโรคบนฝักโกงกางใบเล็ก และเมล็ดแสมขาว หยุดชะงักการเจริญเติบโต

2.11.1.4 ให้ผลผลิตที่ดี ลดการใช้สารเคมี

2.11.2 การใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์อัดเม็ดเพื่อการเพาะกล้าไม้

2.11.2.1 เพาะกล้าไม้ป่าชายเลน ในอัตราส่วน 30-40 กรัม/ต้น เป็นเวลา 6 เดือน จะช่วยให้ราก ลำต้นใบ ของไม้ป่าชายเลนเจริญเติบโตได้ดี ไม่เป็นโรค

2.11.2.2 การใช้ประโยชน์หัวเชื้อราอัดเม็ดสำหรับเพาะกล้าไม้เพื่อการเกษตรและผัก Hydroponic การนำหัวเชื้อราอัดเม็ดสำหรับเพาะกล้าไม้ ได้แก่ ยางพารา มะขาม ทับทิม โกงกาง

และแสม เพื่อการเกษตรแบบอินทรีย์โดยใส่หัวเชื้อราอัดเม็ด 30-40 กรัม/ต้น บ่มต้นกล้าไม้เป็นเวลา 6 เดือน จะช่วยให้ราก ลำต้นใบ ของไม้ยางพาราเจริญเติบโตได้ดีไม่เป็นโรค การปลูกผักสวนครัว และสลัดแบบเกษตรอินทรีย์และแบบ Hydroponic ให้ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดต่อน้ำเท่ากับ 1:100 สำหรับเพาะกล้าไม้ผักสวนครัว อายุ15 วัน หลังจากนั้นนำกล้าไม้ที่ได้ไปปลูกในแปลง ทุกเดือนให้ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี จนถึงช่วงเร่งดอกให้ใส่สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลืออัดเม็ดเพื่อเร่งผลผลิต [29]

## 2.12 สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ คือ ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตมาจาก ขี้แดดนาเกลือ หรือดินหนังหมา ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงของการหยุดพักทำนาเกลือ โดยปกติฤดูกาลการทำนาเกลือจะเริ่มต้นในช่วงฤดูแล้ง คือประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน เนื่องจากต้องพึ่งแสงแดดในการแผดเผาน้ำทะเลเพื่อเพิ่มความเค็มกระทั่งเกลือตกผลึก และจะหยุดพักแปลงนาในช่วงฤดูฝน ราวเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในช่วงระหว่างการพักท้องนาชาวนาเกลือจะปล่อยน้ำออกจากแปลงนาให้หมด เมื่อนาฝนที่ตกลงมาชะล้างความเค็มที่อยู่บนพื้นดิน นาที่ไหลลงมาขังอยู่ในแปลงน้ำจะมีสภาพเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำจืดทำให้เกิดสาหร่ายและตะไคร้น้ำที่พื้นแปลงนาจำนวนมาก กระทั่งปลายเดือนตุลาคมที่ฝนเริ่มหมด พื้นแปลงนาก็จะเริ่มแห้งสนิทตะไคร้ที่เคยเกาะแน่นอยู่ตามพื้นนาก็จะเริ่มแห้ง ร่อนเป็นแผ่นสีน้ำตาลหนาประมาณ 2-5 มิลลิเมตร คล้ายการตกสะเก็ด รวมทั้งยังมีกลิ่นเหม็นที่รุนแรงคล้ายกลิ่นสุนัขตาย ชาวนาเกลือจึงเรียกตะไคร้และสาหร่ายที่แห้งบนแปลงนาเกลือว่าดินหนังหมา ซึ่ง ดินหนังหมา นี้เป็นของเหลือจากเกษตรกรที่ทำนาเกลือเนื่องจากเป็นภาระที่จะต้องกำจัดออกจากแปลงนาให้หมดก่อนทำนาเกลือครั้งต่อไป เพราะหากขี้แดดนาเกลือยังคงเหลืออยู่ ในแปลงนาจะบดบังแสงแดด ทำให้นาเกลือตกผลึกได้น้อย อีกทั้งเศษที่เหลืออยู่ จะปะปนมากับผลึกเกลือ เกลือที่ได้จึงมีคุณภาพต่ำ มีสีดำ ไม่ขาวใสทำให้ขายไม่ได้ราคา และเพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาสร้างประโยชน์จึงได้มีการศึกษาคุณสมบัติขี้แดดนาเกลือ พบว่ามีธาตุฟอสฟอรัส 0.13 % และธาตุโพแทสเซียม 2 % ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ผลการศึกษาในลักษณะทางกายภาพพบว่าขี้แดดนาเกลือมีคุณสมบัติช่วยอุ้มน้ำได้ดี เมื่อนำไปใส่ในดินจะช่วยให้ดินร่วนซุย ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เพื่อนำไปใช้ในการเกษตรทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี [30]

## 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัทลีวัลย์ และจันจิรา [31] ได้ทำการศึกษาการใช้ผงเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ สวก. ลำปาง เบอร์ 2 (Th-LARTC # 2) เพื่อควบคุมโรคโคนเน่าของพริก ที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* โดยการใส่เชื้อรา Th-LARTC # 2 ที่อัตราส่วนต่างๆ ให้กับต้นพริก อัตราต้นละ 50 กรัม (รองก้นหลุม 25 กรัม และโรยโคนต้นพริก 25 กรัม) ผลการทดลองพบว่า การใช้ผงเชื้อรา Th-LARTC # 2 ที่อัตราส่วน 1:50 โดยน้ำหนัก มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคโคนเน่าได้ดีที่สุดทั้งในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงปลูก โดยมีต้นพริกรอดตายจากโรคโคนเน่าสูงสุดร้อยละ 88.75 ในสภาพโรงเรือนและรอดตายจากโรคโคนเน่าสูงสุดร้อยละ 91 ในสภาพแปลงปลูก นอกจากนี้ยังสามารถให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่าแปลง Control ถึง 29.84 %

มณฑา, ปรีชา และสมยศ [32] ได้ทำการทดลองนำเชื้อรา *T. harzianum* คลุกลงในดินเพื่อปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีเชื้อรา *S. rolfsii* เจริญอยู่ จากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถลดความเสียหายของโรคเมื่อต้นถั่วเหลืองอายุ 30 วัน หลังปลูกได้มากที่สุดถึง 62 % และนอกจากนี้ทำให้ความสูงตลอดจนน้ำหนักของถั่วเหลืองฝักสดเพิ่มขึ้น

มานะ, เสถียรอนงค์ และสากล [33] ได้ทำการแยกเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จากดินป่าและดินเกษตรกรรมในภาคใต้ของประเทศไทยได้ 183 สายพันธุ์ จากการศึกษาพบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. 4 สายพันธุ์และ เชื้อรา *Gliocladium* sp. 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญในภาคใต้ 3 ชนิดคือ *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii*

ภารณี และคณะ [34] ได้ทำการแยกเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จากดินเกษตรกรรมที่ปลูกถั่วใน 5 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย พบว่ามีเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ทั้งสิ้น 462 สายพันธุ์ และได้ทำการศึกษาเชื้อราปฏิปักษ์เพื่อควบคุมเชื้อรา *R. solani* และจากการศึกษาพบว่า เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ TNI-54. ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมเชื้อรา *R. solani*

สิทธิศักดิ์ [35] ได้ทำการศึกษาคัดเลือกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเหลือง เพื่อควบคุมเชื้อรา *C. truncatum* ที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง โดยพบว่าไอโซเลท ที่เป็นเชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถการยับยั้งเชื้อรา *C. truncatum* สูงถึง 80.05 % และเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. และสารกำจัดเชื้อราไธแรมในการป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส จากเชื้อรา *C. truncatum* บนเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ชม.2 โดยวิธีการคลุกเมล็ดพบว่าทั้ง *Trichoderma* sp. และสารกำจัดเชื้อราไธแรม สามารถลดการเกิดโรคและช่วยเพิ่ม % การงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

พรหมมาศ และอิทธิสุนทร [36] ได้ศึกษาวิจัยการใช้ผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีที่ได้จากเชื้อรา *T.harzianum* และ*B.subtilis* อัตรา$10^3$-$10^6$ CFU/mLในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P.myriotylum* สาเหตุโรครากเน่าของผักสลัดในสภาพ *in vitro* พบว่าทุกผลิตภัณฑ์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. myriotylum* ได้ โดยผลิตภัณฑ์ของเชื้อรา *T. harzianum* 3 ชนิด ชนิดที่ 1 อยู่ในรูปของสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ชนิดที่ 2 และ 3 อยู่ในรูปสูตรผงละลายน้ำ (formulated powder) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. myriotylum* ได้ 22-100 % , 77-100 % และ 100 % ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์ของ *B. subtilis* สามารถยับยั้งการเจริญของ *P. myriotylum* ได้ 56-90 % นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียบริเวณเขตรอบรากพืชที่แยกได้จำนวน 16 ไอโซเลท ในอัตรา $10^6$ CFU/mL ก็สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. myriotylum* ในสภาพ *in vitro* ได้ตั้งแต่ 38-96 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรีย บริเวณเขตรอบรากพืชที่แยกได้จากระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน อาจเป็นจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและศักยภาพในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้

อรรจนา และวัลยา [37] ทำการทดลองทำนา (กข.36) เพื่อทดสอบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 250-300 กิโลกรัมต่อไร่ นำไปไถพรวนทิ้งไว้ 1 เดือนก่อนทำการปักดำ ร่วมกับการฉีดด้วยน้ำหมักชีวภาพสูตรหอยเชอรี่ในทุกเดือน เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีผลสรุปการทดลองปุ๋ยทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว และน้ำหนักของเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด มีน้ำหนัก 25.09 กรัม เท่ากัน

แพรทอง [38] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมโรครากเน่าของผักกาดหอมพันธุ์กรีนคอส (green cos) ที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยมีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมโรครากเน่าของผักกาดหอมได้ดี ช่วยให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีเทียบเท่ากับผักกาดหอมปกติในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่เกิดโรคจากเชื้อรา *P. aphanidermatum*

ขวัญเนตร [39] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* โดยการใช้สปอร์แขวนลอยของเชื้อราสายพันธุ์ CB-Pin-01, T05 และT152 เพื่อยับยั้งโรคราใบดำที่มีสาเหตุมาจาก *Pseudocercospora fuligena* โดยพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Trichoderma hazianum* สายพันธุ์ CB-Pin-01,T05 และ T152 ลงบนวัสดุปลูกไร้ดินและบนต้นมะเขือเทศทุกๆ 2 สัปดาห์ รวม 5 ครั้ง พบว่า สปอร์แขวนลอยที่ความเข้มข้น 1 x $10^4$ สปอร์/มิลลิลิตร สามารถช่วยลดความรุนแรงของโรคราใบดำไม่แตกต่างจากการใช้สารเคมี mancozeb ในการควบคุม

ทรงยศ และถนอมจิตร [40] ได้ทำการศึกษาการใช้สารภูไมท์เพื่อการป้องกันเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการปลูกข้าว โดยทำการทดลองปลูกข้าวสายพันธุ์ต่างๆ บนกระถางปลูกในโรงเรือน ทดลองโดยทำการปักดำข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีอายุ 10 วันลงไป โดยในแต่ละกระถางมีอัตราส่วนของภูไมท์ 4 กลุ่มการทดลอง คือ 1. ควบคุม 2. สารภูไมท์ 40 กรัม ต่อดินปลูก 200 กรัม 3. สารภูไมท์ 60 กรัมต่อดินปลูก 200 กรัม และ4. สารภูไมท์ 80 กรัม ต่อดินปลูก 200 กรัม จากนั้นทำการปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงในกระถางทดลอง จำนวนกระถางละ 5 ตัว แล้วคลุมด้วยพลาสติกป้องกันแมลงชนิดอื่นรบกวนศึกษาอัตราการวางไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและพื้นที่มูลหวานพบว่าสารภูไมท์สามารถเพิ่มความต้านทานให้แก่ต้นข้าว โดยทำให้พื้นที่มูลหวานและอัตราการวางไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลดลงถึง 30 %

สุจิตราและคณะ [13] ได้ทำการศึกษาการตกค้างของสารเคมีก่อนและหลังจากการทำนาโดยทดลองปลูกข้าวในแปลงทดลอง ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าปริมาณธาตุอาหารในดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง และนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโลหะหนักในดินก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันได้แก่ ทองแดง (9.6±0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) ตะกั่ว (924.80±0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) และสังกะสี (34.00±0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) หลังจากวิเคราะห์ดินด้วยเครื่อง อะตอมมิกแอบซอนชั่นสเปกโตมิเตอร์

สายชลและคณะ [11] ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 8 ทรีตเมนต์ โดยแต่ละทรีตเมนต์ชนิดของปุ๋ยและปริมาณการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของผักบุ้ง เมื่อผักบุ้งมี อายุ 15, 21 และ 25 วัน และปริมาณผลผลิตของผักบุ้งหลังจากมีอายุเก็บเกี่ยว (กิโลกรัม) พบว่า ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลวัว มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดและให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด มีผลผลิตถึง 2,564 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมีแต่ใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว

สุกาญจน์ [5] การศึกษาการชักนำการเจริญด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ด โดยทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากป่าเลนทดสอบการเจริญของโกงกางใบเล็กโดยการใช้หัวเชื้อราใส่ลงไปขณะเพาะกล้าไม้แล้วนำไปปลูกในนากุ้งร้างผลสรุปของการทดลองเชื้อ *Trichoderma viride* ชักนำการเจริญดีที่สุดมีอัตราการรอด 100 % มีการเจริญเติบโต ใบ ลำต้น และรากถึง 125 % เปรียบเทียบกับแปลงควบคุม

สุกาญจน์ [17] ได้ศึกษาการใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์อัดเม็ดราชมงคลเพื่อชักนำการเจริญเติบโตของผักสวนครัวพบว่าหัวเชื้อราปฏิปักษ์อัดเม็ดราชมงคลมีประสิทธิภาพสามารถชักนำการเจริญเติบโตของพืชผักสวนครัว ส่งผลให้น้ำหนักราก ลำต้น ใบ ของคะน้า และผักบุ้งดีกว่าชุดควบคุม 2-3 เท่า

Howell [42] ทำการศึกษาคุณสมบัติเชื้อรา *Trichoderma harzianum* พบว่าเชื้อราสามารถชักนำให้พืชสร้าง fungitoxin, chitinase และ callose เพิ่มมากขึ้นในชั้นผิวด้านในของผนังเซลล์ ทำให้พืชมีความต้านทาน ต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคได้มากขึ้น

Intana *et al.* [43] ศึกษาประสิทธิภาพเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ที่เกิดการกลายพันธุ์และสายพันธุ์ดั้งเดิมพบว่าเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ทั้งสองสายพันธุ์สามารถผลิตสาร harzianic acid, harzianic acid isomer และpenty pyrone ได้จากการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงเรือนพบว่าสารดังกล่าวมีผลในการเพิ่มน้ำหนักสดของต้นและรากแตงกวาได้ และเมื่อนำเชื้อรา *Trichoderma harzianum* มาทดสอบการเพาะเมล็ดแตงกวาด้วยวิธีคลุกดินด้วยเชื้อรา *T. harzianum* แล้วนำเมล็ดลงไปปลูกพบว่าเมล็ดจะงอกเร็วกว่าปกติ 2-3 วัน

Widyastuti, Harjono, and Yuniarti [44] ศึกษาการทดลองใช้เชื้อรา *Trichoderma reesei*, *Trichoderma harzianum* และ *Trichoderma koningii* เพื่อควบคุมโรครากและโคนเน่าของต้นกล้าสนที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *S. rolfsii* ในพื้นที่เขตร้อนในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าเชื้อรา *T. harzianum* และ*T. reesei* สามารถเข้าพันรัดรอบเส้นใยของ *S. rolfsii* และเมื่อทำการทดสอบในสภาพโรงเรือนพบว่าการใส่เชื้อรา *Trichoderma* sp. ลงในดินก่อนการเติมเชื้อรา *S. rolfsii* ลงไปเป็นระยะเวลา 4 วัน สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุด และส่งเสริมเจริญเติบโตได้เร็วกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่า % การงอกและจำนวนต้นรอดตายเพิ่มมากขึ้นด้วย

Cuevas [45] ศึกษาพบว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp.ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตของต้นข้าวได้มากว่า การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวจึงสรุปว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. มีผลต่อการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของต้นข้าว

Rini and Sulochana [46] ได้ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งโรคเน่าคอดินของพริกที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma pseudokoningii* ไอโซเลท TR17 และ *T. hazianum* ไอโซเลท TR20 และเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescent* ไอโซเลท P28 และ P51 ในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก พบว่า สามารถลดความรุนแรงของโรคเน่าคอดินของพริก และยังสามารถส่งเสริมการเจริญของต้นพริกได้

Almeida *et al.* [47] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp.ในการควบคุมเชื้อราก่อโรคในพืชโดยการแยกเชื้อราจากดิน แยกได้จำนวน 15 ไอโซเลท จำแนกชนิดตามการผลิตเอนไซม์ในการย่อยสลายจากนั้นนำเชื้อราทั้ง15 ไอโซเลทมาทดสอบกับเชื้อราก่อโรคพืช *Rhizoctonia solani* บนจานเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการเมื่อบ่มครบ 5-7 วัน ดูการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืชจากเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จากการทดสอบพบว่าโคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma harzianum*

สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* ได้มากถึง 90 % และเมื่อนำเชื้อราไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบว่าเส้นใยของเชื้อรา *T. harzainum* มีการพันรัดเส้นใยของเชื้อรา *R. solani*

Dubey *et al.* [48] ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราโดยทำการคัดแยกเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้งหมด 10 isolate พบทั้งหมด 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Trichoderma viride, Trichoderma hazianum* และ *Trichoderma viren* พบว่า เชื้อราที่คัดแยกได้สามารถผลิตสารยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ โดยเชื้อรา *Trichoderma viride* มีการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราก่อโรค *Fusarium oxysporum*. ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของเมล็ด ทำให้รากยาว และยังช่วยลดอัตราการเหี่ยวเมื่ออยู่ในโรงเรือนอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า *Trichoderma* sp. ยังมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* และ Kalisena ที่ใช้เป็นสูตรในเชิงการค้าเพื่อยับยั้ง *Aspergillus niger* และยังพบอีกว่าเมื่อใช้ *T. hazianum* ร่วมกับคาร์บอกซิน ทำให้มีอัตราการงอกของเมล็ดสูงสุด โดยการใช้ *T. hazianum* $10^6$ spore/ml/10 g seed และใช้สารคาร์บอกซิน 2 g $kg^{-1}$ seed ทำให้เมล็ดมีอัตราการงอก 12.0 - 14.0 % ให้ผลผลิต 42.6 - 72.9 % และลดการเหี่ยว 44.1 - 60.3 % ในช่วงการทดลอง

Akrmi, Ibrahimov, and Zafari [49] ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* และ *Trichoderma aperellum* ในการยังยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวที่พบได้มากในถั่วเหลือง โดยทดสอบในระดับโรงเรือนโดยการใช้เชื้อรา *T.harzianum* และ *T. aperellum* คลุกลงในดินปลูกต้นถั่วเหลือง จากการทดสอบพบว่าเชื้อราที่ใช้ทดสอบทั้งสองชนิดสามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวได้ 26.30 - 61.10 %

Shanmugaiah *et al.* [50] พบว่าเชื้อรา *Trichoderma viride* สามารถชักนำการเจริญเติบโตของต้นฝ้าย ทำให้มีรากและลำต้นแข็งแรง และสามารถยับยั้งการเกิดโรคจากเชื้อ *Rhizoctonia solani* ได้อีกด้วย

John *et al*. [51] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการใช้เชื้อรา *Trichoderma viride* เพื่อควบคุมการเกิดโรคจากเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *adzuki* และเชื้อ *Pythium arrhenomares* โดยศึกษาทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และการปลูกในโรงเรือนพบว่าสามารถยับยั้งการเกิดโรคได้ดี นอกจากนี้จะส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดสูงสามารถลดความรุนแรงของโรคได้

Muhammad *et al.* [52] ได้คัดแยกเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จากน้ำตาลที่ได้จากหัวผักกาด จำนวน16 ไอโซเลท จากนั้นนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยนำทั้ง 16 ไอโซเลท มาทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Rhizoctonia solani* ที่เป็นเชื้อก่อโรค จากการทดลองพบว่า เชื้อราสายพันธุ์ T30 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Rhizoctonia solani* เมื่อนำไปศึกษาทางสัญฐานวิทยาพบว่าคือสายพันธุ์ *Trichoderma gamsii*

Khan *et al.* [53] ทำการศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพแบบผง จากแบคทีเรียและเชื้อรา เพื่อใช้ผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพควบคุมโรครากเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* และ *Fusarium udum* พบว่าการทดลองการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่ใช้เชื้อรา *Trichoderma hazianum* มีประสิทธิภาพในการควบคุมปมรากเหี่ยวของถั่ว ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* และ *Fusarium udum* นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีประสิทธิภาพช่วยทำให้เชื้อก่อโรคในดินลดลง

Kumar [54] ศึกษาการปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับ *Azotobacter* sp. และ เชื้อรา *T. harzianum* สามารถชักนำการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวให้เพิ่มสูงขึ้นและยังส่งผลต่อการเพิ่มของปริมาณผลผลิตถั่วเขียวได้ดีอีกด้วย

Hohmann *et al.* [55] ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้น *Pinus radiate* ซึ่งจากการศึกษาพบว่า เชื้อรา *Trichoderma* sp. มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมอัตราการรอด และส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้น *Pinus radiate* ให้สูงขึ้น

Mbarga *et al.* [56] ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma asperellum* ในการควบคุมการเกิดโรครากเน่าของเผือกที่เกิดจากเชื้อ *Pythium myriotyum* ในประเทศแคมมอรูนโดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการซึ่งจากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *T. asperellum* สามารถควบคุมเชื้อ *P. myriotyum* ได้ 66 % ในระยะเวลา 6 วัน

Parizi, Ansari, and Elaminejad [57] ได้ทำการศึกษาเชื้อรา *Trichoderma viride* ในการควบคุมทางชีวภาพเพื่อการต่อต้านเชื้อราก่อโรคเช่น เชื้อรา *Phoma exigua, Fusarium nygamai* และ *Rhizoctonia solani* ที่เกิดในกระเจี๊ยบ โดยทำการเพาะเลี้ยงแบบ dual culture technique พบว่า เชื้อรา *T. viride* สามารถยับยั้งเชื้อราที่ก่อโรคในการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีการยับยั้งสูงสุดกับเชื้อรา *Phoma exigua* โดยเชื้อรา *T. viride* มีรัศมีการเจริญของเส้นใยสูงถึง 71.76 % และยังพบว่าเชื้อราก่อโรคทั้งสามเชื้อ ได้แก่ *Phoma exigua, Fusarium nygamai* และ *Rhizoctonia solani* มีความไวต่อสารยับยั้งที่เชื้อรา *Trichoderma viride* ผลิตขึ้นโดยจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคได้ถึง 68 %

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. กะละมัง
2. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope)
3. กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (Compound microscope)
4. กระจกปิดสไลด์ (Cover glass)
5. กระบอกฉีด (Foggy)
6. กระบอกตวงพลาสติก
7. กระบอกตวงแก้ว
8. กระบอกปิเปต
9. กระถาง
10. กล้องถ่ายภาพ (Camera)
11. ขวดเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (Bottle)
12. ขวดรูปชมพู่ (Flask)
13. ขี้เลื้อย
14. เข็มเขี่ยเชื้อ
15. เข็มเขี่ยเชื้อปลายงอ
16. เครื่องชั่ง
17. เครื่องผสมปุ๋ย
18. เครื่องอัดเม็ด
19. จานเพาะเชื้อ
20. ช้อนตักสาร
21. ดีเกลือ
22. ตะเกียงแอลกอฮอล์
23. ตู้เขี่ยเชื้อ
24. ตู้อบ
25. ตะแกรง

26. ถุงพลาสติก
27. ถุงพลาสติกใส
28. ถาดหลุมเพาะกล้า
29. แท่งแก้วคนสาร
30. น้ำกลั่น
31. บีกเกอร์
32. ใบมีด (Blade)
33. ปิเปต
34. ปากคีบเครื่องวัดค่า pH meter
35. ปูนข้าว
36. สารปรับปรุงดินชีวภาพชีวภาพขี้แดดนาเกลือ
37. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)
38. ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0
39. แปลงทดลอง ขนาดพื้นที่ 25 ตารางเมตร จำนวน 18 แปลงทดลอง
40. พลั่ว
41. เมล็ดพันธุ์ข้าว ปทุมธานี 80
42. ไม้ขีด
43. เมล็ดข้าวฟ่าง
44. สายวัด
45. สไลด์
46. หนังยาง
47. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี
48. หม้อนึ่งความดันไอ
49. Hot plate
50. Immersion oil
51. Liquid Paraffin
52. Potato Dextrose Agar (PDA)
53. Rose Bengal Agar Base (RBA)
54. Vial

### 3.2 การวางแผนการทดลอง

ศึกษาการพัฒนาการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ โดยวางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Design, RCBD)

### 3.3 ทรีตเมนต์การทดลอง

การแบ่งกลุ่มการศึกษาทดลองออกเป็น 6 ทรีตเมนต์การทดลองโดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** ทรีตเมนต์การทดลอง

| ทรีตเมนต์ | ปริมาณปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. ควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 4. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| 5. ปุ๋ยยูเรีย | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 |
| 6. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 |

หมายเหตุ 1. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) 2. สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ
3. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี
4. ปุ๋ยยูเรีย
5. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

3.3.1 ขนาดของหน่วยทดลอง โดยแบ่งขนาดแต่ละแปลงทดลองให้มีขนาด ความกว้าง 5 เมตร และมีความยาว 5 เมตร โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 25 ตารางเมตร

3.3.2 ยกคันดินกั้นระหว่างแปลงเพื่อป้องกันการไหลรวมของน้ำในแต่ละกลุ่มการทดลอง

3.3.3 แต่ละทรีตเมนต์การทดลองมีการทดลองจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ

### 3.4 การเตรียมแปลงทดลอง

3.4.1 เตรียมแปลงทดลอง โดยใช้วิธีการไถนาด้วยรถไถเดินตามในพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกร ตำบลคลองเจ็ด อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

3.4.2 สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลอง 3 – 5 จุดต่อแปลง เพื่อทำการคัดแยกเชื้อราก่อนและหลังเพาะปลูกข้าว ดังรูปที่ 3.1

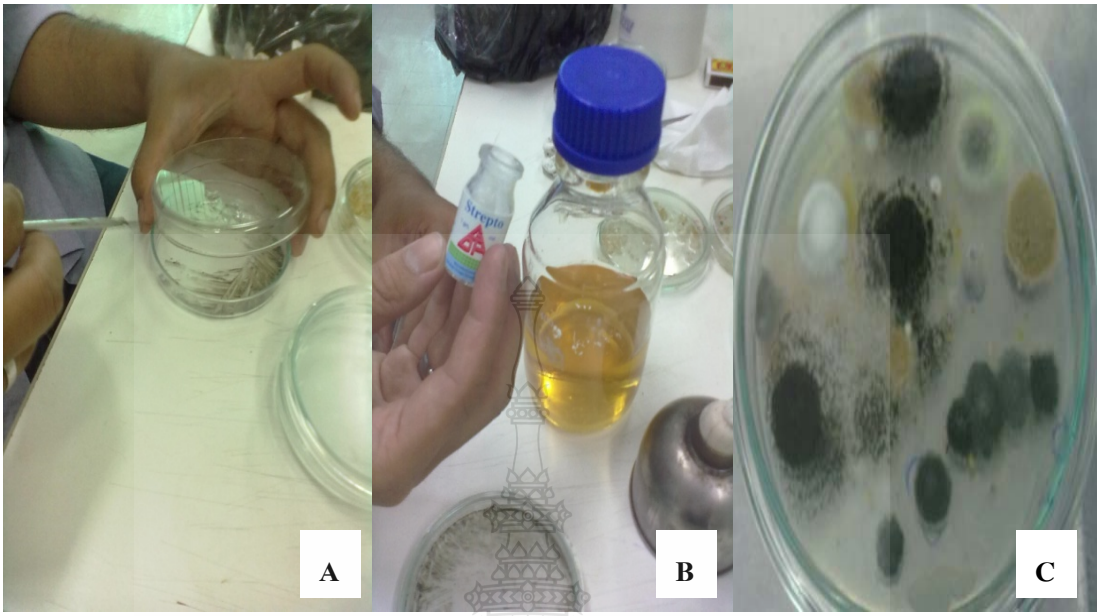
3.4.3 แยกเชื้อราจากดินและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยใช้วิธีการทางอ้อม 2 วิธีการ คือ Dilution plates method และ Soil plates method ดังนี้

**รูปที่ 3.1** การเตรียมแปลงทดลอง

A. แบ่งแปลงทดลองให้มีขนาด กว้าง 5 เมตร x ยาว 5 เมตร

B. สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลอง 3 – 5 จุดต่อแปลง

3.4.3.1 การแยกเชื้อราจากดินและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยวิธีการ Soil plates method นำดินน้ำหนักสด 1 กรัม Streak ลงไปในจานเพาะเชื้อที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วจากนั้น เทอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ใส่สารยับยั้งแบคทีเรีย Streptomycin ปริมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ทับลงบนตัวอย่างดิน และหมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ เพื่อให้อาหาร PDA กระจายไปทั่วจานเพาะเชื้อ (ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ) บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 5 – 7 วัน หลังจากนั้นเขี่ยเส้นใยของเชื้อราแต่ละชนิดที่เจริญเติบโตบนจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ลงตรงกลางจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PDA ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตรที่ใส่สารยับยั้งแบคทีเรีย Streptomycin แล้ว จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5 - 7 วัน ศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ถ่ายรูปเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA และทำ wet slide เชื้อราที่บริสุทธิ์ ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราและจัดจำแนกเชื้อรา ดังรูปที่ 3.2



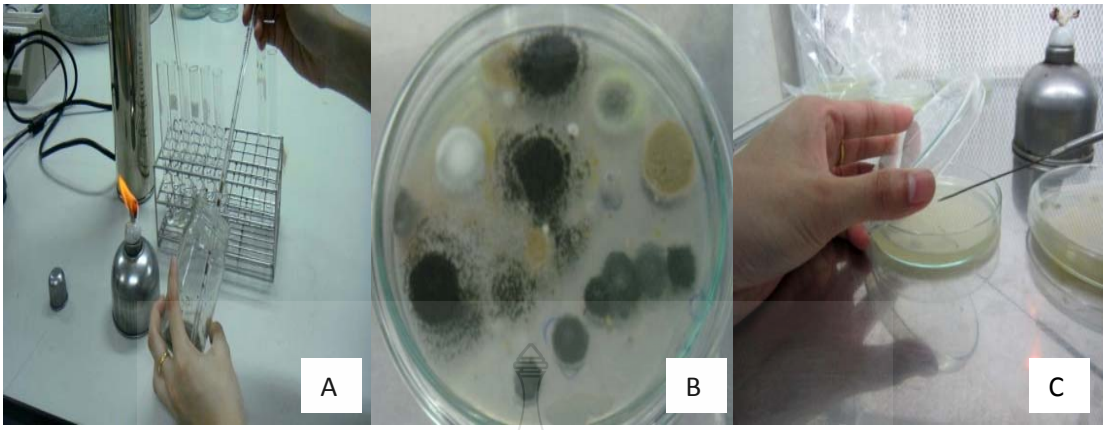

**รูปที่ 3.2** การแยกเชื้อราจากดินด้วย Soil Plate Method

A. นำตัวอย่างดิน 1 กรัมใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

B. อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ใส่สาร Streptomycin

C. ศึกษาการเจริญของเชื้อราบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

3.3.2.2 Dilution plates method นำตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ($10^{-1}$) เขย่า 2 - 3 นาที ดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตรทำการเจือจางที่ความเข้มข้น$10^{-1}$ จนถึง $10^{-7}$ จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นที่ความเจือจาง $10^{-1}$- $10^{-7}$ ใส่ลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA ที่ใส่ Streptomycin จากนั้น Spread Plate แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 – 7 วัน หลังจากนั้นเขี่ยเส้นใย ของเชื้อราแต่ละชนิดที่เจริญเติบโตบนจานเลี้ยงเชื้อ ลงตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตรที่ใส่สารยับยั้งแบคทีเรีย Streptomycin แล้วจากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 5 - 7 วัน ศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ถ่ายรูปเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA ทำ wet slide เชื้อราที่บริสุทธิ์ ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราแต่ละชนิด ถ่ายรูปลักษณะสปอร์ เส้นใยและโครงสร้างพิเศษต่างๆ ของเชื้อรา และจัดจำแนกเชื้อรา ดังรูปที่ 3.3




**รูปที่ 3.3** การแยกเชื้อราจากดินด้วย Dilution Plate Method

A. เจือจางตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

B. เชื้อราที่เจริญบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA

C. การแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์

## 3.5 การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

3.5.1 เตรียมอาหาร PDA เทลงในขวด Vial ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ

3.5.2 เขี่ยเชื้อราบริสุทธิ์ลงบนอาหารแข็ง PDA ที่บรรจุอยู่ในขวดVial จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ดังรูปที่ 3.4

3.5.3 เทพาราฟินเหลวทับบนเชื้อราบริสุทธิ์ปริมาตร 20 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเพื่อเก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์ให้เก็บได้ไว้เป็นระยะเวลานานและนำไปใช้สำหรับการศึกษาขั้นสูงต่อไป

**รูปที่ 3.4** การเก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์ด้วยพาราฟินเหลว

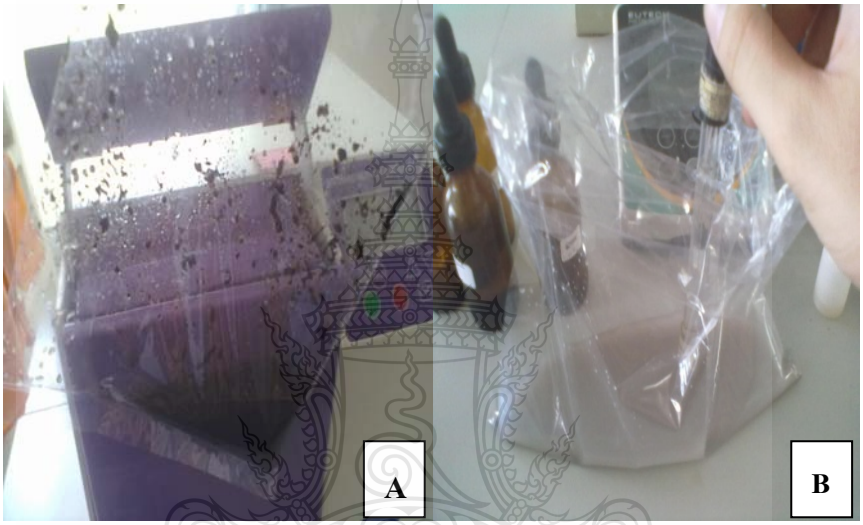
## 3.6 การวัดค่า pH ของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์

3.6.1 สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองจำนวน 3 - 5 จุด ต่อ ทรีตเมนต์การทดลอง

3.6.2 ชั่งตัวอย่างดิน น้ำหนัก 10 กรัม

3.6.3 นำตัวอย่างดินมาละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3.6.4 นำไปวัดค่า pH ของดินด้วยเครื่อง pH meter จากนั้นบันทึกผลการค่า pH ของดิน โดยจะทำการศึกษาค่า pH ของดินทั้งก่อนทำการทดลองและหลังจากการทำทดลองแล้ว ดังรูปที่ 3.5




**รูปที่ 3.5** การวัดค่า pH ของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์

A. นำตัวอย่างดิน 10 กรัมละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

B. วัดค่า pH ของดินด้วยเครื่อง pH meter

## 3.7 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของดินสำหรับเกษตรอินทรีย์

3.7.1 สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองจำนวน 3 - 5 จุด ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ต่อทรีตเมนต์การทดลอง [10]

3.7.2 นำดินแต่ละทรีตเมนต์มาตากให้แห้ง

3.7.3 ชั่งตัวอย่างดินหนัก 1 กิโลกรัม

3.7.4 แยกตัวอย่างดินแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน

3.7.5 นำตัวอย่างดินส่งตรวจหาปริมาณธาตุอาหาร ไนโตเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี บันทึกผลการศึกษาก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

### 3.8 การวัดค่า pH ของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์

3.8.1 สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ย (ปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด, สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ, ปุ๋ยยูเรีย, หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี) จากภาชนะบรรจุจำนวน 3 - 5 จุด

3.8.2 ชั่งตัวอย่างปุ๋ยแต่ละชนิด หนัก 10 กรัม

3.8.3 ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3.8.4 นำไปวัดค่า pH ของปุ๋ยด้วยเครื่อง pH meter จากนั้นบันทึกผลค่า pH ของปุ๋ยทุกชนิด ดังรูปที่ 3.6

**รูปที่ 3.6** การวัดค่า pH ของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์

A. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)

B. ปุ๋ยยูเรีย

C. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

D. สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

E. ปุ๋ยหนัก 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

F. วัดค่า pH ของตัวอย่างปุ๋ยด้วยเครื่อง pH meter

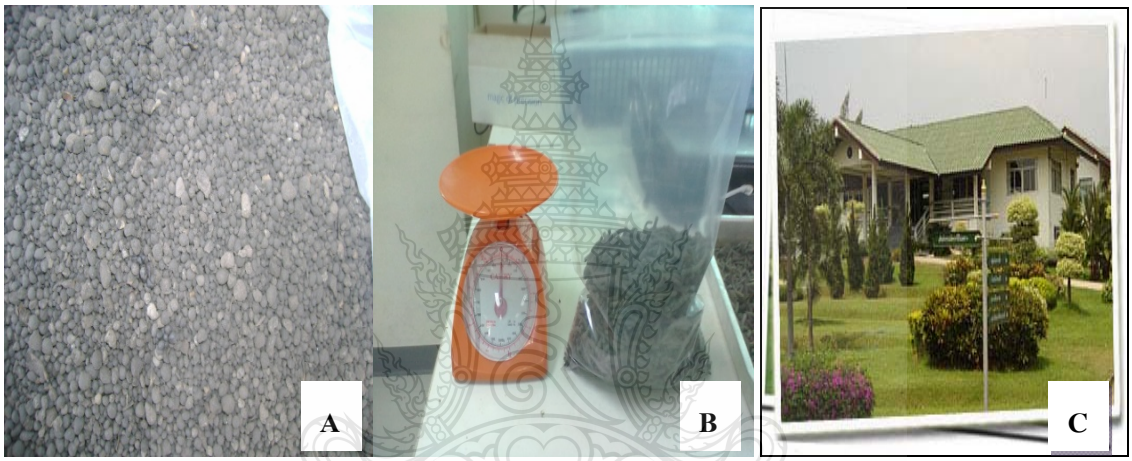
### 3.9 การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์

3.9.1 สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ย (ปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด, สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ, ปุ๋ยยูเรีย, หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี จากภาชนะบรรจุจำนวน 3 - 5 จุด

3.9.2 ชั่งตัวอย่างปุ๋ยหนัก 1 กิโลกรัม

3.9.3 แยกตัวอย่างปุ๋ยแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน

3.9.4 นำตัวอย่างปุ๋ยส่งตรวจหาปริมาณธาตุอาหาร ไนโตเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี บันทึกผลการศึกษา ดังรูปที่ 3.7




**รูปที่ 3.7** ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยสำหรับเกษตรอินทรีย์

A. สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยจากภาชนะบรรจุ

B. ปุ๋ยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

C. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี

### 3.10 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

3.10.1 การศึกษาอัตราการงอก

3.10.1.1 การศึกษาอัตราการงอกแบ่งออกเป็น 2 ทรีตเมนต์ โดยจะเปรียบเทียบกันระหว่าง แช่เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยน้ำกลั่น และแช่เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

3.10.1.2 นำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมาละลายน้ำในอัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

3.10.1.3 โดยชุดการทดลองที่ 1 แช่เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 จำนวน 5 เมล็ด ที่บรรจุน้ำกลั่น เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดข้าวออก พักไว้ในภาชนะ เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง (ใส่น้ำเล็กน้อยเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มแห้ง)

3.10.1.4 โดยชุดการทดลองที่ 2 แช่เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 จำนวน 5 เมล็ด ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดข้าวออก พักไว้ในภาชนะ เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง (ใส่น้ำเล็กน้อยเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มแห้ง)

3.10.1.5 ศึกษาอัตราการงอก โดยการทดลองแบ่งออกเป็นชุดละ 3 ซ้ำ ของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยการทดลองแบ่งออกเป็นชุดละ 3 ซ้ำ

3.10.2 การศึกษาอัตราการรอด

3.10.2.1 การศึกษาอัตราการรอดแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง โดยเปรียบเทียบกันระหว่าง เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่งอกโดยแช่ในน้ำกลั่นและเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่แช่ในน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

3.10.2.2 นำดิน ใส่ในถาดเพาะกล้าไม้ จำนวน 5 หลุมต่อชุดการทดลอง

3.10.2.3 โดยชุดการทดลองที่ 1 นำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่งอกหลังจากแช่ในน้ำกลั่น จำนวน 5 เมล็ด มาปลูกในถาดเพาะกล้าไม้ที่เตรียมไว้ในข้อ 3.10.2.2 จำนวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม รดน้ำทุกวันเป็นระยะเวลา 14 วัน

3.10.2.4 โดยชุดการทดลองที่ 2 นำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่งอกหลังจากแช่ในน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี จำนวน 5 เมล็ด มาปลูกในถาดเพาะกล้าไม้ที่เตรียมไว้ในข้อ 3.10.2.2 จำนวน 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม รดน้ำทุกวันเป็นระยะเวลา 14 วัน ดังรูปที่ 3.9

3.10.2.5 ศึกษาอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80โดยการทดลองแบ่งออกเป็นชุดละ 3 ซ้ำ และคำนวณผลที่ได้ด้วยสูตร ดังรูปที่ 3.8

สูตร % การงอกเทียบกับชุดควบคุม = (L-F/F) x 100 (3.1)

เมื่อ F = การงอกของรากชุดน้ำหัวเชื้อรา

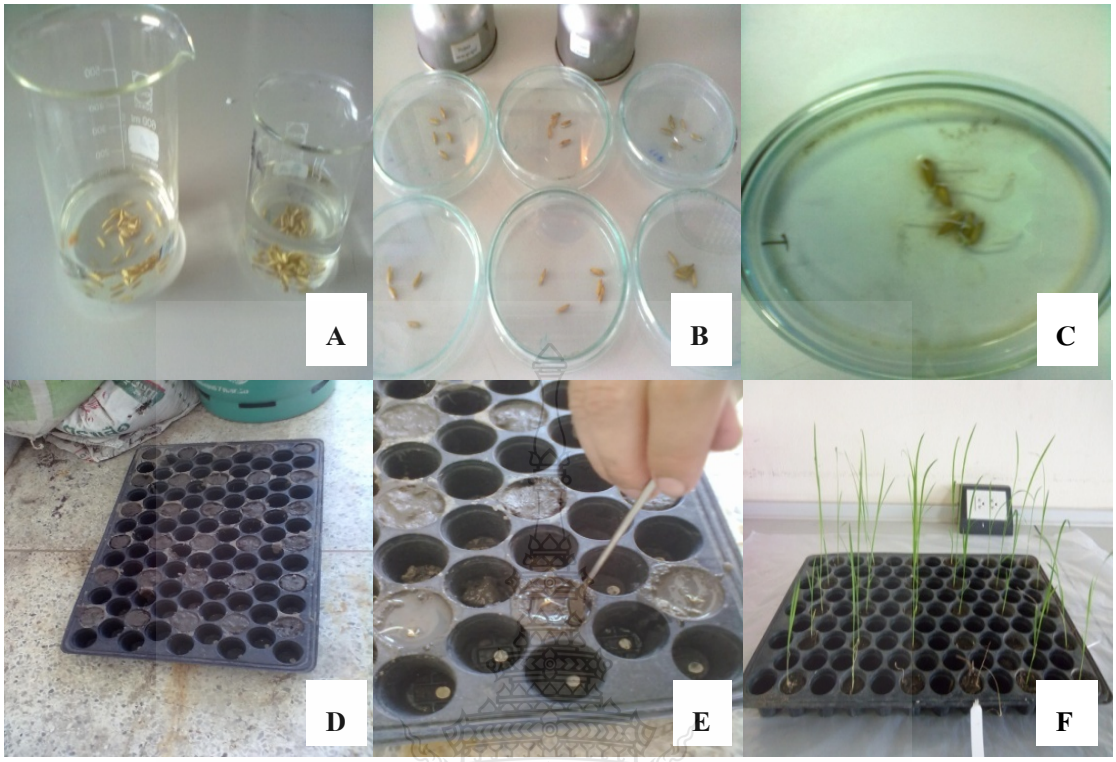
L = การงอกของรากชุดควบคุม

สูตร % การรอดเทียบกับชุดควบคุม = (L-F/F) x 100 (3.2)

เมื่อ F = การรอดของต้นข้าวชุดน้ำหัวเชื้อรา

L = การรอดของต้นข้าวชุดควบคุม

**รูปที่ 3.8** สูตรคำนวณ % การงอกและการรอดเปรียบเทียบกับชุดควบคุม




**รูปที่ 3.9** การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

A. แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

B. พักเมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ไว้ในภาชนะ ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

C. การงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี 80

D. นำดินใส่ถาดเพาะชำ E. ปลูกเมล็ดข้าวลงบนถาดเพาะชำ

F. การรอดของต้นข้าวปทุมธานี 80

## 3.11 วิธีการทดลองการปลูกข้าวปทุมธานี 80 แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

3.11.1 เตรียมแปลงทดลอง

3.11.1.1 ทำการแบ่งแปลงทดลองออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ตามตารางที่ 3.1 โดยใช้พื้นที่การเกษตรของเกษตรกร ตำบลคลองเจ็ด อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

3.11.1.2 เตรียมแปลงโดยใช้รถไถเดินตามโดยเริ่มด้วยการไถดะ คือ การพลิกหน้าดินและเป็นการคลุกเคล้าฟางข้าว วัชพืช ฯลฯ ลงไปในดินเป็นขั้นตอนแรก จากนั้นทำการคราดหรือการใช้ลูกทุบเพื่อกำจัดวัชพืชตลอดจนทำให้ดินแตกตัว และเป็นเทือกสำหรับเพาะปลูก

3.11.1.3 แบ่งขนาดแปลงโดยใช้สายวัดให้มีขนาดความกว้าง 5 เมตรและ ยาว 5 เมตร

3.11.1.4 ยกคันดินกั้นระหว่างแปลงแต่ละทรีตเมนต์ให้สูงจากพื้นแปลงประมาณ 0.5 เมตร เพื่อป้องกันการไหลเข้ารวมกันของปุ๋ยในแต่ละทรีตเมนต์การทดลอง และให้ง่ายต่อการควบคุมระดับน้ำโดยแต่ละทรีตเมนต์มีการทดลองจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ

3.11.2 การปลูกข้าว

3.11.2.1 ทำการแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยแช่น้ำให้ท่วมเมล็ดและคัดแยกเมล็ดที่ลอยน้ำออก ให้เหลือแต่เพียงเมล็ดที่จมน้ำซึ่งเป็นเมล็ดข้าวที่สมบรูณ์

3.11.2.2 จากนั้นนำมาพักไว้ในที่แห้งอีก 48 ชั่วโมงโดยใช้กระสอบหรือพลาสติกมาคลุมปกปิดเพื่อให้เมล็ดข้าวยังมีความชื้นอยู่ระวังอย่าให้เมล็ดข้าวแห้งจะทำให้รากเมล็ดข้าวไม่งอก

3.11.2.3 นำเมล็ดข้าวข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่งอก ไปหว่านในพื้นที่แปลงทดลองในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อ 1 ทรีตเมนต์การทดลอง

3.11.3 การปฏิบัติการดูแลรักษา

3.11.3.1 ควบคุมระดับน้ำในแปลงทดลองให้มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ

3.11.3.2 การใส่ปุ๋ยโดยทำการใส่ปุ๋ยข้าว 2 ครั้งครั้งแรกใส่ปุ๋ยเมื่อต้นข้าวมีอายุ 21 วัน และครั้งที่ 2 เมื่อต้นข้าวมีอายุ 70 วันโดยอัตราการใส่ปุ๋ยทั้งสองครั้งมีจำนวนเท่ากัน ดังตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2** ปริมาณการใส่ปุ๋ยข้าว ที่อายุ 21 วัน และ 70 วัน (โดยทั้ง 2 ครั้งปริมาณปุ๋ยเท่ากัน)

| ทรีตเมนต์ | ปริมาณปุ๋ยใส่ปุ๋ยจำนวน 780 กรัม/แปลงย่อย (อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปุ๋ยอินทรีย์ | สารปรับปรุงดินชีวภาพ | หัวเชื้อราอัดเม็ด | ปุ๋ยยูเรีย |
| 1. ควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 780 | 0 | 0 | 0 |
| 3. สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0 | 780 | 0 | 0 |
| 4. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0 | 0 | 780 | 0 |
| 5. ปุ๋ยยูเรีย | 0 | 0 | 0 | 780 |
| 6. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0 | 390 | 390 | 0 |

3.11.3.3 การกำจัดวัชพืชโดยใช้วิธีการถอนเมื่อพบวัชพืชในแปลงทดลอง

3.11.3.4 การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นข้าวมีอายุ 110 วัน ดังรูปที่ 3.10

**รูปที่ 3.10** วิธีการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

A. แปลงทดลองขนาดกว้าง 5 เมตร x ยาว 5 เมตร

B. แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ไว้สำหรับหว่าน

C. หว่านเมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ด้วยเครื่องหว่านเมล็ด

D. ใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ตามกลุ่มทดลอง ทั้ง 6 กลุ่ม

E. เก็บผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทุก 14 วัน

F. เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นข้าวมีอายุได้ 110 วัน

### 3.12 การเก็บผลทดลอง

3.12.1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

3.12.2 ความยาวของราก วัดจากโคนต้นเหนือรากลงไปจนสุดของปลายราก โดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยวัดจำนวน 5 ต้น ต่อแปลง

3.12.3 ความกว้างของใบวัดตามแนวกว้างของใบช่วงกลางใบ ใบที่ใช้วัดเป็นใบที่มีสีเขียวเข้มจำนวน 3 ใบต่อต้น โดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยวัดจำนวน 5 ต้น ต่อแปลง

3.12.4 ความสูงของลำต้น วัดจากโคนต้นเหนือรากขึ้นมาจนสุดของยอดใบ โดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยวัดจำนวน 5 ต้น ต่อแปลง

3.12.5 การแตกกอ นับจำนวนการแตกกอของต้นข้าวโดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรกโดยนับจำนวน 5 ต้น ต่อแปลง

3.12.6 น้ำหนักสด นำต้นข้าวโดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรก ไปชั่งหาน้ำหนักสดที่ละต้นรวมรากโดยชั่งจำนวน 5 ต้นต่อแปลง มีหน่วยเป็นกรัม

3.12.7 น้ำหนักแห้ง นำต้นข้าวโดยเก็บทุก 14 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดข้าวครั้งแรก ไปชั่งหาน้ำหนักแห้งโดยนำต้นข้าวไปอบด้วยเครื่อง Hot air oven ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมงและนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง โดยชั่งจำนวน 5 ต้นต่อแปลง มีหน่วยเป็นกรัม

3.12.8 ศึกษาผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวโดยศึกษาน้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวง และผลผลิตข้าวต่อไร่

### 3.13 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.13.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จรูป SPSS version 17.0 เปรียบเทียบความแตกต่างทางค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT ตามแผนการทดลองสุ่มสมบรูณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

3.13.2 วิเคราะห์ผลปริมาณผลผลิตและผลกำไรจากการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ สูตรเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี การปลูกข้าวด้วยสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยยูเรีย และแปลงควบคุมโดยใช้สูตรดังรูปที่ 3.11

สูตรเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและผลกำไรเปรียบเทียบกับชุดควบคุม = (L-F/F) x 100 (3.3)

F = ปริมาณผลผลิตชุดควบคุม

L = ปริมาณผลผลิตชุดเปรียบเทียบ

**รูปที่ 3.11** สูตรเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและผลกำไรเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

3.13.3 แสดงผลการเปรียบเทียบการปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี การปลูกข้าวด้วยสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยยูเรีย และแปลงควบคุม เกี่ยวกับน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความสูงของลำต้น ความกว้างใบ การแตกกอ ความยาวรากที่อายุ 14, 35, 70, 84 และ 110 วัน

3.13.4 หาต้นทุนและกำไรในการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วย หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เพื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกข้าวด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี การปลูกข้าวด้วยสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยยูเรีย และแปลงควบคุม

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

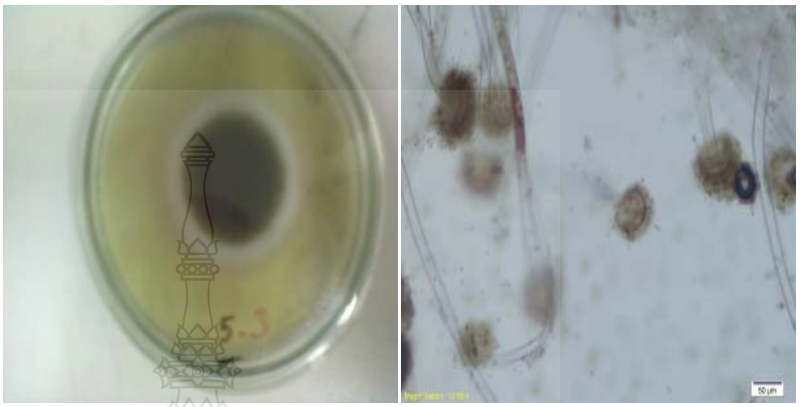
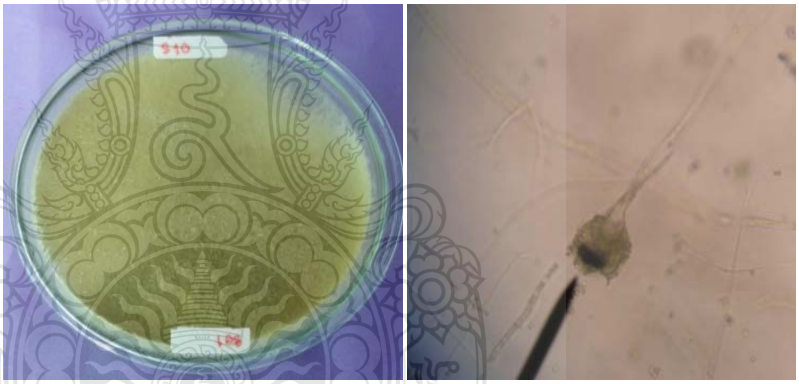
## 4.1 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปลูกข้าวและลักษณะทางสรีระวิทยา

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินบริเวณแปลงปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ในระยะก่อนการเริ่มทดลองและหลังการทดลองเสร็จสิ้นโดยการทดลองแบ่งออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ 1. แปลงควบคุม 2. แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) 3. แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ 4. แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี 5. แปลงปุ๋ยยูเรีย และ6. แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ จากการทดลองพบว่าความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราก่อนการปลูกข้าวพบเชื้อรา จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.1 และ *Penicillium* sp.2 ส่วนแปลงทดลองหลังการปลูกข้าวในแปลงที่ 1-6 ได้แก่ แปลงควบคุมพบเชื้อราจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. C1 และ *Aspergillus* sp.C2 แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) พบเชื้อราจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. O1 และ *Aspergillus* sp.O2 แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบเชื้อรา จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Mucor* sp., *Aspergillus* sp. S1 และ *Aspergillus* sp.S2 แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีพบเชื้อราจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. และ *Trichoderma viride* แปลงปุ๋ยยูเรียพบเชื้อราจำนวน 2 ชนิดได้แก่ *Aspergillus* sp. K1 และ *Aspergillus* sp. K2 และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบเชื้อราจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma viride* ซึ่งพบว่าในแปลงหลังการปลูกข้าวพบเชื้อราปฏิปักษ์ทั้งหมดแตกต่าง จากก่อนการปลูกข้าวจำนวน 2 ชนิดได้แก่ *Mucor* sp. และ *Trichoderma viride* ที่จำนวนโคโลนี $10^6$ cfu/ml สรุปได้ว่าการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือสามารถช่วยให้ดินมีความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อรา เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากในหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ นี้มีส่วนประกอบของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ซึ่งจะส่งผลต่อการชักนำการเจริญเติบโตของต้นข้าวได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้นนอกจากนี้สามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ทำให้สามารถลดการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีในการเกษตร

4.1.1 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงก่อนการทดลอง

ลักษณะทางสรีระวิทยาและการเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงปลูกข้าว ก่อนเริ่มต้นทำการทดลองพบเชื้อราทั้งหมด 3 ชนิดคือ *Aspergillus* sp., *Peniciillum* sp. 1 และ *Penicillium* sp. 2 ดังตารางที่ 4.1

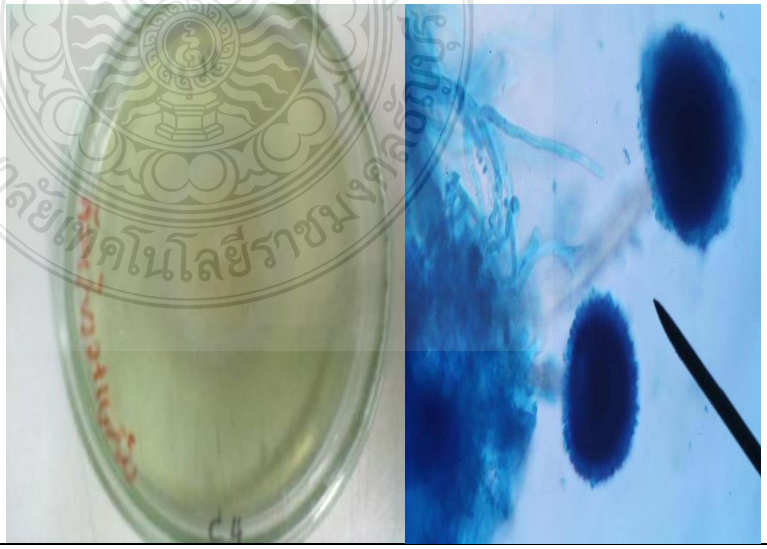
**ตารางที่ 4.1** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงก่อนการทดลอง

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Aspergillus* sp. | สปอร์มีสีดำด้านนอกสุดเป็นเส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบ |
| | |  |
| 2 | *Peniciillum* sp. | โคโลนีสีเหลืองอ่อน โคโลนีด้านหลังเรียบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| | |  |
| 3 | *Penicillium* sp. | สปอร์สีเขียวน้ำทะเลคล้ายผิวหน้าหยาบ ด้านนอกเป็นเส้นใยสีขาวด้าน หลังเป็นแฉก ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| | | |

4.1.2 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงควบคุม

ลักษณะทางสรีระวิทยาและ การเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงควบคุมพบเชื้อราทั้งหมด 2 ชนิดคือ *Aspergillus* sp. C1และ *Aspergillus* sp. C2 ดังตารางที่ 4.2

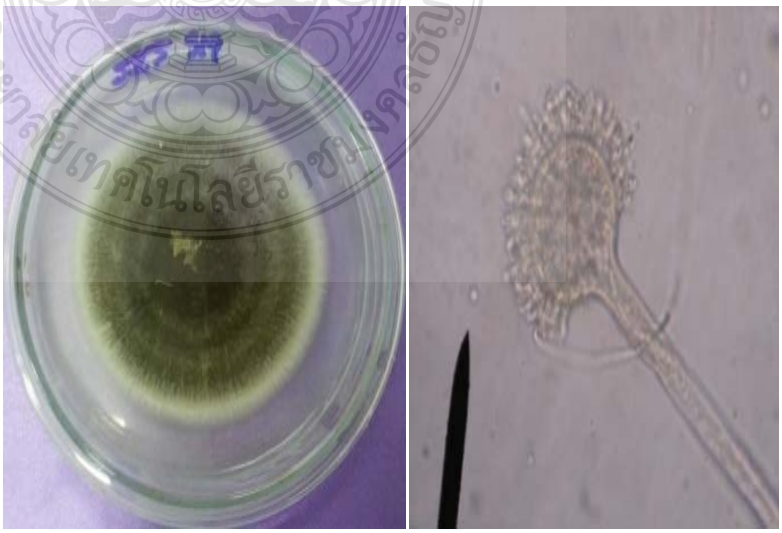
**ตารางที่ 4.2** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงควบคุม

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Aspergillus* sp. C1 | โคโลนีสีเขียวขี้ม้าเป็นแฉกขอบด้านนอกเป็นสีขาว โคโลนีด้านหลังเป็นแฉก ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| 2 | *Aspergillus* sp. C2 | สปอร์มีสีเหลืองอมน้ำตาลด้านหลัง เรียบไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA  |

4.1.3 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)

ลักษณะทางสรีระวิทยาและ การเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) พบเชื้อราทั้งหมด 2 ชนิดคือ *Aspergillus* sp. O1 และ *Aspergillus* sp. O2 ดังตารางที่ 4.3

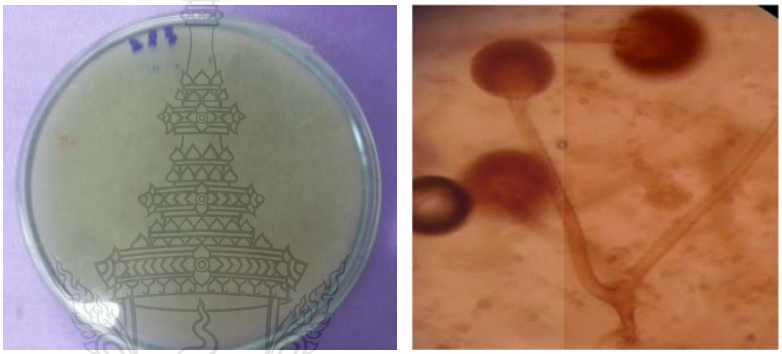
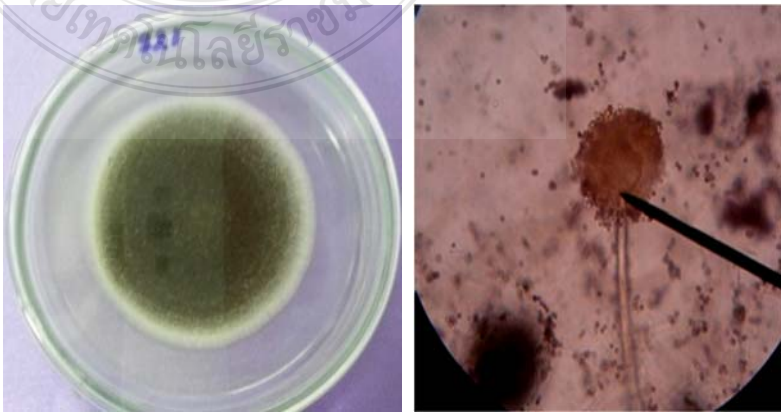
**ตารางที่ 4.3** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Aspergillus* sp. O1 | สปอร์สีเขียวขี้ม้า เข้ม ด้านหลังโคโลนีเป็นจีบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| | | |
| 2 | *Aspergillus* sp. O2 | ด้านหน้าสปอร์มีสีดำเข้มสลับกับเส้นใยสีขาวฟู ด้านหลังโคโลนีเป็นจีบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| | |  |

4.1.4 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

ลักษณะทางสรีระวิทยาและการเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบเชื้อรา 3 ชนิดคือ *Mucor* sp., *Aspergillus* sp. S1 และ *Aspergillus* sp. S2 ดังตาราง ที่ 4.4

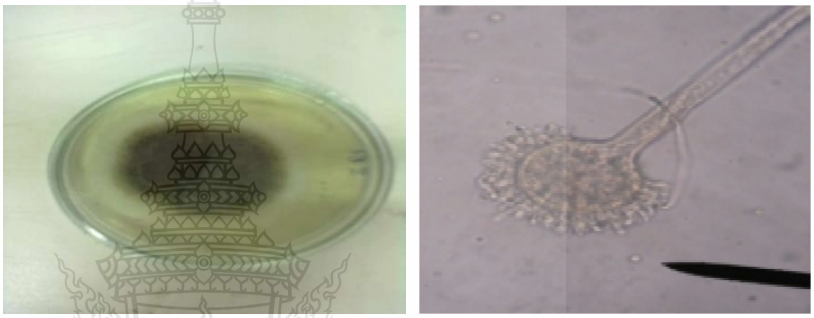
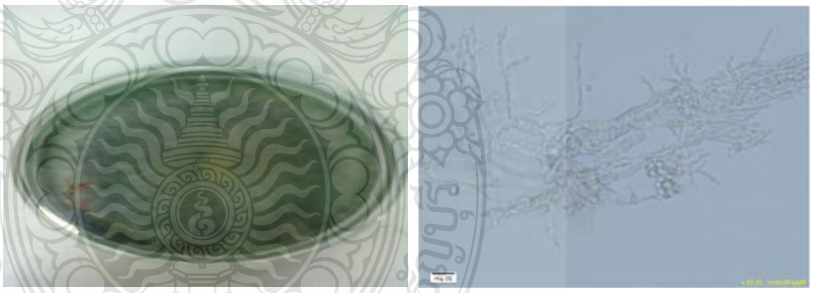
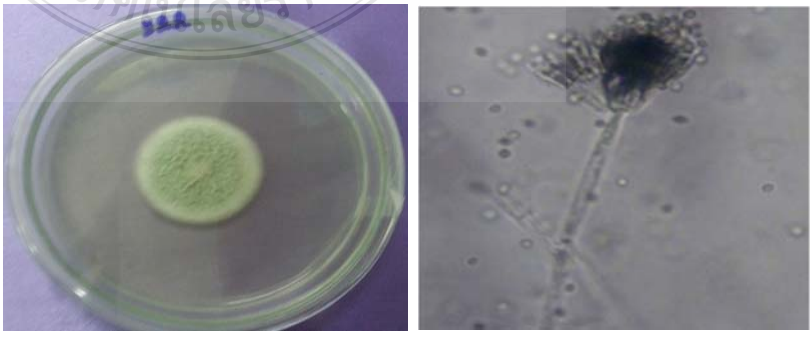
**ตารางที่ 4.4** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Mucor* sp. | สปอร์สีดำ เส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบไม่เปลี่ยนสีอาหาร  |
| 2 | *Aspergillus* sp. S1 | สปอร์สีเขียวขี้ม้า เข้ม ด้านหลังโคโลนีเป็นจีบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |
| 3 | *Aspergillus* sp. S2 | สปอร์มีสีดำด้านนอกสุดเป็นเส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบ  |

4.1.5 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

ลักษณะทางสรีระวิทยาและการเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีพบเชื้อราทั้งหมด 3 ชนิดคือ *Aspergillus* sp., *Trichoderma viride* และ *Penicillium* sp. ดังตารางที่ 4.5

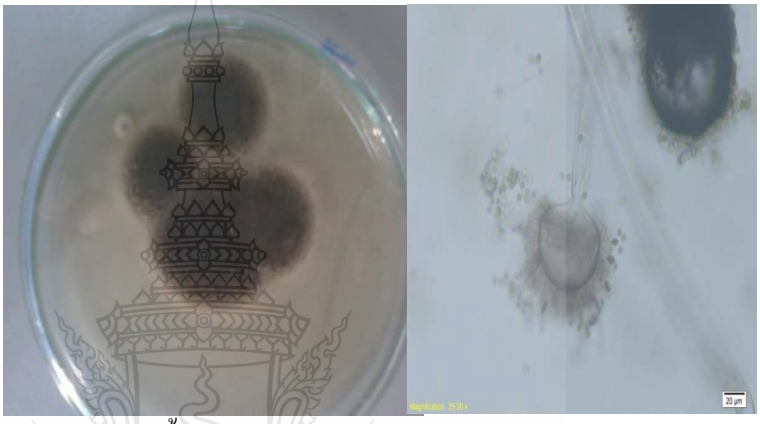
**ตารางที่ 4.5** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Aspergillus* sp. | สปอร์มีสีดำด้านนอกสุดเป็นเส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบ  |
| 2 | *Trichoderma viride* | สปอร์มีสีเขียวเข้มปนสีขาวเล็กน้อยพื้นด้านล่างเรียบไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA  |
| 3 | *Penicillium* sp. | สปอร์สีเขียวน้ำทะเล ด้านนอกเป็นเส้นใยสีขาวไม่ฟู โคโลนีด้านหลังเรียบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร  |

4.1.6 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงปุ๋ยยูเรีย

ลักษณะทางสรีระวิทยาและ การเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยยูเรียพบเชื้อราทั้งหมด 2 ชนิดคือ *Aspergillus* sp. K1 และ *Aspergillus* sp. K2 ดังตารางที่ 4.6

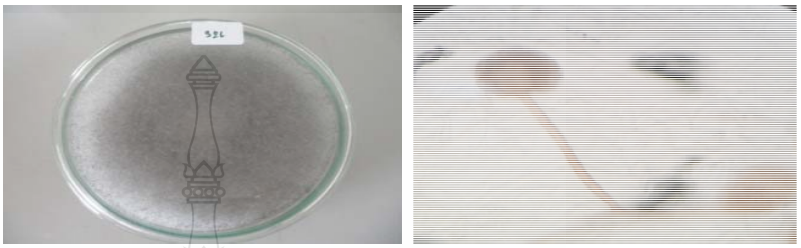
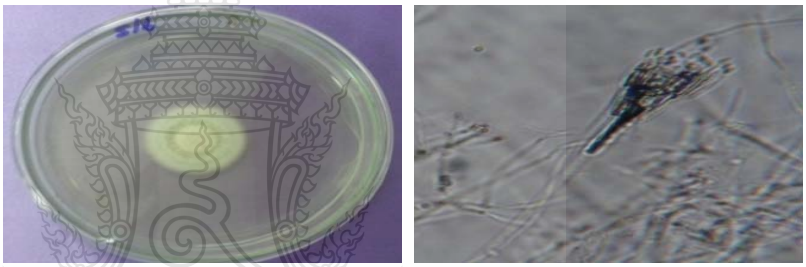
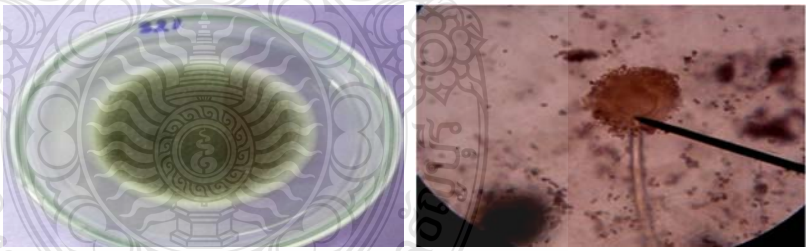
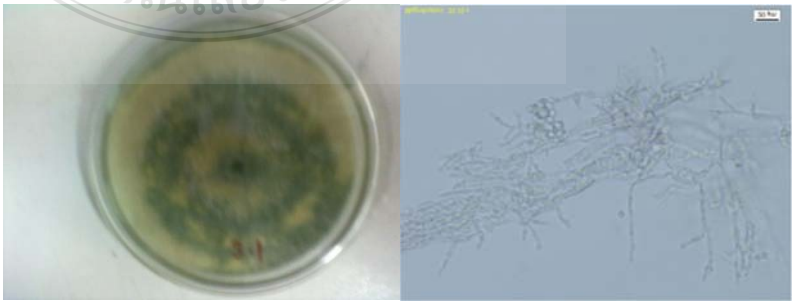
**ตารางที่ 4.6** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงปุ๋ยยูเรีย

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Aspergillus* sp. K1 | สปอร์มีสีดำด้านนอกสุดเป็นเส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบ  |
| 2 | *Aspergillus* sp. K2 | โคโลนีสีเขียวขี้ม้าเป็นแฉกขอบด้านนอกเป็นสีขาว โคโลนีด้านหลังเป็นแฉก ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA |

4.1.7 ลักษณะทางสรีระวิทยาของเชื้อราดินบริเวณแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

ลักษณะทางสรีระวิทยาและ การเจริญเติบโตเส้นใยบนอาหาร PDA ของเชื้อราดินในแปลงในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบเชื้อราทั้งหมด 4 ชนิดคือ *Mucor* sp., *Pennicillium* sp., *Aspergillus* sp. และ*Trichoderma viride* ดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7** ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินในแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

| ลำดับที่ | เชื้อรา | สัณฐานวิทยา |
|---|---|---|
| 1 | *Mucor* sp. | โคโลนีสปอร์สีดำ เส้นใยเป็นสีขาว โคโลนีด้านหลังเรียบ ไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA  |
| 2 | *Pennicillium* sp. | โคโลนีสีขาว นูนตรงกลางเป็นวง เส้นใยสีขาว โคโลนีด้านหลังเรียบไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA  |
| 3 | *Aspergillus* sp. | สปอร์มีสีดำด้านนอกสุดเป็นเส้นใยสีขาว ด้านหลังโคโลนีเรียบ  |
| 4 | *Trichoderma viride* | สปอร์มีสีเขียวเข้มปนสีขาวเล็กน้อยพื้นด้านล่างเรียบไม่เปลี่ยนสีอาหาร PDA  |

## 4.2 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ของดินก่อนและหลังการทดลอง

จากการนำตัวอย่างดินทั้ง 7 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ ส่งตรวจวิเคราะห์หาปริมาณธาตุหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี พบว่าธาตุอาหารในดินของแต่ละตัวอย่างแปลงทดลองทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เกินค่ามาตรฐานในระดับสูงมาก แต่ปริมาณธาตุโพแทสเซียม ของทุกตัวอย่างพบว่าอยู่ในระดับที่ต่ำดังตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานปริมาณธาตุอาหารหลักของดินสำหรับการเกษตร [58] ดังตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.8** ปริมาณธาตุอาหารหลักของดินแปลงก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

| กลุ่มทดลอง | ปริมาณธาตุอาหาร | | |
|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน (%) | โพแทสเซียม ($mg\ kg^{-1}$) | ฟอสฟอรัส ($mg\ kg^{-1}$) |
| ก่อนการทดลอง | 0.243 | 10 | 249 |
| แปลงควบคุม | 0.239 | 8 | 267 |
| แปลงปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) | 0.209 | 7 | 267 |
| แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.218 | 7 | 232 |
| แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.217 | 8 | 237 |
| แปลงปุ๋ยยูเรีย | 0.218 | 6 | 231 |
| แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ | 0.236 | 7 | 267 |

**ตารางที่ 4.9** มาตรฐานปริมาณธาตุอาหารหลักของดินสำหรับการเกษตร [58]

| ระดับ | ไนโตรเจน(%) | โพแทสเซียม ($mg\ kg^{-1}$) | ฟอสฟอรัส ($mg\ kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| ต่ำมาก | < 0.025 | <3 | <30 |
| ต่ำ | 0.025-0.075 | 3-10 | 30-60 |
| ปานกลาง | 0.8-0.125 | 11-15 | 61-90 |
| สูง | 0.13-0.175 | 16-45 | 91-120 |
| สูงมาก | >0.175 | >45 | >120 |

### 4.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็น กรด-ด่างของดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ผลการนำตัวอย่างดินทั้งหมด 7 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ดินแปลงควบคุม ดินแปลงปุ๋ยอินทรีย์ ดินแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ ดินแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี ดินแปลงปุ๋ยยูเรีย และดินแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ นำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.10 เมื่อนำค่าความเป็น กรด-ด่างของดินมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์[58]พบว่า ดินแปลงควบคุม(5.00) แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (4.58) ดินแปลงปุ๋ยยูเรีย (4.62) มีค่าพีเอช (pH) เป็นกรดจัดมาก ส่วนดินก่อนการทดลอง (5.76) ดินแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ(5.65) ดินหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี(5.56)มีค่า พีเอช(pH)เป็นกรดปานกลาง และดินแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ (6.12) มีค่า พีเอช (pH) เป็นกรดเล็กน้อย สรุปได้ว่าพื้นที่แปลงทดลองค่อนข้างมีสภาพเป็นกรด แต่การใช้สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี สามารถช่วยส่งเสริมทำให้ดินมีค่าความเป็น กรด-ด่างที่ดีขึ้นเหมาะสมแก่การปลูกพืชมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ สามารถปรับปรุงดินให้เหมาะสมแก่การปลูกพืชมากที่สุดซึ่งแตกต่างจากการใช้ปุ๋ยยูเรียและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) ซึ่งจะทำให้ดินเป็นกรด [13] ซึ่งจะส่งผลต่อการเสื่อมเสียของดิน ส่งผลกระทบต่อการปลูกข้าวในระยะยาว

**ตารางที่ 4.10** ค่าความเป็น กรด-ด่างของดินก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

| กลุ่มทดลอง | ค่า pH | มาตรฐาน |
|---|---|---|
| ดินก่อนการทดลอง | 5.76 | กรดปานกลาง |
| แปลงควบคุม | 5.00 | กรดจัดมาก |
| แปลงปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) | 4.58 | กรดจัดมาก |
| แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 5.65 | กรดปานกลาง |
| แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 5.56 | กรดปานกลาง |
| แปลงปุ๋ยยูเรีย | 4.62 | กรดจัดมาก |
| แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.12 | กรดเล็กน้อย |

## 4.4 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และค่าความเป็น กรด-ด่าง ของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีและสารปรับปรุงดินชีวภาพชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

ผลการนำตัวอย่าง ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี และ ปุ๋ยยูเรียแต่ละชนิดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ส่งไปตรวจที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N),ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง pH meter ที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.11 เมื่อนำปริมาณธาตุอาหาร N, P, K และค่าความกรด-ด่างของปุ๋ยชนิดต่างๆ มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตาม พระราชบัญญัติปุ๋ย ฉ.2 พ.ศ. 2550 [11] ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีและปุ๋ยยูเรีย พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) มี N 1.65%, P 0.45 %, K 0.61% สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมี N 0.89 %, P 0.48 %, K 1.23 % หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมี N 0.40 %,P 0.23 %, K 0.61% และปุ๋ยยูเรีย มี N 4.6 %, P 0.00 % , K 0.00 % ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ มีธาตุ N ธาตุ K และ เกินกว่าค่ามาตรฐาน และธาตุ P มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือนั้นมีค่า ธาตุ N และธาตุ P มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย ส่วนธาตุ K มีค่าเกินค่ามาตรฐาน หัวเชื้อราอัดเม็ด มีเพียงธาตุ K ที่มีค่าเกินมาตรฐานส่วนปริมาณธาตุ N และ ธาตุ P นั้นมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน และปุ๋ยยูเรีย มีเพียงธาตุ N ที่มีค่าเกินมาตรฐานส่วนธาตุ P และ ธาตุ K นั้นมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานโดยค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย ฉ.2 พ.ศ. 2550 [11] คือ Total N (%) $\geq$ 1, Total P (%) $\geq$ 0.5, Total K (%) $\geq$ 0.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี และปุ๋ยยูเรีย ค่อนข้างมีค่าเป็นกรดคือ 4.17, 4.68 และ 4.65 ตามลำดับ ส่วนสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีค่า 8.16 ซึ่งมีค่าความเป็นด่างเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อนำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมาผสมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือในอัตรา 1 ต่อ 1 ส่วน พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักมีค่าเกินมาตรฐาน คือ N 1.3 %, P 1.33 % , K 1.72 % และพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่า 7.42

**ตารางที่ 4.11** ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความเป็น กรด-ด่าง ของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีและสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

| กลุ่มทดลอง | ปริมาณธาตุอาหารหลัก | | | ค่า pH |
|---|---|---|---|---|
| | Total N (%) | Total P (%) | Total K (%) | |
| ปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) | 1.65 | 0.45 | 0.61 | 4.17 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.89 | 0.48 | 1.23 | 8.16 |

**ตารางที่ 4.11** ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความเป็น กรด-ด่างของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี และสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ (ต่อ)

| กลุ่มทดลอง | ปริมาณธาตุอาหารหลัก | | | ค่า pH |
|---|---|---|---|---|
| | Total N (%) | Total P (%) | Total K (%) | |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.40 | 0.23 | 0.61 | 4.68 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 4.60 | 0.00 | 0.00 | 4.65 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.30 | 1.33 | 1.72 | 7.42 |

## 4.5 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

จากการแช่เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลาเวลา 3วันจำนวน 2 ชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ในถาดน้ำที่มีน้ำเปล่า และชุดการทดลองที่ 2 ชุดทดสอบ แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ในถาดน้ำที่มีน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี(น้ำต่อน้ำหัวเชื้อราในอัตราส่วน 1 ต่อ 20) วัดเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่อายุ3 วัน พบว่าชุดควบคุม มี % การงอกของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เท่ากับ 73.33 % ส่วนชุดทดสอบ มี % การงอก 93.33 % และการเพาะเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลาเวลา 14 วัน จำนวน 2 ชุดการทดลองโดย ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ในถาดน้ำที่มีน้ำเปล่า และ ชุดการทดลองที่ 2 ชุดทดสอบ แช่เมล็ดข้าวปทุมธานี 80 ในถาดน้ำที่มีน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี(น้ำต่อน้ำหัวเชื้อราในอัตราส่วน 1 ต่อ 20) ระยะเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปเพาะในถาดเพาะกล้าไม้ทั้ง 2 ชุดการทดลอง วัดอัตราการรอดของต้นข้าวที่อายุ 14 วัน พบว่าชุดควบคุม มี % การรอด 86.66 % ส่วนชุดทดสอบมี %การรอด 93.3 % ดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.1 และเมื่อเปรียบเทียบ % การงอกและการรอดของชุดทดสอบ แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีในการเพาะเมล็ดกับชุดควบคุม พบว่าข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 มี % การงอกมากกว่าชุดควบคุม 20 % ส่วนอัตราการรอดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 มี % มากกว่าชุดควบคุม 13.33 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีสามารถช่วยเพิ่ม % การงอกและรอดตายของต้นกล้าให้สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ John *et al.* [46] และสุกาญจน์ [16] ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma viride* ในการควบคุมเชื้อ *Fusarium oxysporum* และเชื้อ *Pythium arrhenomares* ในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนพบว่าเชื้อรา *T. viride* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *F. oxysporum* และ *P. arrhenomares* ได้ ส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดสูงขึ้นสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ และเมื่อนำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

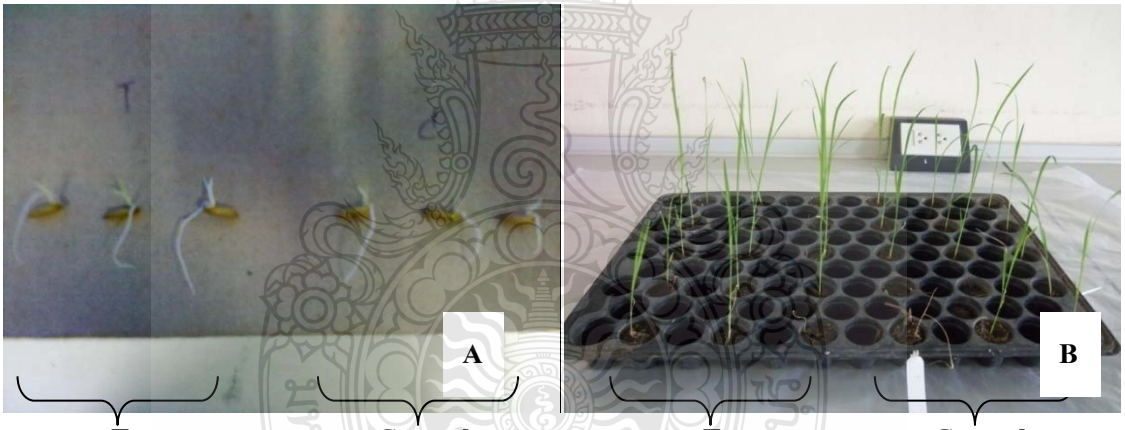
เพาะต้นกล้าไม้ป่าชายเลนได้แก่ โกงกางและแสมอื่นๆ พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการงอกและการรอดของต้นกล้าไม้ป่าชายเลนได้มากถึง 95 %

**ตารางที่ 4.12** ประสิทธิภาพของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีที่มีผลต่อการงอกและอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

| กลุ่มทดลอง | เปอร์เซ็นต์การงอก[1/] | เปรียบเทียบ % การงอกกับชุดควบคุม | เปอร์เซ็นต์การรอดตาย[2/] | เปรียบเทียบ % การรอดกับชุดควบคุม |
|---|---|---|---|---|
| ชุดควบคุม (Control) | 73.33 | - | 86.66 | - |
| ชุดน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ด (T) | 93.33 | 20 | 93.33 | 13.33 |

[1/] หลังจากแช่เมล็ด 3 วัน

[2/] หลังจากปลูก 14 วัน




**รูปที่ 4.1** เปอร์เซ็นต์การงอกอัตราการรอดของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

A. แสดงอัตราการงอกของเมล็ดข้าวของชุดน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี (T) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

B. แสดงอัตราการรอดของเมล็ดข้าวของชุดน้ำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี (T) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

## 4.6 การเจริญเติบโตของต้นข้าว

4.6.1 ความยาวของรากต้นข้าวผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) แปลงสาร

ปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบว่าความยาวของรากต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่อายุ 110 วัน แปลงที่ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบกับค่าเฉลี่ยความยาวรากแปลงที่ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงที่ใช้ปุ๋ยยูเรีย แปลงที่ใช้สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงที่ใช้ปุ๋ยปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) และสุดท้ายคือแปลงควบคุมซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวราก (28.6), (26.0), (25.6), (25.46), (23.8) และ(21.8) เซนติเมตรตามลำดับ ดังตารางที่ 4.13โดยระดับความยากรากของแต่ละทรีตเมนต์การทดลองจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยยกเว้นแปลงควบคุม และแปลงที่ใช้ปุ๋ยปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แต่การเกิดกระจุกของรากต้นข้าวนั้นพบว่าแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมีการเกิดกระจุกของรากดีที่สุด ซึ่งมีผลทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีลำต้นแข็งแรงสามารถดูดธาตุอาหารในดินได้ดีขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสุกาญจน์ [29] ได้ชักนำการเจริญเติบโตต้นไม้ป่าชายเลน ผักสลัด ผักสวนครัว พบว่าเชื้อรา *Tricoderma viride* สามารถชักนำการเกิดรากของพืชได้ดี เนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์หลั่งเอนไซม์ peroxdase, himicellulose, protease ได้ดีส่งผลให้ชักนำการเกิดรากได้รวดเร็วขึ้น รากพืชสามารถดูดสารอาหารหลักได้เพิ่มมากขึ้นดังรูปที่ 4.2

**ตารางที่ 4.13** ความยาวของรากต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

| ทรีตเมนต์ | ความยาวของราก (เซนติเมตร) ที่อายุต่างๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 14 วัน | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 110 วัน |
| ควบคุม | 6.0[a] | 17.7[c] | 19.4[a] | 21.8[c] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 6.2[a] | 20.3[b] | 22.6[a] | 23.8[bc] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.5[a] | 20.1[b] | 23.2[a] | 25.5[ab] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 6.7[a] | 21.7[ab] | 22.2[a] | 28.6[a] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 6.7[a] | 22.4[a] | 23.4[a] | 25.6[ab] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.9[a] | 22.3[a] | 25.3[a] | 26.0[ab] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

**รูปที่ 4.2** การเปรียบเทียบกระจุกของรากต้นข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

C. ควบคุม

O. ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)

S. สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

T. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

K. ปุ๋ยยูเรีย

T+S. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

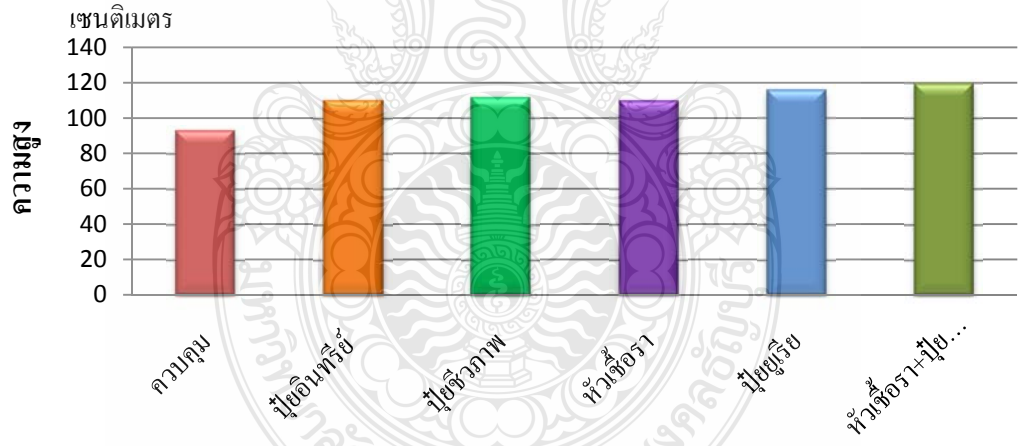
4.6.2 ความสูงของต้นข้าว

ผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบว่าความสูงของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่อายุ 110 วัน แปลงที่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงที่ใช้ปุ๋ยยูเรีย แปลงที่ใช้สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงที่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี มีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นข้าวสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (119.8, 116.0, 111.9, 110.5 และ110.0 เซนติเมตรตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวกับแปลงควบคุมซึ่งมีความสูง 93.36 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.3 สรุปได้ว่าการใช้ปุ๋ยทุกชนิดมีผลต่อการส่งเสริมเจริญเติบโตของต้นข้าวในการทดลอง

**ตารางที่ 4.14** ความสูงของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

| ทรีตเมนต์ | ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร) ที่อายุต่างๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 14 วัน | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 110 วัน |
| ควบคุม | 25.2[a] | 43.4[b] | 76.9[b] | 93.3[b] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 25.9[a] | 49.4[a] | 84.8[a] | 110.5[a] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 27.0[a] | 50.3[a] | 83.1[a] | 111.9[a] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 27.2[a] | 49.7[a] | 84.5[a] | 110.0[a] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 26.2[a] | 50.3[a] | 85.1[a] | 116.0[a] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 27.7[a] | 51.3[a] | 86.3[a] | 119.8[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT




**รูปที่ 4.3** ความสูงของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่อายุ 110 วัน

4.6.3 ความกว้างของใบข้าว

ผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบว่าค่าเฉลี่ยความกว้างของใบของต้นข้าว

ที่อายุ 110 วัน แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (1.23, 1.29, 1.30, 1.31, 1.31 และ1.35 เซนติเมตรตามลำดับ) ดังตารางที่ 4.15

**ตารางที่ 4.15** ความกว้างของใบข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ที่ใช้ปุ๋ยต่างชนิดกัน

| ทรีตเมนต์ | ความกว้างของใบข้าว (เซนติเมตร) ที่อายุต่างๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 14 วัน | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 110 วัน |
| ควบคุม | 0.20[a] | 0.78[c] | 1.07[a] | 1.23[a] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 0.20[a] | 0.87[b] | 1.17[a] | 1.29[a] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.20[a] | 0.89[ab] | 1.18[a] | 1.30[a] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.20[a] | 0.86[b] | 1.14[a] | 1.31[a] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 0.19[a] | 0.94[a] | 1.10[a] | 1.31[a] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.21[a] | 0.86[b] | 1.15[a] | 1.35[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

4.6.4 การแตกกอของต้นข้าว

ศึกษาการแตกกอของต้นข้าวเมื่อข้าวมีอายุ 35 วันเนื่องจากเป็นระยะที่ข้าวเริ่มมีการแตกกอ โดยผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบว่าค่าเฉลี่ยการแตกกอของต้นข้าวที่อายุ 110 วัน พบว่า แปลงแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ และแปลงปุ๋ยยูเรีย มีค่าเฉลี่ยการแตกกอสูงสุดซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงทดลองอื่นๆ (6.1 และ 5.9 กอ/ต้น) และแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคล

ธัญบุรี แปลงปุ๋ยอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (4.8, 4.8 และ4.1 กอ/ต้น) ส่วนในแปลงควบคุมมีค่าเฉลี่ยการแตกกอน้อยที่สุด (3.4 กอ/ต้น) ดังตารางที่ 4.16

**ตารางที่ 4.16** การแตกกอของต้นข้าว

| ทรีตเมนต์ | การแตกกอของต้นข้าว (ต้น) ที่อายุต่างๆ | | |
|---|---|---|---|
| | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 110 วัน |
| ควบคุม | 2.5[b] | 3.3[b] | 3.4[b] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 2.7[b] | 3.4[b] | 4.1[ab] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.3[a] | 4.3[b] | 4.8[ab] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 4.5[a] | 5.0[a] | 4.8[ab] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 5.0[a] | 5.4[a] | 5.9[a] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.6[a] | 5.8[a] | 6.1[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

4.6.5 น้ำหนักสดของต้นข้าว

ศึกษาน้ำหนักสดของต้นข้าวสิ้นสุดเมื่อต้นข้าวมีอายุ 84 วัน เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวที่อายุข้าว 110 วัน จะเก็บเกี่ยวต้นข้าวโดยใช้การตัดต้นข้าวออกมาบริเวณลำต้นขึ้นไปจนถึงยอดต้นข้าว ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างต้นข้าวได้ครบทุกส่วน โดยผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบว่า แปลง แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นข้าวสูงสุดซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงทดลองอื่นๆ (97.5 และ 87.4 กรัม/ต้น) และแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดด นาเกลือ กับแปลงปุ๋ยยูเรีย มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (79.1และ 77.0 กรัม/ต้น) ส่วนในแปลงปุ๋ยอินทรีย์ และแปลงควบคุม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดน้อยที่สุด (56.4 และ55.7 กรัม/ต้น) ดังตารางที่ 4.17

**ตารางที่ 4.17** น้ำหนักสดของต้นข้าว

| ทรีตเมนต์ | น้ำหนักสดของต้นข้าว (กรัม) ที่อายุต่างๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 14 วัน | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 84 วัน |
| ควบคุม | 3.1[c] | 7.4[d] | 23.2[b] | 55.7[c] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.4[ab] | 8.6[cd] | 28.1[b] | 56.4[c] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.5[a] | 10.3[bc] | 40.7[a] | 79.1[b] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 3.5[a] | 13.4[ab] | 48.4[a] | 87.4[a] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 3.2[ab] | 15.9[a] | 46.9[a] | 77.0[b] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.4[ab] | 12.5[ab] | 48.5[a] | 97.5[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

4.6.6 น้ำหนักแห้งของต้นข้าว

ศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวสิ้นสุดเมื่อต้นข้าวมีอายุ 84 วันเนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวที่อายุข้าว 110 วันจะเก็บเกี่ยวต้นข้าวโดยใช้การตัดต้นข้าวออกมาบริเวณลำต้นขึ้นไปจนถึงยอดต้นข้าว ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างต้นข้าวได้ครบทุกส่วน โดยผลการทดลองการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 โดยใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ แปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย และแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุ 84 วัน แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ กับแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นข้าวสูงสุดซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงทดลองอื่นๆ (66.9 และ 64.6 กรัม/ต้น) และแปลงปุ๋ยยูเรีย กับแปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (56.1 และ 53.0 กรัม/ต้น) ส่วนในแปลงควบคุมและแปลงปุ๋ยอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (39.2 และ 38.1 กรัม/ต้น ตามลำดับ) ดังตารางที่ 4.18

**ตารางที่ 4.18** น้ำหนักแห้งต้นข้าว

| ทรีตเมนต์ | น้ำหนักแห้งของต้นข้าว (กรัม) ที่อายุต่างๆ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อายุ 14 วัน | อายุ 35 วัน | อายุ 70 วัน | อายุ 84 วัน |
| ควบคุม | 2.4[b] | 5.4[c] | 10.5[b] | 39.2[c] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 2.6[b] | 6.1[c] | 10.7[b] | 38.1[c] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.8[a] | 6.3[c] | 13.7[b] | 53.0[ab] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 2.7[a] | 11.2[a] | 20.8[ab] | 64.6[a] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 2.5[b] | 11.8[a] | 26.7[a] | 56.1[ab] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.5[ab] | 8.9[b] | 20.9[ab] | 66.9[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

4.6.7 น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวง

ศึกษาน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่อรวงโดยเก็บเกี่ยวรวงข้าวของแต่ละแปลงทดลอง

**ตารางที่ 4.19** น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวง

| ทรีตเมนต์ | น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวง (กรัม) |
|---|---|
| ควบคุม | 3.8[c] |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 8.1[b] |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 8.5[b] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 9.0[b] |
| ปุ๋ยยูเรีย | 9.2[b] |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 14.0[a] |

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบตามวิธี Duncan's new Multiple Runge Test : DMRT

จากตารางพบว่าแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่อรวงสูงสุดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงทดลองอื่นๆ (14.0 กรัม/รวง) โดยแปลงปุ๋ยยูเรีย แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ และแปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (9.2, 9.0, 8.5 และ 8.1 กรัม/รวง) ส่วนในแปลงควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวงน้อยที่สุด (3.8 กรัม/รวง) ตามลำดับดังตารางที่ 4.19

## 4.7 ผลผลิตข้าว

เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 เมื่อข้าวมีอายุครบ 110 วัน โดยสุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในแต่ละแปลงในพื้นที่ 1 × 1 เมตร เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวในแต่ละกลุ่มการทดลอง

**ตารางที่ 4.20** ผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80

| ทรีตเมนต์ | ผลผลิตข้าวต่อไร่ (กิโลกรัม) |
|---|---|
| ควบคุม | 560.4 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 948.4 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1,076.0 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 1,020.8 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1,298.4 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1,515.2 |

ผลผลิตน้ำหนักของข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 พบว่าแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือให้ผลผลิตสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1,515.2 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ แปลงปุ๋ยเคมีให้ผลผลิต 1,298.4 กิโลกรัมต่อไร่ แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือให้ผลผลิต 1,076 กิโลกรัมต่อไร่ แปลงหัวเชื้ออราอัดเม็ดให้ผลผลิต 1,020.8 กิโลกรัมต่อไร่ แปลง ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิต 948.80 กิโลกรัมต่อไร่ และแปลงควบคุมให้ผลผลิต 560.40 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4.20

## 4.8 ต้นทุนผลและผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ด้วยปุ๋ยชนิดต่าง ๆ

จากผลผลิตข้าวที่ได้จากการทดลองโดยใส่ปุ๋ยต่างชนิดกัน นำมาศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้จากการทดลองโดยใช้ปุ๋ยที่ต่างชนิดกัน ดังตารางที่ 4.21

**ตารางที่ 4.21** ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 แต่ละกลุ่มการทดลอง

| รายการ | ทรีตเมนต์ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. ต้นทุนคงที่ | | | | | | |
| 1.1 ค่าเช่าที่ดิน | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 2. ต้นทุนผันแปร | | | | | | |
| 2.1 ค่าแรงงาน | | | | | | |
| 2.1.1 การเตรียมดิน | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 2.1.2 การหว่านเมล็ด | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2.1.3 ดูแล | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 2.1.4 ใส่ปุ๋ย | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 2.1.5 ค่าเก็บเกี่ยว | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 2.2 ค่าวัสดุ | | | | | | |
| 2.2.1 ค่าเมล็ดพันธุ์ | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| 2.2.2 ค่าปุ๋ย | | | | | | |
| - ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 0 | 480 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0 | 0 | 480 | 0 | 0 | 0 |
| - หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0 | 0 | 0 | 560 | 0 | 0 |
| - ปุ๋ยยูเรีย | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,280 | 0 |
| - หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 520 |
| 3. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | 2,995 | 3,475 | 3,475 | 3,555 | 4,275 | 3,515 |

**ตารางที่ 4.21** ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 แต่ละกลุ่มการทดลอง (ต่อ)

| รายการ | ทรีตเมนต์ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4. ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) | 560.4 | 948.8 | 1,076 | 1,020.9 | 1,298.4 | 1,515.2 |
| 5. ต้นทุน (บาท/กิโลกรัม) | 5.34 | 3.67 | 3.23 | 3.45 | 3.3 | 2.31 |
| 6. ราคาผลผลิต (บาท/กิโลกรัม) | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 | 13.7 |
| 7. รายได้ (บาท/ไร่) | 7,677 | 1,2998 | 14,741 | 13,985 | 17,788 | 20,757 |
| 8. กำไร (บาท/ไร่) | 4,682 | 9,523 | 11,266 | 10,430 | 13,513 | 17,242 |

จากตารางพบว่าแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือมีกำไรจากการปลูกข้าวมากที่สุดคือ 17,242 บาท หลังจากนำรายได้ทั้งหมดคือ 20,757 บาท นำมาหักต้นทุนรวมทั้งหมด คือ 3,515 บาท รองลงมาคือแปลงปุ๋ยยูเรีย แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) และแปลงควบคุม ที่มีกำไรลดลงมา (13,513, 11,2666, 10,430, 9,523 และ4,682 บาทตามลำดับ) จากตารางดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ เหมาะสมกับการนำไปพัฒนาการปลูกข้าวมากที่สุด สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรให้เพิ่มมากขึ้นและยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกด้วย

**ตารางที่ 4.22** แสดงการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและกำไรระหว่างแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ (%) กับแปลงที่ 1-5

| แปลงเปรียบเทียบ | | ทรีตเมนต์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพ | ผลผลิต | >170.4 % | > 59.7% | > 41.6% | > 50.2% | > 24.1% |
| | ผลกำไร | >268.3 % | > 81.0% | >53.6% | > 65.3% | > 27.6% |

หมายเหตุ 1. แปลงควบคุม 2. แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด)

3. แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

4. หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี

5. ปุ๋ยยูเรีย

จากการศึกษาการพัฒนาการปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดและสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวสูงถึง 1,515.2 กิโลกรัมต่อไร่ เพิ่มรายได้ของเกษตรกรลดจำนวนครั้งการหว่านปุ๋ยเคมีหรืออินทรีย์จาก 3 ครั้งเหลือเพียง 2 ครั้ง ลดปริมาณปุ๋ยยูเรียจาก 100 - 120 กิโลกรัมต่อไร่เหลือเพียง 70 - 80 กิโลกรัมต่อไร่ ลดค่าจ้างแรงงานในการหว่านปุ๋ย ลดค่ายาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์ในผลิตภัณฑ์ชีวภาพสามารถทำงานร่วมกับรากต้นข้าวแบบ symbiosis ในการควบคุมโรคและเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากดินและน้ำให้กลายเป็นธาตุอาหารหลัก สำหรับรากดูดธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมากเกินพอ ทำให้ต้นข้าวเพิ่มการเจริญเติบโตแตกต่างจากแปลงควบคุม เพิ่มผลผลิตข้าวต่อไร่มากถึง 170.4 % เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม และมากกว่าแปลงปุ๋ยเคมี 24.1 % นอกจากนี้ยังเพิ่มผลกำไรให้สูงขึ้นถึง 268.3 % เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมและสร้างผลกำไรให้สูงขึ้นมากกว่าแปลงปุ๋ยยูเรีย 27.6 % ดังตารางที่ 4.22 ซึ่งการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดและสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ ปราศจากการใช้สารเคมี 100 % ช่วยลดปัญหาสุขภาพของผู้บริโภค และปัญหาสิ่งแวดล้อม

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินบริเวณแปลงปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 พบว่า แปลงที่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ มีการเพิ่มขึ้นของเชื้อราในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง โดยพบว่าก่อนการทดลองพบเชื้อรา 3 ชนิดคือ *Aspergillus* sp., *Peniciillum* sp. และ *Penicillium* sp. แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าแปลงที่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือพบเชื้อราเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชนิดคือ *Mucor* sp., *Pennicillium* sp., *Aspergillus* sp. และ *Trichoderma viride* ส่วนการศึกษาอัตราการรอดและอัตราการงอกของเมล็ดข้าว พบว่าการใช้น้ำหัวเชื้ออัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีมีเปอร์เซ็นต์การงอก 93.33 % และอัตราการรอดมีเปอร์เซ็นต์การรอด 93.3 % สอดคล้องกับงานวิจัยของJohn *et al.* [51] ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma viride* ในการควบคุมเชื้อ *Fusarium oxysporum* และเชื้อ *Pythium arrhenomares* ในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนพบว่าเชื้อรา *T. viride* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *F. oxysporum* และ *P. Arrhenomares* ได้ส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดสูงขึ้นสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ และเมื่อนำหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีไปเพาะกล้าไม้ป่าชายเลน โกงกางและแสม เป็นต้น พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการงอกและอัตราการรอดของกล้าไม้ป่าชายเลนได้มากถึง 95 % สุกาญจน์ [17]

จากการศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือต่อการชักนำการเจริญเติบโตของต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 80 ทั้ง 6 ทรีตเมนต์โดยเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม แปลงปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี และแปลงปุ๋ยยูเรีย พบว่าการเจริญเติบโตกระจุกรากต้นข้าว แปลงที่ใส่เฉพาะหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี มีการเจริญเติบโตของรากดีที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ใส่หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ แปลงปุ๋ยยูเรีย แปลงปุ๋ยอินทรีย์(ตามท้องตลาด) และแปลงควบคุม ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตของลำต้นข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี80 พบว่า ความสูงของลำต้น ความกว้างใบเฉลี่ย มีค่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงแปลงควบคุมที่มีค่าการเจริญเติบโตน้อยที่สุด แต่ในส่วนของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง การแตกกอเฉลี่ย และน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่อรวง พบว่าแปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ

แปลงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญรองลงมาได้แก่ แปลงหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี แปลงปุ๋ยยูเรีย แปลงสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน รองลงมาได้แก่แปลง ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) และสุดท้ายคือแปลงควบคุมซึ่งมีค่า น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง การแตกกอเฉลี่ย และน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่อรวง น้อยที่สุดตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสุกาญจน์ [17] ศึกษาการชักนำการเจริญเติบโตต้นไม้ป่าชายเลน ผักสลัด ผักสวนครัวได้แก่ ผักกวางตุ้ง ผักบุ้งจีนเมื่อทำการเกษตรอินทรีย์ด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ พบว่าพืชที่ทำการฟื้นฟูและปลูกแบบเกษตรอินทรีย์มีการเจริญเติบโตดีกว่าปกติ 2-3 เท่า ลดต้นทุนการผลิต และสามารถควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคและแมลงศัตรูพืช เนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์ในดินช่วยเร่งการชักนำการเกิดรากของพืชได้ดี และเชื้อราปฏิปักษ์ช่วยหลั่งเอนไซม์ peroxidase, hemicellulose และprotease ช่วยย่อยสลายสาร lignocelluloses, chitin และโปรตีนที่อยู่ในดินให้กลายเป็นธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับชักนำการเจริญเติบโตราก ลำต้นและใบ ทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย

จากการศึกษาการพัฒนาการปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาหว่านด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดและสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวสูงถึง 1,515.2 กิโลกรัมต่อไร่ เพิ่มรายได้ของเกษตรกรลดจำนวนครั้งการหว่านปุ๋ยเคมีหรืออินทรีย์จาก 3 ครั้งเหลือเพียง 2 ครั้ง ลดปริมาณปุ๋ยเคมีจาก 100 -120 กิโลกรัมต่อไร่เหลือเพียง 70 - 80 กิโลกรัมต่อไร่ ลดค่าจ้างแรงงานในการหว่านปุ๋ย ลดค่ายาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์ในผลิตภัณฑ์ชีวภาพสามารถทำงานร่วมกับรากต้นข้าวแบบ symbiosis ในการควบคุมโรคและเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากดินและน้ำให้กลายเป็นธาตุอาหารหลัก สำหรับรากพืชนำธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมากเกินพอ ทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่มากถึง 170.4 % เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม และมากกว่าแปลงปุ๋ยยูเรีย 24.1 % นอกจากนี้ยังเพิ่มกำไรให้สูงขึ้นถึง 268.3 % เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมและสร้างผลกำไรให้สูงขึ้นมากกว่าแปลงปุ๋ยยูเรีย 27.6 % ดังนั้นจึงควรให้การสนับสนุนและเผยแพร่เทคนิคการพัฒนาการปลูกข้าวปทุมธานี 80 ด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือแบบเกษตรอินทรีย์ทดแทนการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมีของประเทศไทย เนื่องจากเพิ่มการชักนำการเจริญเติบโต ควบคุมเชื้อราก่อโรค เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน เพิ่มกำไรแก่เกษตรกร และที่สำคัญช่วยปรับสภาพดินให้เหมาะสมต่อการปลูกข้าวได้เป็นระยะเวลานานๆ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรนำเชื้อราปฏิปักษ์มากกว่า 1 ชนิด นำมาใช้ร่วมกับแบคทีเรียปฏิปักษ์ในรูปผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อนำไปพัฒนาเกษตรอินทรีย์ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการเกษตรเพิ่มมากยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรนำเชื้อราปฏิปักษ์มากกว่า 2 ชนิด ทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพในรูปที่เกษตรกรสามารถต่อเชื้อเองได้ สำหรับนำไปใช้ในการชักนำการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรไปพัฒนาเกษตรอินทรีย์แบบครบวงจร

# บรรณานุกรม


[1] มูลนิธิข้าวไทยในพระบรมราชอุปถัมภ์, รู้เรื่องข้าว *(online)*, 2552, Available: http://www.thairice.org.(23 สิงหาคม 2556)

[2] ชูเกียรติ โอภาสวงศ์, การส่งออกข้าวไทย *(online)*, 2551, Available: http:// www.thairath.co.tag (29 กรกฎาคม 2556)

[3] กรมการค้าข้าวไทย, การเกิดโรคของต้นข้าว *(online)*, 2554, Available: http://www.brrd.in.th/rkb/disease%20and%20insect/index.php-file=content.php&id=133.htm (19 สิงหาคม 2556)

[4] H.D. Burges, Formulation of Microbial Biopeticides, Great Britain: Kluwer Academic Publishers,1998.

[5] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, "การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพกล้าไม้," รายงานการวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2553.

[6] วาสนา ผลารักษ์, "ข้าว," รายงานการวิจัย, ภาควิชาพืชศาสตร์คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2523.

[7] อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, เรื่องของข้าว, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชศาสตร์คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

[8] อริตา อินทสิน, "การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข. 6 และข้าวดอกมะลิ 105ในนาหว่าน," รายงานการวิจัย, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2543.

[9] กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร, การทำนา *(online)*, 2551, Available: http.//www.ricethailand.go.th. (29 ธันวาคม2556)

[10] สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, คู่มือการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าว, พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552.

[11] สายชล พรมีอยู่ อัจฉรา จิตตลดากร และหฤษฎี ภัทรดิลก, "ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี ต่อการผลิตผักบุ้งจีน Effect of Cow Manure, Compost and Chemical Fertilizers on Water Convolvulus (Ipomoea Aquatica ) Production," การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับ

# บรรณานุกรม(ต่อ)

บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2,มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2552.

[12] สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร, ปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่ชุมชนควรรู้ *(online)*, 2554, Available: http: http://www.surdi.su.ac.th/paper_public/Fertilizer-new.pdf (7 ธันวาคม 2556)

[13] สุจิตรา ชูเกิด, ทิพยทิวา สัมพันธมิตร และ วิชุดา เกตุใหม่, "การตกค้างของสารเคมีจากการทำนา The Chemical Residues in Rice Farming," มหาวิทยาลัยพะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 ปัญญาเพื่อความเข้มแข็งของชุมชน, มหาวิทยาลัยพะเยา, 2556.

[14] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สถานการณ์ปุ๋ยเคมี *(online)*, 2554, Available: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=684&%20filename=index. (7 ธันวาคม 2556)

[15] สถาบันวิจัยข้าวอินทรีย์กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หลักการผลิตข้าวอินทรีย์ *(online)*, 2552, Available: http://www.thairice.org. (7 ธันวาคม 2556)

[16] จิระเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล อินทนู, "การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคพืช," โครงการเกษตรกู้ชาติ, ภาควิชาโรคพืชคณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 2542.

[17] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, "การฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยเทคนิคทางชีวภาพ," การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่8, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก, 2555.

[18] นักรบ เจริญสุข, "ประสิทธิภาพของสารสกัดจากฝักคูนในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชจำพวกหนอนกระทู้ในผักคะน้า," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 2551.

[19] โกศล เจริญสม และสุอาภา ดิสถาพร, "ศัตรูธรรมชาติของไม้ผลและการอนุรักษ์. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวอินทรีย์แห่งชาติและกองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช," พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, 2533.

# บรรณานุกรม(ต่อ)


[20] ประพันธ์ ชนะวรรณโณ, “การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวของเกษตรกร อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี,” วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2550.

[21] ธงชัย มาลา, “ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพเทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์,” รายงานการวิจัย, มหาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2546.

[23] เกศิณี แก้วมาลา, “ประสิทธิผลของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองในระยะต้นอ่อน,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2551.

[24] J. Bissett, “A revision of the genus Trichoderma: 1 Section Longibrachiatum, new section,” Can. J. Bot, vol. 62, pp. 924-931, 1984.

[25] นุชนารถ จงเลขา, “เอกสารประกอบคำสอนวิชาราวิทยา,” ภาควิชาโรคพืชคณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2535.

[26] M.A. Rifai, “A revision of the genus *Trichoderma* , “ Mycologia, vol.116, pp.1-56,1969.

[27] วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, โรคพืช มข.ปริทรรศน์ (การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี), ขอนแก่น: ภาควิชาโรคพืชคณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

[28] ธัญลักษณ์ สนธิชัย ปัทมา ยูซบ สิริวิมล เหมาะดี และกัญญาณี เทพบุตรดี, “เกษตรอินทรีย์ผักด้วยสารปรับปรุงดินขี้แดดนาเกลือ, “รายงานการวิจัย, สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2556.

[29] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, “การชักนำการเจริญเติบโตโกงกางใบเล็กด้วยเทคนิคทางชีวภาพบริเวณนากุ้งร้าง จังหวัดสมุทรสาคร,” รายงานการวิจัย, สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2556.

[30] ปุ๋ยชั้นดีขี้แดดนาเกลือ, เกษตรลุงคิม *(online)*, 2555, Available: http://kasetloongkim.com /modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=1915 (20 ธันวาคม 2556)

# บรรณานุกรม(ต่อ)


[31] กัทลีวัลย์ สุขช่วย และจันจิรา อายะวงค์, “การควบคุมโรคโคนเน่าของพริกด้วยผงเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ สวก.ลำปาง เบอร์ 2 (Th-LARTC # 2) ในสภาพเรือนทดลองและแปลงปลูก,” รายงานการวิจัย,สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ลำปาง, 2549.

[32] มณฑา นันทพันธ์ ปรีชา สุรินทร์ และสมยศ วิลัยสัตย์, “การใช้ *Trichoderma harzianum* ควบคุมโรคเน่าของถั่วเหลืองฝักสด,” วารสารโรคพืช, ปีที่ 13(1-2), นน.42-47, ม.ค. 2541.

[33] มานะ กาญจนมณีเสถียร อนงค์ หนูด้วง และสากล สุวลักษณ์, “การคัดเลือกสายพันธุ์และการศึกษาเพื่อจำแนกชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ,” วารสารวิชาการเกษตร, ปีที่ 18, นน. 4-16, 2545.

[34] ภารณี สว่างศรี, อัจฉรา เพ็งหนู, มานะ กาญจนมณีเสถียร, วิษณุ สมทรัพย์ และอมรรัตน์ ชุมทอง, “การผลิตมวลชีวภาพเชื้อรา *Trichoderma harzianum Rifai* และการนำไปใช้ในการควบคุมโรคใบไหม้ของถั่วหรั่ง (Vigna subterranea (L.) Verdc.) ที่เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* Kuhn. ,” แก่นเกษตร ฉบับ 30, หน้า 47-54,

[35] สิทธิศักดิ์ แสไพศาล, “การคัดเลือกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[36] พรหมมาศ คูหากาญจน์ และ อิทธิสุนทร นันทกิจ, “ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี และจุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืชที่แยกได้จากสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pythium myriotylum*.,” การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5, โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีชพัทยาชลบุรี, 2548.

[37] อรรจนา ด้วงแพง และ วัลยา อุตโรกุล, “วิจัยและพัฒนาการผลิตข้าวอินทรีย์พื้นที่จังหวัดอุดรธานี: การเปรียบเทียบการเจริญของต้นข้าวภายใต้การผลิตแบบเกษตรอินทรีย์และใช้สารเคมี,” ในการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนครั้งที่ 1, โรงแรม เอส.ดี.อเวนิว กรุงเทพมหานคร, 2548.

# บรรณานุกรม(ต่อ)


[38] แพรทอง ละมุล, "ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* sp.ในการควบคุมโรครากเน่าของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*.," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาโรคพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร,

[40] ขวัญเนตร หินอ่อน, "ศักยภาพ *Trichoderma harzianum* ในการชักนำให้มะเขือเทศต้านทานต่อโรคราใบดำสาเหตุจากเชื้อ *Pseudocercospora fuligena*.," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2550.

[41] ทรงยศ พิสิษฐ์กุล และถนอมจิตร ฤทธิ์มนตรี, "การป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Nilaparvata lugens Stal.) โดยใช้สารภูไมท์บนข้าวพันธุ์แนะนำ," รายงานการวิจัย, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2550.

[42] C. R. Howell, "Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The History and Evolution of Current Concepts," Plant Disease, vol.87, pp. 4-10, 2003.

[43] W. Intana, C. Chamswang, W. Intanoo, C. Hongprayoo and K. Sivasithamparam, "Use of mutant strain for improved efficacy of *Trichodrema* for controling cucumber damping-off," Thai Journal of Agricultural Science, vol. 36, pp. 45-50, 2003.

[44] S.M. Widyastuti, S. Harjono and D Yuniarti , "Biological control of Sclerotiu mrolfsii damping off of tropical pine (Pinusmerkusii) with three isolates of *Trichoderma* spp," Journal of Biological Sciences, vol.3, pp. 95-102, 2003.

[45] C. Cuevas, "Soil Inoculation with *Trichoderma pseudokoningii* Rifai Enhances Yield of Rice," Philippine Journal of Science 135, vol. 1, pp. 31-37, June 2006.

[46] C.R.Rini and K.K. Sulochana, "Short communication management of seeding rot chilli (*Capsicumannuum* L.) using *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas fluorescens*," Journal of Tropical Agriculture, vol .44, pp.79-82, 2006.

# บรรณานุกรม(ต่อ)


[47] F. Almeida, F.M. Cerqueira, R.D.N Silva, C.J. Ulhoa and AL Lima, "Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum*s trainsag ainst *Rhizoctonia solani*," Biotechnology Letters, vol 29, pp.1189-1193, 2007.

[48] Sunil C. Dubey, M. Suresh and Birendra Singh, "Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum*f. sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilt**,"** Biological Control, vol. 40, pp.118-127, 2007.

[49] A. Akrmi, A.Ibrahimov, and D. M. Zafari, "Control *Fusarium* rot of bean by combination of *Trichodermahazianum* and *Trichoderma asperllum* in greenhouse condition," Agricultural Journal,vol 4, pp.121-123, 2009.

[50] V. Shanmugaiah, "Effect of single application of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on growth promotion in cotton plants," African Journal of Agricultural Research Vol. 4 , pp. 1220-1225, 2009.

[51] R.P.John, R.D.Tyagi, D. Prévost,K. Satinder Brar,S. Pouleur and R.Y. Surampalli, "Mycoparasitic *Trichoderma viride* as a bio control agent against *Fusarium oxysporum* f. sp. adzuki and *Pythium arrhenomanes* and as a growth promoter of soybean," Crop Protection, vol. 29, pp.452- 1459, 2010.

[52] A. Muhammad, T.Arne, E.H.Veronique, G.H Linda,H. Cecile and S. Christian, "Characterization of field isolates of *Trichoderma* antagonistic against *Rhizoctonia solani*.," Fungal Biology, vol 114 pp. 691-701, 2010.

[53] Mujeebur Rahman Khan, Shahana Majid, A. Fayaz Mohidin and Nabilah Khan, "A new bio process to produce low cost powder formulations of biocontrol bacteria and fungi to control Fusarial wilt and root-knot nematode of pulses," Biological Control, vol. 59, pp. 130–140, 2011.

[54] Rohit Kumar Mishra, "Biocontrol efficacy of *Trichoderma viride* isolates against fungal plant pathogens causing disease in Vigna radiata L," Archives of Applied Science Research, vol. 3, pp.361-369 ,2011.

# บรรณานุกรม(ต่อ)


[55] P. Hohmann, E.Jones, A. Hill and A. Stewart, "Understanding *Trichoderma* in the root system of Pinus radiate: associations between rhizosphere colonisation and growth promotion for commercially grown seedlings," Fungal biology,vol. 115,pp. 759 – 767, 2011.

[56] J.B. Mbarga, S. Hoopen, J.Kuaté, A. Adiobo, M.E.L. Ngonkeu, Z. Ambang, A. Akoa, P.R. Tondje and B.A.D. Begoude ," *Trichoderma asperellum*: A potential biocontrol agent for *Pythium myriotylum* causal agent of cocoyam(*Xanthosomasa gittifolium*)root rot disease in Cameroon,"Crop Protection, vol. 36, pp. 45-50,2003.

[57] T.E. Parizi, M. Ansari and T. Elaminejad, "Evaluation of the potential of *Trichoderma viride* In the control of fungal pathogens of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) in vitro," Microbial Pathogenesis, vol. 52, pp. 201-205, 2012.

[58] สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, ธาตุอาหารดิน *(online)*, 2555, Available: http://www.osd101.ldd.go.th/. (20 ธันวาคม 2556)

# ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 4.2 | 7.7 | 6.2 | 18.5 | 6.2 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 5.6 | 6.7 | 6.2 | 18.5 | 6.2 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.2 | 7.1 | 6.2 | 19.5 | 6.5 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 7.3 | 7.1 | 5.6 | 20.0 | 6.6 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 7.1 | 5.6 | 7.3 | 20.0 | 6.6 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.9 | 7.3 | 6.6 | 20.8 | 6.9 |

**ตารางผนวกที่ 2** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 9.18 | 11.6 | 14.1 | 34.9 | 11.6 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 11.8 | 12.9 | 10.7 | 35.4 | 11.8 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 13.7 | 12.4 | 12.2 | 38.3 | 12.7 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 12.7 | 11.4 | 11.8 | 36 | 12 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 12.0 | 12.4 | 12.4 | 36.9 | 12.3 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 11.9 | 13.6 | 13.2 | 38.7 | 12.9 |

**ตารางผนวกที่ 3** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 18 | 18.26 | 17.0 | 53.3 | 17.7 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 20.14 | 21.4 | 19.4 | 60.9 | 20.3 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 21.2 | 20 | 19.3 | 60.5 | 20.1 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 21.8 | 22.9 | 20.6 | 65.3 | 21.7 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 22.6 | 23.5 | 21.3 | 67.4 | 22.4 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 21.7 | 23.5 | 21.9 | 67.1 | 22.3 |

**ตารางผนวกที่ 4** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 19.56 | 19.5 | 19.66 | 58.7 | 19.5 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 21.36 | 20.46 | 21.62 | 63.4 | 21.1 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 23.44 | 22.7 | 23.14 | 69.2 | 23.1 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 25.5 | 23.8 | 23.24 | 72.5 | 24.2 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 25.42 | 24.58 | 22.16 | 72.2 | 24.0 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 24.46 | 25 | 28.2 | 77.6 | 25.8 |

**ตารางผนวกที่ 5** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 23.8 | 17.2 | 17.1 | 58.1 | 19.4 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 24.2 | 20.8 | 22.7 | 67.7 | 22.6 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 24.4 | 26.6 | 18.4 | 69.4 | 23.2 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 26.2 | 24.8 | 22.3 | 66.5 | 22.2 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 22.4 | 23.8 | 23.9 | 70.1 | 23.4 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 20.6 | 23.6 | 25 | 76 | 25.3 |

**ตารางผนวกที่ 6** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 22.2 | 21.26 | 21.1 | 64.56 | 21.52 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 26.5 | 23.4 | 17.5 | 67.4 | 22.46 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 26.9 | 23.96 | 24.5 | 75.36 | 25.12 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 29 | 26.5 | 29.3 | 84.8 | 28.21 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 27.1 | 24.4 | 22.3 | 73.9 | 24.64 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 22.9 | 26.84 | 26.14 | 75.88 | 25.29 |

**ตารางผนวกที่ 7** ความยาวรากของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 22.2 | 22.2 | 21.1 | 65.5 | 21.83 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 25.5 | 24.4 | 18.5 | 68.4 | 22.8 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 27 | 24.9 | 24.5 | 76.4 | 25.46 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 29 | 27.5 | 29.3 | 85.8 | 28.60 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 26.1 | 24.4 | 26.3 | 76.8 | 25.60 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 24.6 | 26.8 | 26.7 | 78.1 | 26.03 |

**ตารางผนวกที่ 8** ความสูงของต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 25.7 | 22.9 | 27.2 | 75.8 | 25.2 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 27.3 | 25.4 | 25.2 | 77.9 | 25.9 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 26.8 | 32.4 | 21.8 | 81.1 | 27.0 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 26.2 | 29.1 | 26.4 | 81.7 | 27.2 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 24.7 | 29.6 | 24.4 | 78.8 | 26.2 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 29.4 | 25.8 | 27.8 | 83.1 | 27.72 |

**ตารางผนวกที่ 9** ความสูงของต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 28.18 | 28.9 | 34.7 | 91.78 | 30.59 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 32.04 | 34.16 | 31.2 | 97.40 | 32.46 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 33.52 | 33.25 | 31 | 97.77 | 32.59 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 34.28 | 32.26 | 32.5 | 99.04 | 33.01 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 33.42 | 32.84 | 32.7 | 98.96 | 32.98 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 32.02 | 30.26 | 33.2 | 95.48 | 31.82 |

**ตารางผนวกที่ 10** ความสูงของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 45.5 | 44.7 | 39.94 | 130.14 | 43.38 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 49.4 | 49.6 | 49.2 | 148.2 | 49.4 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 46 | 52.2 | 52.58 | 150.78 | 50.26 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 47.64 | 51.44 | 50.14 | 149.22 | 49.74 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 49.84 | 51.4 | 49.72 | 150.96 | 50.32 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 50.8 | 50.54 | 52.7 | 154.04 | 51.34 |

**ตารางผนวกที่ 11** ความสูงของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 60.37 | 58.96 | 62 | 181.33 | 60.44 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 71.75 | 70.7 | 70.6 | 213.05 | 71.01 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 62.97 | 69.28 | 72.02 | 204.27 | 68.09 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 68.35 | 69.36 | 68.44 | 206.15 | 68.71 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 76.87 | 70.44 | 70.88 | 218.19 | 72.73 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 63.8 | 69.2 | 74.12 | 207.12 | 69.04 |

**ตารางผนวกที่ 12** ความสูงของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 76.3 | 77 | 77.6 | 230.9 | 76.96 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 84.26 | 89.8 | 80.3 | 254.36 | 84.78 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 84.23 | 82.2 | 82.9 | 249.33 | 83.11 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 85.49 | 83.5 | 84.6 | 253.59 | 84.53 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 86 | 86.3 | 83.02 | 255.32 | 85.10 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 85.42 | 84 | 89.6 | 259.02 | 86.34 |

**ตารางผนวกที่ 13** ความสูงของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 84.46 | 86.54 | 82.72 | 253.72 | 84.57 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 91 | 86.28 | 93.4 | 270.68 | 90.22 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 91.16 | 83.86 | 89.56 | 264.58 | 88.19 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 88.92 | 89.8 | 94.1 | 272.82 | 90.94 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 89.06 | 91.38 | 96 | 276.44 | 92.14 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 94.5 | 99.4 | 96.38 | 290.28 | 96.76 |

**ตารางผนวกที่ 14** ความสูงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| กลุ่มทดลอง | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 95 | 86 | 99.1 | 280.1 | 93.36 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 107.4 | 114.9 | 111.2 | 333.54 | 110.51 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 104.8 | 111.0 | 115.0 | 330.88 | 111.96 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 109.8 | 109.1 | 114.1 | 333 | 110 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 114.2 | 114.8 | 119.2 | 348.2 | 116.06 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 111.2 | 119.1 | 115.1 | 345.46 | 119.82 |

**ตารางผนวกที่ 15** ความกว้างของใบข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 0.21 | 0.18 | 0.22 | 0.61 | 0.20 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 0.23 | 0.19 | 0.18 | 0.6 | 0.20 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.17 | 0.24 | 0.19 | 0.6 | 0.20 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.27 | 0.18 | 0.17 | 0.62 | 0.20 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 0.16 | 0.22 | 0.19 | 0.57 | 0.19 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.22 | 0.22 | 0.19 | 0.63 | 0.21 |

**ตารางผนวกที่ 16** ความกว้างของใบข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 0.5 | 0.48 | 0.56 | 1.54 | 0.51 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 0.5 | 0.6 | 0.54 | 1.64 | 0.54 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.58 | 0.54 | 0.58 | 1.7 | 0.56 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.62 | 0.58 | 0.54 | 1.74 | 0.58 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 0.54 | 0.5 | 0.54 | 1.58 | 0.52 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.54 | 0.5 | 0.56 | 1.6 | 0.53 |

**ตารางผนวกที่ 17** ความกว้างของใบข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 0.78 | 0.82 | 0.74 | 2.34 | 0.78 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ | 0.9 | 0.9 | 0.82 | 2.62 | 0.87 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.86 | 0.92 | 0.9 | 2.68 | 0.89 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.86 | 0.84 | 0.9 | 2.6 | 0.86 |
| ปุ๋ยเคมี | 0.96 | 0.96 | 0.92 | 2.84 | 0.94 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.9 | 0.82 | 0.88 | 2.6 | 0.86 |

**ตารางผนวกที่ 18** ความกว้างของใบข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 0.96 | 0.87 | 0.9 | 2.73 | 0.91 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 1.05 | 1.084 | 0.94 | 3.07 | 1.02 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.94 | 1.01 | 0.97 | 2.92 | 0.97 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 0.94 | 0.9 | 0.87 | 2.71 | 0.90 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1.01 | 0.91 | 1.01 | 2.93 | 0.97 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 0.96 | 0.98 | 0.94 | 2.88 | 0.96 |

**ตารางผนวกที่ 19** ความกว้างของใบข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 1.00 | 1.02 | 1.21 | 3.23 | 1.07 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 1.20 | 1.12 | 1.19 | 3.51 | 1.17 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.14 | 1.16 | 1.24 | 3.54 | 1.18 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 1.10 | 1.04 | 1.3 | 3.44 | 1.14 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1.08 | 1.12 | 1.1 | 3.3 | 1.1 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.12 | 1.24 | 1.11 | 3.47 | 1.15 |

**ตารางผนวกที่ 20** ความกว้างของใบข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 1.24 | 1.18 | 1.22 | 3.64 | 1.21 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 1.26 | 1.26 | 1.34 | 3.86 | 1.28 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.32 | 1.26 | 1.34 | 3.92 | 1.30 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 1.3 | 1.25 | 1.27 | 3.82 | 1.27 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1.27 | 1.22 | 1.32 | 3.81 | 1.27 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.44 | 1.3 | 1.18 | 3.92 | 1.30 |

**ตารางผนวกที่ 21** ความกว้างของใบข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 1.24 | 1.22 | 1.24 | 3.7 | 1.23 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 1.26 | 1.28 | 1.34 | 3.88 | 1.29 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.31 | 1.29 | 1.32 | 3.92 | 1.30 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 1.37 | 1.26 | 1.3 | 3.93 | 1.31 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1.3 | 1.28 | 1.35 | 3.93 | 1.31 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1.32 | 1.4 | 1.23 | 3.95 | 1.35 |

**ตารางผนวกที่ 22** การแตกกอของต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.5 | 3 | 2 | 7.5 | 2.5 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.5 | 2.2 | 2.4 | 8.1 | 2.7 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.25 | 4.4 | 2.6 | 11.25 | 3.75 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 4.75 | 4.4 | 4.2 | 13.35 | 4.45 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 4.75 | 6 | 4.4 | 15.15 | 5.05 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.5 | 4.6 | 4.8 | 13.9 | 4.63 |

**ตารางผนวกที่ 23** การแตกกอของต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 3 | 3 | 3.2 | 9.2 | 3.06 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3 | 3.6 | 3.2 | 9.8 | 3.26 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4 | 5.4 | 4.2 | 13.6 | 4.53 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 6 | 5.4 | 5.6 | 17 | 4.66 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 5 | 4.2 | 4.4 | 13.6 | 4.53 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4 | 5.2 | 4 | 13.2 | 4.4 |

**ตารางผนวกที่ 24** การแตกกอของต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 3.6 | 2.6 | 3.6 | 9.8 | 3.26 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.4 | 3.8 | 3 | 10.2 | 3.4 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.2 | 4.2 | 4.6 | 13 | 4.33 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 4.8 | 5 | 5.2 | 15 | 5 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 5.8 | 4.6 | 5.8 | 16.2 | 5.4 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4.6 | 7.6 | 5.2 | 17.4 | 5.8 |

**ตารางผนวกที่ 25** การแตกกอของต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.4 | 2.8 | 3.6 | 8.8 | 2.93 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.6 | 3.6 | 3.8 | 11 | 3.66 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.8 | 5 | 3.2 | 12 | 4 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 4.2 | 4.2 | 4 | 12.4 | 4.13 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 6.2 | 4.8 | 5 | 16 | 5.33 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 5.6 | 5 | 4.2 | 14.8 | 4.93 |

**ตารางผนวกที่ 26** การแตกกอของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 3.6 | 3.8 | 2.8 | 9.32 | 3.4 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 4.2 | 4 | 4.2 | 10.07 | 4.13 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 4 | 4.2 | 6.2 | 10.65 | 4.8 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 5.4 | 5.2 | 3.8 | 9.54 | 4.8 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 7.8 | 5.4 | 4.5 | 10.50 | 5.9 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 5.2 | 6 | 7.2 | 10.28 | 6.13 |

**ตารางผนวกที่ 27** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.83 | 3.12 | 3.37 | 9.32 | 3.10 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.15 | 3.47 | 3.44 | 10.07 | 3.35 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.69 | 3.54 | 3.42 | 10.65 | 3.55 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 3.56 | 3.39 | 3.55 | 10.50 | 3.50 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 3.01 | 3.23 | 3.29 | 9.54 | 3.18 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.34 | 3.39 | 3.54 | 10.28 | 3.42 |

**ตารางผนวกที่ 28** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.83 | 3.12 | 3.36 | 9.32 | 3.10 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.15 | 3.476 | 3.43 | 10.07 | 3.35 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.69 | 3.54 | 3.41 | 10.65 | 3.5 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 3.56 | 3.39 | 3.54 | 10.50 | 3.50 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 3.01 | 3.23 | 3.29 | 9.54 | 3.18 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.34 | 3.39 | 3.53 | 10.28 | 3.42 |

**ตารางผนวกที่ 29** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 7.92 | 8.22 | 6.13 | 22.28 | 7.42 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 9.91 | 10.13 | 5.75 | 25.81 | 8.60 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 12.31 | 9.78 | 8.91 | 31.00 | 10.33 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 12.58 | 13.86 | 13.79 | 40.25 | 13.41 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 11.34 | 19.52 | 17.04 | 47.91 | 15.97 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 12.53 | 13.26 | 11.75 | 37.55 | 12.51 |

**ตารางผนวกที่ 30** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 19.65 | 14.73 | 19.39 | 53.77 | 17.92 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 22.41 | 22.14 | 14.74 | 59.30 | 19.76 |
| ปุ๋ยชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 25.39 | 24.30 | 24.34 | 74.04 | 24.68 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 24.95 | 30.03 | 47.30 | 102.29 | 34.09 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 36.57 | 37.81 | 42.11 | 116.50 | 38.83 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 25.42 | 51.36 | 27.35 | 104.14 | 34.71 |

**ตารางผนวกที่ 31** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 70 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 24.76 | 22.78 | 22.17 | 69.722 | 23.24 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 30.78 | 26.39 | 27.22 | 84.39 | 28.13 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 37.34 | 34.90 | 50.06 | 122.31 | 40.77 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 40.67 | 50.45 | 54.13 | 145.25 | 48.41 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 54.13 | 43.38 | 43.17 | 140.70 | 46.90 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 45.23 | 40.69 | 59.59 | 145.52 | 48.50 |

**ตารางผนวกที่ 32** น้ำหนักสดต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 53.88 | 65.34 | 48.13 | 167.36 | 55.78 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 54.22 | 50.24 | 64.74 | 169.21 | 56.40 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 94.56 | 62.82 | 79.99 | 237.37 | 79.12 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 115.69 | 80.71 | 65.85 | 262.26 | 87.42 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 86.37 | 79.68 | 65.07 | 231.14 | 77.04 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 88.35 | 103.9 | 100.4 | 292.77 | 97.59 |

**ตารางผนวกที่ 33** น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 14 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.20 | 2.48 | 2.73 | 7.42 | 2.47 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ | 2.52 | 2.59 | 2.83 | 7.95 | 2.65 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.85 | 2.79 | 2.77 | 8.41 | 2.80 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 2.91 | 2.63 | 2.74 | 8.29 | 2.76 |
| ปุ๋ยเคมี | 2.56 | 2.56 | 2.68 | 7.73 | 2.57 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.63 | 2.47 | 2.52 | 7.63 | 2.54 |

**ตารางผนวกที่ 34** น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 21 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.20 | 2.48 | 2.73 | 7.42 | 2.47 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 2.52 | 2.59 | 2.83 | 7.95 | 2.65 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.85 | 2.79 | 2.77 | 8.41 | 2.80 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 2.91 | 2.63 | 2.74 | 8.29 | 2.76 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 2.56 | 2.56 | 2.60 | 7.73 | 2.57 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 2.63 | 2.47 | 2.52 | 7.63 | 2.54 |

**ตารางผนวกที่ 35** น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 35 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 5.40 | 7.04 | 4.02 | 16.472 | 5.49 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 6.46 | 6.47 | 5.34 | 18.278 | 6.09 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 6.09 | 6.36 | 6.58 | 19.038 | 6.34 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 10.71 | 11.3 | 11.54 | 33.56 | 11.18 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 9.41 | 11.74 | 14.35 | 35.502 | 11.83 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 8.88 | 9.53 | 8.28 | 26.702 | 8.90 |

**ตารางผนวกที่ 36** น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 46 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 12.76 | 10.36 | 8.37 | 31.45 | 10.48 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 12.07 | 11.64 | 8.45 | 32.17 | 10.72 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 13.31 | 13.74 | 14.10 | 41.15 | 13.71 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 15.95 | 17.16 | 29.31 | 62.43 | 20.81 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 26.31 | 25.50 | 28.40 | 80.22 | 26.74 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 13.24 | 33.60 | 15.86 | 62.71 | 20.90 |

**ตารางผนวกที่ 37** น้ำหนักแห้งต้นข้าวอายุ 84 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 43.6 | 41.86 | 32.32 | 117.78 | 39.26 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 30.84 | 38.43 | 45.07 | 114.35 | 38.11 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 61.41 | 44.16 | 53.68 | 159.26 | 53.08 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 92.34 | 62.26 | 39.3 | 193.90 | 64.63 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 66.3 | 60.18 | 41.84 | 168.32 | 56.10 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 67.54 | 75.88 | 57.25 | 200.68 | 66.89 |

**ตารางผนวกที่ 38** จำนวนรวงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (เซนติเมตร)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 2.4 | 2.8 | 3.6 | 8.8 | 2.93 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 3.6 | 3.4 | 3.8 | 10.8 | 3.6 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 3.8 | 5.2 | 3.2 | 12.2 | 4.06 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 4.2 | 4.2 | 3.8 | 12.2 | 4.06 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 6.2 | 3.6 | 4.6 | 14.4 | 4.8 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 5.6 | 5 | 4.6 | 15.2 | 5.06 |

**ตารางผนวกที่ 39** น้ำหนักเมล็ดข้าวต่อรวงของต้นข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร 5 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (กรัม)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 3.11 | 3.51 | 4.74 | 11.36 | 3.78 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 8.74 | 7.87 | 8.84 | 25.46 | 8.48 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 9.51 | 8.31 | 6.74 | 24.56 | 8.18 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 8.70 | 10.04 | 8.3 | 27.05 | 9.01 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 10.78 | 6.28 | 10.41 | 27.48 | 9.16 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 10.308 | 10.29 | 9.31 | 29.91 | 9.97 |

**ตารางผนวกที่ 40** น้ำหนักของเมล็ดข้าวอายุ 110 วัน สุ่มเก็บผลทดลองในพื้นที่ 1 x 1 ตารางเมตร 1 จุด ต่อกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มทดลองมีการทดลอง 3 ซ้ำ (กรัม)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 431 | 509 | 459 | 1,400 | 466 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 834 | 753 | 784 | 2,372 | 790 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1,083 | 841 | 764 | 2,690 | 896 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 1,172 | 1,125 | 948 | 3,246 | 1,082 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 1,092 | 0.938 | 1,021 | 3,052 | 1,017 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 1,187 | 1,343 | 1,256 | 3,787 | 1,262 |

**ตารางผนวกที่ 41** ปริมาณน้ำหนักของเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 30.79 | 30.34 | 30.77 | 91.9 | 30.63 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 31.16 | 31.54 | 30.93 | 93.63 | 31.21 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 30.95 | 30.85 | 31.44 | 93.24 | 31.08 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 30.39 | 30.04 | 30.76 | 91.19 | 30.39 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 31.25 | 31.21 | 31.37 | 93.83 | 31.27 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 30.7 | 31.3 | 31.1 | 93.17 | 31.05 |

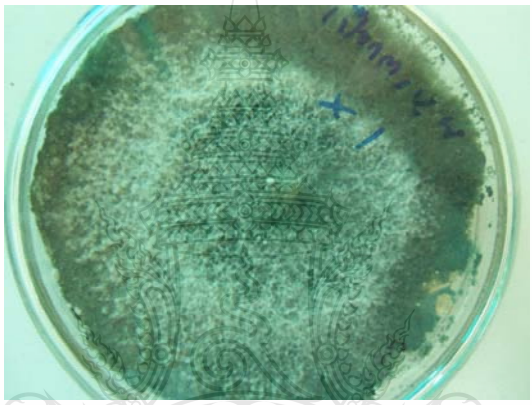
**ตารางผนวกที่ 42** ปริมาณน้ำหนักของเมล็ดข้าวอายุ 110 วัน ต่อแปลงทดลอง (กิโลกรัม)

| ทรีตเมนต์ | R1 | R2 | R3 | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ควบคุม | 10.79 | 12.72 | 11.48 | 34.99 | 11.66 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ (ตามท้องตลาด) | 20.86 | 18.83 | 19.63 | 59.32 | 19.77 |
| สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 27.09 | 21.03 | 19.12 | 67.24 | 22.41 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี | 29.31 | 28.12 | 23.71 | 81.14 | 27.04 |
| ปุ๋ยยูเรีย | 27.31 | 23.45 | 25.53 | 76.29 | 25.43 |
| หัวเชื้อราอัดเม็ดราชมงคลธัญบุรีร่วมกับสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ | 29.69 | 33.58 | 31.41 | 94.68 | 31.56 |

# ภาคผนวก ก

# ตารางแสดงการบันทึกผลการทดลอง

**รูปผนวกที่ 1** เมล็ดข้าวฟ่างต้มสุก



**รูปผนวกที่ 2** จานเพาะเชื้อ

**รูปผนวกที่ 3** เชื้อราที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่างต้มสุก

**รูปผนวกที่ 4** ก้อนหัวเชื้อราสดสำหรับนำไปใช้ในการผลิตหัวเชื้อราอัดเม็ด

**รูปผนวกที่ 5** น้ำหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่กรองจากก้อนหัวเชื้อราสด

**รูปผนวกที่ 6** ส่วนผสมสำหรับอัดเม็ดหัวเชื้อราราชมงคลธัญบุรี

**รูปผนวกที่ 7** อัดเม็ดหัวเชื้อราราชมงคลธัญบุรีด้วยเครื่องอัดเม็ด

**รูปผนวกที่ 8** การอบหัวเชื้อราอัดเม็ดด้วยตู้อบลมร้อน

**รูปผนวกที่ 9** ขี้แดดนาเกลือก่อนอัดเป็นสารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

**รูปผนวกที่ 10** สารปรับปรุงดินชีวภาพขี้แดดนาเกลือ

**รูปผนวกที่ 11** การเตรียมแปลงทดลองสำหรับปลูกข้าว

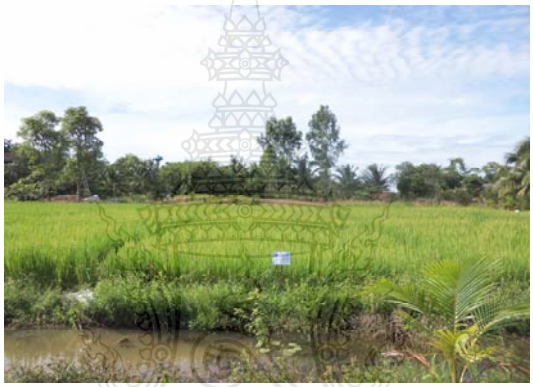
**รูปผนวกที่ 12** เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 80

**รูปผนวกที่ 13** เครื่องหว่านเมล็ด

**รูปผนวกที่ 14** แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 7 วัน

**รูปผนวกที่ 15** แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 14 วัน

**รูปผนวกที่ 16** แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 45 วัน



**รูปผนวกที่ 17** แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 70 วัน

**รูปผนวกที่ 18** แปลงทดลองเมื่อข้าวมีอายุ 110 วัน

**รูปผนวกที่ 19** หว่านปุ๋ยตามกลุ่มการทดลอง

**รูปผนวกที่ 20** เก็บต้นข้าวสำหรับนำมาศึกษาการเจริญเติบโต

**รูปผนวกที่ 21** เก็บผลการเจริญเติบโตของต้นข้าว

**รูปผนวกที่ 22** เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นข้าวมีอายุ 110 วัน

**รูปผนวกที่ 23** คัดแยกเมล็ดข้าวออกจากต้นข้าว

**รูปผนวกที่ 24** วัดความชื้นเมล็ดข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

**รูปผนวกที่ 25** ชั่งน้ำหนักผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

# ภาคผนวก ข

# รูปแสดงการปฏิบัติงานวิจัย

# ประวัติผู้เขียน


| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | นาย เจษฎา คตสำโรง |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 20 ธันวาคม พ.ศ. 2530 |
| **ที่อยู่** | 30/8 หมู่ 8 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี |
| **การศึกษา** | สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| **เบอร์โทรศัพท์** | 089-018-5028 |
| **อีเมล์** | km0651@hotmail.co.th |