รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ.3)

เรื่อง

การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

โดย

นางสาวนิภาพร ชูกิจ

นายวิโรจน์ ปิ่นพรม

นายนคร เพ็ชร์บุรี

นางนงเยาว์ พฤฒิคณี

ทะเบียนวิจัยเลขที่

61-63-17-09-20010-024-110-01-11

สถานีพัฒนาที่ดินพัทลุง สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กุมภาพันธ์ 2565

แบบ วจ.3

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

กอง/สำนักงาน/เขต สถานีพัฒนาที่ดินพัทลุง สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12

ทะเบียนวิจัย 61-63-17-09-20010-024-110-01-11

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

ชื่อผู้รับผิดชอบโครงการ นางสาวนิภาพร ชูกิจ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

ผู้ร่วมดำเนินการ

นายวิโรจน์ ปิ่นพรม นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.นราธิวาส

นายนคร เพ็ชร์บุรี นักวิชาการเกษตรชำนาญการ สถานีพัฒนาที่ดินพัทลุง

นางนงเยาว์ พฤฒิคณี นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ สถานีพัฒนาที่ดินพัทลุง

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

นางสาวฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน

เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 สิ้นสุดเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 รวมระยะเวลา 3 ปี 5 เดือน

สถานที่ดำเนินงานวิจัย หมู่ที่ 6 บ้านหน้าควน ตำบลตะแพน อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2561	-	100,000	100,000
2562	-	121,000	121,000
2563	-	131,000	131,000
รวม	-	352,000	352,000

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณปกติ กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ.3) ของโครงการมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ...

(นางสาวนิภาพร ชูกิจ)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ...

(นายศรีศักดิ์ ธานี)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่ .... เดือน.............................. พ.ศ. ....

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญตารางผนวก	(3)
สารบัญภาพผนวก	(6)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
หลักการและเหตุผล	3
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	4
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	8
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปผลการทดลอง	30
ข้อเสนอแนะ	31
ประโยชน์ที่ได้รับ	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	35
ตารางภาคผนวก	36
ภาพผนวก	56

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563	15
2	ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563	16
3	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563	17
4	ปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563	18
5	การเจริญเติบโต (ความสูง) ของข้าว ปี 2561-2563	19
6	ผลผลิตข้าว ปี 2561 – 2563	20
7	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2561	21
8	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2562	22
9	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2563	23
10	องค์ประกอบผลผลิตข้าว (จำนวนต้นต่อกอ) ปี 2561-2563	24
11	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561	25
12	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562	26
13	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563	27
14	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561	28
15	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562	29
16	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563	30

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การประเมินค่า pH ของดิน (ดิน:น้ำ = 1:1)	37
2	การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน (Walkly and Black method)	37
3	การประเมินระดับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดด้วยวิธี Bray II	37
4	การประเมินระดับธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ Extract วิธี NH_4OAc K^+ mg kg^{-1}	38
5	สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2561	39
6	สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2562	40
7	สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2563	41
8	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ก่อนการทดลอง)	42
9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)	42
10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)	42
11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)	42
12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ก่อนการทดลอง	43
13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 1)	43
14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 2)	43
15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 3)	43
16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ก่อนการทดลอง)	44
17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)	44
18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 2)	44
19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 3)	44

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
20	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ก่อนการทดลอง)	45
21	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 1)	45
22	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 2)	45
23	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 3)	45
24	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	46
25	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	46
26	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	46
27	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	46
28	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	47
29	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	47
30	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	47
31	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	47
32	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	48
33	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	48
34	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	48
35	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	48
36	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	49
37	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	49
38	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	49
39	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	49
40	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	50

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
41	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	50
42	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)	50
43	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)	51
44	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)	51
45	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 1)	51
46	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 2)	51
47	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 3)	52
48	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 1)	52
49	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 2)	52
50	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 3)	52
51	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 1)	53
52	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 2)	53
53	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 3)	53
54	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)	53
55	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)	54
56	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)	54
57	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)	54
58	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)	54
59	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)	55
60	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)	55
61	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)	55
62	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)	55

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่ หน้า

ภาพผนวกที่		หน้า
1	สำรวจและคัดเลือกพื้นที่	57
2	เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีก่อนการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ	57
3	จัดทำ Site characterization (กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินแกลง)	58
4	หน้าตัดดิน ชุดดินแกลง	58
5	ผังแปลงทดลอง	59
6	วัดผังแปลง ขนาด 4x6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย	60
7	เก็บตัวอย่างดินแปลงวิจัยเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี	60
8	ตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์	61
9	เตรียมแปลงเพาะกล้า	61
10	เตรียมจุลินทรีย์และฉีดพ่นแปลงกล้า	62
11	ถอนกล้า	62
12	หว่านปุ๋ยหมัก	63
13	ปักดำกล้า	63
14	เตรียมจุลินทรีย์และฉีดพ่นในแปลง	64
15	หว่านปุ๋ยเคมี	64
16	ช่วงข้าวหลังปักดำ	65
17	ตัวอย่างดินวิเคราะห์จุลินทรีย์ช่วงข้าวเจริญเติบโต	65
18	เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต	66
19	เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตข้าว	66
20	เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว	67
21	ผลผลิตข้าว	67
22	เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง	68
23	ตัวอย่างดินสำหรับส่งวิเคราะห์จุลินทรีย์และสมบัติทางเคมี	68
24	นวดข้าวและฝัดข้าว	69
25	ตากข้าว	69
26	ชั่งน้ำหนักผลผลิตข้าว	70

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
27	วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดข้าว	70
28	นับจำนวนเมล็ดต่อรวง	71
29	นับจำนวนเมล็ดดี 1,000 เมล็ด	71
30	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด	71
31	จัดเตรียมเมล็ดข้าวเพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร	72
32	สับย่อยฟางข้าว เพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร	72

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-17-09-20010-024-110-01-11

ชื่อโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

Study efficiency of bio-fertilizer to increase growth and rice (Sangyod) yield in Phatthalung Province

กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินแกลง (Klaeng Series : Kl)

ผู้ดำเนินการ นางสาวนิภาพร ชูกิจ Ms. Nipaporn Chookit

ผู้ร่วมดำเนินการ นายวิโรจน์ ปิ่นพรม Mr. Viroj Pinprom

นายนคร เพ็ชรบุรี Mr. Nakhon Patburee

นางนงเยาว์ พฤฒิคณี Mrs.Nongyao Pluekthikanee

บทคัดย่อ

การทดลองเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง ดำเนินงาน ณ หมู่ที่ 6 บ้านหน้าควน จังหวัดพัทลุง ตั้งแต่ ตุลาคม 2560 ถึง กุมภาพันธ์ 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ตำรับ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับที่ 1 วิธีควบคุม (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่) ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 3 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ตำรับที่ 4 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 5 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 6 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ตำรับที่ 7 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ตำรับที่ 8 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์

พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกัน แต่ก็เพิ่มขึ้น ส่วนโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ไม่มีความแตกต่างเช่นกัน แต่หลังการทดลองจะมีค่าลดลง สำหรับการเจริญเติบโตของข้าว ในด้านความสูง ด้านองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวมีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ปี

Abstract

The study of efficiency of bio-fertilizer to increase growth and yield of Sangyod rice in Phatthalung province, that operated in Moo 6, Nhakuan village, Tapan sub-district, Sribanpot district, Phatthalung province and had been conducted from October 2017 to February 2021. The experiment was arranged in Randomize Complete Block Design (RCBD), consisted of 8 treatments with 3 replications. Tr.1) Control, applied 16-20-0 at the rate of 20 kg/rai combined with 46-0-0 at the rate of 10 kg/rai, Tr.2) applied 16-20-0 at the rate of 15 kg/rai combined with 46-0-0 at the rate of 8 kg/rai and 0-0-60 at the rate of 10 kg/rai, Tr.3) applied bio-fertilizer liquid for rice, Tr.4) applied bio-fertilizer liquid for rice combined with 50% of chemical fertilizer in Tr.2, Tr.5) applied bio-fertilizer liquid for rice combined with 70% of chemical fertilizer in Tr.2, Tr.6) applied bio-fertilizer powder for rice, Tr.7) applied bio-fertilizer powder for rice combined with 50% of chemical fertilizer in Tr.2, and Tr.8) applied bio-fertilizer powder for rice combined with 70% of chemical fertilizer in Tr.2.

The results indicated that soil pH, organic matter, and available phosphorus in soil of each treatment was statistically non-significant difference but tended to increase. While available potassium in soil of each treatment was statistically non-significant difference but it tended to decrease. Moreover, the growth (height), yield components and yield of Sangyod rice of each treatment was statistically non-significant difference all three years.

หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพการเกษตร โดยภาพรวมมีพื้นที่ในการเกษตรทั้งหมดจำนวน 132.49 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวในปี 2556/2557 จำนวน 77.13 ล้านไร่ ผลผลิตรวม (นาปีและนาปรัง) จำนวน 36.76 ล้านตัน พื้นที่ปลูกข้าวในภาคใต้จำนวน 1.19 ล้านไร่ ผลผลิตรวม (นาปีและนาปรัง) จำนวน 0.55 ล้านตัน สำหรับจังหวัดพัทลุงมีพื้นที่ปลูกข้าวจำนวน 208,753 ไร่ ผลผลิตรวม (นาปีและนาปรัง) จำนวน 100,346 ตัน แต่ให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยนาปีและนาปรังจำนวน 480 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานสถิติการเกษตร, http://www.oae.go.th/economicdata/secondrice57.html (สืบค้นวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ.2559) โดยปัจจัยในการเพิ่มผลผลิตข้าวที่เกษตรกรใช้ คือ ปุ๋ยเคมี จึงทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นเพื่อการเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ถึงแม้ในปัจจุบันเกษตรกรจะมีความรู้ความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น โดยใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของนักวิชาการเกษตรทำให้มีปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลง แต่ราคาต่อหน่วยของปุ๋ยเคมีในปัจจุบันสูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรยังคงสูงขึ้นเรื่อยๆ

“ข้าวสังข์หยด” ถือเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง ที่มีการปลูกและเป็นที่นิยมมานานหลายชั่วอายุคน ข้าวสังข์หยดจะมีลักษณะที่แตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น คือมีความไวต่อช่วงแสง ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะสำหรับผู้นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ กรมวิชาการเกษตรได้ประกาศออกหนังสือรับรองพันธุ์พืช ขึ้นทะเบียนชื่อพันธุ์ “ข้าวสังข์หยดพัทลุง” เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2548 และในปีต่อมาก็ได้ดำเนินการเสนอคำขอขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์เมื่อวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2549 ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2546 ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ชื่อสินค้าว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงก็ได้เสนอข้อมูลทางวิชาการประกอบการพิจารณา เพื่อเป็นพันธุ์แนะนำทางราชการ เพื่อที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไป ซึ่งผ่านการรับรองจากกรมการข้าวและกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ชื่อว่า“ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง”เมื่อวันที่ 23 เมษายนพ.ศ. 2550 (http://ptl.brrd.in.th/web/images/stories/news/s_yod1.pdf. (สืบค้นวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2559)

ขณะที่ในระบบนิเวศวิทยานาข้าว มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อาศัยอยู่จำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์ ทั้งที่อยู่ในดินและส่วนต่างๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น และราก มีทั้งชนิดที่อาศัยอยู่ในดินรอบผนังเซลล์พืช ภายในเซลล์พืชหรือแม้กระทั้งภายในท่อน้ำท่ออาหารพืช โดยส่วนใหญ่จะอยู่อาศัยกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (hardoim et al., 2008) โดยมีหลายสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ละลายซิลิเกตในดิน และสร้างสารเสริมการเจริญเติบโตที่เป็นประโยชน์แก่พืช เช่น Pseudomonas sp. Burkholderia sp. และ Azorhizobium sp. เป็นต้น (jame et al., 2002) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมาก

ในระบบการเกษตร โดยเฉพาะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีให้แก่เกษตร ซึ่งถ้าสามารถแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวได้และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าวจะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตร

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยดซึ่งเป็นข้าวพันธ์พื้นเมืองของพัทลุง เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางให้แก่เกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิตข้าวต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง

การตรวจเอกสาร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการเพาะปลูกข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้ดินมีปัญหาขาดความอุดมสมบูรณ์ เกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้ต้นข้าวได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง (อรพิน, 2551) โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในปริมาณมากทำให้มีต้นทุนทางการเกษตรสูงขึ้น ซึ่งไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารพืชที่ขาดแคลนในดินนาโดยทั่วไป ดังนั้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจึงเป็นทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว โดยไนโตรเจนมีบทบาทในการเจริญเติบโตของข้าวเนื่องจากประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของธาตุซึ่งมีในใบข้าวอยู่ที่คลอโรฟิลล์ อันเป็นออร์แกเนลล์ซึ่งมีหน้าที่ในการสร้างมวลชีวภาพด้านการสังเคราะห์แสง ช่วยเพิ่มความสูง จำนวนรวง ขนาดใบ จำนวนดอกย่อย จำนวนเมล็ดเต็มและเป็นธาตุที่กำหนดศักย์ผลผลิตของข้าว (Mae, 1997; ยงยุทธ, 2558) นอกจากไนโตรเจนแล้วยังมีธาตุเสริมประโยชน์บางธาตุ เช่น ซิลิกอน ซึ่งเป็นธาตุที่มีประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อข้าวโดยมีบทบาทที่สำคัญเกี่ยวกับสรีระวิทยาของข้าว ช่วยให้ใบข้าวตั้งชัน ช่วยให้ข้าวมีลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ป้องกันเชื้อราเข้าในรากและใบ ลดความเป็นพิษของแมงกานีส เหล็ก และอลูมินัม (ยงยุทธ, 2543) บทบาทของไนโตรเจน และซิลิกอนต่อข้าวเป็นดังนี้

ไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของข้าว

1. ระยะการเจริญเติบโตทางต้น และทางใบ ไนโตรเจนจะถูกดูดใช้ในระหว่างช่วงการเจริญ ทางต้น และทางใบ โดยจะช่วยส่งเสริมการเติบโตของราก ทำให้ศักยภาพของรากในการดูดน้ำ และ ธาตุอาหารได้มากขึ้น เพิ่มความสูงของลำต้น และเพิ่มจำนวนแขนงซึ่งจะส่งผลให้เพิ่มจำนวนช่อดอกหรือจำนวนรวงด้วย

2. ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ ไนโตรเจนจะช่วยในการเติบโตของดอก ดังนั้นจำนวนดอกซึ่งจะไป พัฒนาไปเป็นเมล็ดจึงขึ้นอยู่กับความพอเพียงของไนโตรเจนที่ข้าวได้รับ และยังทำให้จำนวนรวงต่อกอและความยาว รวงเพิ่มขึ้นด้วย

3. ระยะเติมเต็มเมล็ด โดยไนโตรเจนจะส่งเสริมการสร้างโปรตีนและเพิ่มน้ำหนักเมล็ดข้าว

ซิลิกอนต่อสรีระวิทยาของข้าว

1. ช่วยให้ใบข้าวตั้งชัน (erectness) แปลงที่มีต้นข้าวค่อนข้างหนาแน่นหรือใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง ใบข้าวส่วนปลายมีแนวโน้มที่โค้งลงบังแสงกันเอง การใส่ซิลิกอนมีผลให้ใบข้าวตั้งชันสังเคราะห์แสงได้ดี ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2. ช่วยให้ข้าวมีลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงมักมีลำต้นอ่อนและหักล้มง่าย ซิลิกอนช่วยให้ลำต้นแข็งแรงขึ้นและล้มน้อยลง

3. ป้องกันเชื้อราเข้าในรากและใบ เนื่องจากความแข็งแรงของผนังเซลล์ที่มีซิลิกอนสูงและแมลงกัดกินใบน้อยลง

4. ลดความเป็นพิษของแมงกานีส เหล็ก และอลูมินัม โดยช่วยให้ข้าวทนต่อความเป็นพิษของแมงกานีส เหล็ก และอลูมินัมได้มากขึ้น รากข้าวมี oxidizing power เพิ่มขึ้น ซิลิกอนช่วยลดการสะสมเหล็กและแมงกานีสในพืชด้วยการลดการคายน้ำ ทำให้การดูดเหล็กและแมงกานีสในพืชลดลง

5. ผลในด้านอื่นๆ อาทิ ลดการคายน้ำผ่านผิวเคลือบคิวทินของใบข้าว Dobermann and Fairhust (2000) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดการดินเพื่อไม่ให้ดินขาดซิลิกอนดังนี้

5.1 โดยการให้น้ำชลประทานที่มีซิลิกอนแก่พืช

5.2 โดยการไถกลบตอซังข้าวเพราะในฟางข้าวมีซิลิกอนประมาณ 5-6 เปอร์เซ็นต์ SiO_2

5.3 ใส่ซิลิกอนร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

5.4 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวนำแกลบหรือขี้เถ้าแกลบมาใช้เพิ่มซิลิกอนให้กับดิน โดยในแกลบมีซิลิกอนประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ SiO_2

ในธรรมชาติส่วนต่างๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น และราก มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่จำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์ มีทั้งชนิดที่อาศัยรอบผนังเซลล์พืช ภายในเซลล์พืช หรือแม้กระทั้งภายในท่อน้ำท่ออาหารพืช โดยส่วนใหญ่จะอยู่อาศัยกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (hardoim et al., 2008) โดยมีหลายสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นประโยชน์แก่พืชได้ เช่น Pseudomonas sp. Burkholderia sp. และ Azorhizobium sp. เป็นต้น (jame et al., 2002) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากในระบบการเกษตร โดยเฉพาะช่วยลด

ต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนให้แก่เกษตร ดังนั้นถ้าสามารถแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวได้และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าวจะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร

แบคทีเรียเอนโดไฟท์ (endophytic bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ใช้ชีวิตทั้งหมดหรือบางช่วงอยู่ในเนื้อเยื่อพืช แล้วให้ประโยชน์แก่พืชอาศัยโดยไม่ทำอันตรายหรือก่อให้เกิดโรคแก่พืช เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อของพืชที่มีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกับพืช และได้รับประโยชน์ในแง่มีการแข่งขัน แย่งแหล่งคาร์บอนหรืออาหารน้อย และพืชอาศัยช่วยป้องกันสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมให้แก่แบคทีเรีย (Reinhold-Hurek and Hurek, 1998)

แบคทีเรียเอนโดไฟท์ตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixing endophytic bacteria) ปัจจุบันมีการศึกษาเอนโดไฟติกแบคทีเรียในพืช โดยใช้วิธีทางชีววิทยาระดับโมเลกุล พบว่ามีความหลากหลายทางสปีชีส์ของเอนโดไฟติกแบคทีเรียในพืช และยังพบว่าเอนโดไฟติกแบคทีเรียช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต ยับยั้งจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช ละลายฟอสเฟต และยังช่วยหาไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ให้กับพืช (assimilable nitrogen) (de Matos Nogueira et al., 2001) ตัวอย่าง เอนโดไฟติกแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการให้ไนโตรเจนแก่พืช ได้แก่ Serratiamarcesens อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์พืช (Jame et al., 2000; Ladha et al., 1995) และ aerenchyma ของราก ใบ และลำต้นข้าว (Gyaneshwar et al., 2001) นอกจากนี้ยังพบว่า มีเอนโดไฟติกแบคทีเรียบางกลุ่มช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยช่วยให้พืชหลั่ง phytohormones ไปสู่พื้นผิวราก ทำให้เพิ่มการดูดซึมธาตุอาหาร โดยมีรายงานว่า Herbaspirillumseropedicae Z67 (James et al., 2002), Herbaspirillum sp. B501 (Zakria et al.,2007), Serratia marcescensIRBG500 (Gyaneshwar et al., 2001), Herbaspirillumseropedicae และ Burkholderia spp. (Baldani et al.,2001) ส่งผลให้น้ำหนักของผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับควบคุม และมีการพบ Pantoeaagglomerans YS19 สามารถตรึงไนโตรเจนในอาหาร N free medium และผลิตฮอร์โมนพืช (ออกซิน กรดแอบไซซิก จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอาศัยได้ (Feng, 2006) นอกจากนี้ยังมีการใช้เอนโดไฟติกแบคทีเรียเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์สาเหตุโรคในข้าวและพืชอื่นๆ (Mukhopadhyay et al., 1996; Padgham et al., 2005)

พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นพันธุ์ข้าวที่ต้องการช่วงแสงหรือช่วงระยะกลางวันสั้น เพื่อเปลี่ยนการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมาเป็นการเจริญทางสืบพันธุ์ เพื่อสร้างช่อดอกและเมล็ด พันธุ์ข้าวชนิดนี้จะกำเนิดช่อดอกเมื่อมีช่วงแสงสั้นกว่า 12 ชั่วโมง ความต้องการช่วงแสงของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกันทำให้ข้าวออกดอกไม่พร้อมกัน พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงมีต้นสูง มีการแตกกอน้อย การตอบสนองต่อปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนต่ำ ให้ผลผลิตสูงสุดได้ต่ำ และมีการต้านทานต่อโรคและแมลงน้อย (อรพิน, 2547)

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองในภาคใต้ เก็บจากอำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ดังนั้นจึงเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกกันมานานไม่ต่ำกว่า 50 ปี และปัจจุบันยังคงมีปลูกอยู่ทั่วไปในจังหวัดพัทลุงและบางจังหวัดใกล้เคียง ในปี พ.ศ. 2543 สมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ ทรงมีพระราชดำรัสตั้งโครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริจังหวัดพัทลุงขึ้นที่อำเภอบางแก้ว โดยมีสถานีพัฒนาที่ดินพัทลุงเป็นเลขานุการคณะทำงานศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ซึ่งได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบแปลงนาในโครงการฯ จึงได้ดำเนินการปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ข้าวสังข์หยด พันธุ์หัวนา พันธุ์หอมจันทร์ และพันธุ์นางพญา 132 ในวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2546 ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้มีโอกาสถวายข้าวสังข์หยดแด่สมเด็จพระนางเจ้าฯพระบรมราชินีนาถ ซึ่งต่อมาพระองค์ทรงโปรดที่จะเสวยตลอดมา และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ปลูกพันธุ์ข้าวสังข์หยดในแปลงนาโครงการฯ ตลอดมาทุกปี ต่อมาจังหวัดพัทลุงได้กำหนดให้พันธุ์ข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวประจำจังหวัด มีเป้าหมายส่งเสริมการผลิตเพื่อเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดตลอดไป

ข้าวพันธุ์สังข์หยด มีลักษณะแตกต่างจากข้าวโดยทั่วๆ ไป คือ มีลักษณะของข้าวสารหรือข้าวกล้องที่เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีขาวปนสีแดงจางๆ จนถึงแดงเข้มในเมล็ดเดียวกัน และข้าวเมื่อหุงสุกแล้วมีลักษณะนิ่มมากค่อนข้างเหนียว ลักษณะเด่น เป็นพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม เมล็ดเล็กเรียว เมื่อหุงเป็นข้าวสุกมีความนุ่มรสชาติมันอร่อย โดยเฉพาะในลักษณะข้าวซ้อมมือ หรือข้าวกล่องที่ขัดสีปานกลาง คุณค่าทางโภชนาการ มีสารอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเล็บนกปัตตานี ที่สูงกว่า ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ฟอสฟอรัส และโดยเฉพาะไนอาซิน ซึ่งสูงกว่าอย่างชัดเจนโดยมีมากกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารอาหารอื่น ได้แก่ ไขมัน กากเยื่อใย เถ้า และเหล็ก ก็มีปริมาณค่อนข้างสูง พื้นที่แนะนำ คือพื้นที่นาดอนที่ปลูกข้าวนาปี จังหวัดพัทลุง และจังหวัดใกล้เคียง ข้อควรระวังหรือหรือข้อจำกัด ไม่ต้านทานโรคไหม้ (ศูนย์วิจัยข้าว, 2548)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560

สิ้นสุด เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี 5 เดือน

สถานที่ดำเนินงาน หมู่ที่ 6 บ้านหน้าควน ตำบลตะแพน อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง

พิกัด E605747 N846123

รายละเอียดสภาพพื้นที่ (Site Characterization)

ชุดดินแกลง (Klaeng series : Kl)

กลุ่มชุดดินที่ 6

พิกัดแปลง E605747 N846123

การจำแนกดิน Very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Plinthaquults

การกำเนิด ตะกอนน้ำพา

สภาพพื้นที่ ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบมีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์

การระบายน้ำ เลว

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

ลักษณะและสมบัติดิน ชุดดินแกลง กลุ่มชุดดินที่ 6 มีชั้นดิน (Soil horizon) ดังนี้

- ดินบนชั้นไถพรวนมีความลึก 15 เซนติเมตร ชั้น Apg สีดินเป็นสีน้ำตาลปนเทา 10YR4/2 เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5)

- ดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ชั้น Bg มีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนเทา 10YR6/2 มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0)

- ดินที่ระดับความลึก 30-60 เซนติเมตร ชั้น Btgv1 สีดินเป็นสีเทา 10YR6/1 มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีศิลาแลงอ่อน (plinthite) ปริมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.5)

- ดินที่ระดับความลึก 60-90 เซนติเมตร ชั้น Btgv2 สีดินเป็นสีเทา 7.5YR7/1 มีศิลาแลงอ่อน (plinthite) ปริมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.5)

- ดินที่ระดับความลึก 90-110 เซนติเมตร ชั้น Btgv3 สีดินเป็นสีเทา 7.5YR7/1 มีศิลาแลงอ่อน (plinthite) ปริมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0)
- ดินที่ระดับความลึก 110-130 เซนติเมตร ชั้น Btgv4 สีดินเป็นสีเทา 7.5YR7/1 มีศิลาแลงอ่อน (plinthite) ปริมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0)
- ดินที่ระดับความลึก 135-170 เซนติเมตร ชั้น Btgv5 สีดินเป็นสีเทา 7.5YR7/1 มีศิลาแลงอ่อน (plinthite) ปริมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0)

ข้อจำกัด ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ข้อเสนอแนะ เหมาะสมดีสำหรับปลูกข้าว มีข้อจำกัดเล็กน้อยที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ควรมีการปรับปรุงดินด้วยพืชปุ๋ยสดร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พด.2 พัฒนาแหล่งน้ำและระบบการให้น้ำในแปลงปลูก ไว้ใช้ในช่วงที่พืชขาดน้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์การทดลอง

1.1 พันธุ์ข้าวสังข์หยด

1.2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 16-20-0 และสูตร 0-0-60

1.3 ปุ๋ยหมัก

1.4 เชื้อจุลินทรีย์ในแปลงเพาะกล้า

- เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ ใช้สำหรับเพาะกล้าข้าวเพื่อใช้ในตำรับการทดลองที่ 3 4 5 6 7 และ 8

1.5 เชื้อจุลินทรีย์ในแปลงทดลอง

- แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบน้ำ และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบน้ำ ใช้สำหรับแปลงทดลองในตำรับการทดลองที่ 3 4 และ 5

- แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบผงละลายน้ำ และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบผงละลายน้ำ ใช้สำหรับแปลงทดลองในตำรับการทดลองที่ 6 7 และ 8

1.6 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ ถุงพลาสติก และถังพลาสติก

1.7 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล เพื่อชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด

1.8 อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโตและผลผลิต เช่น ตลับเมตร เครื่องวัดความชื้นและตาชั่ง

2. วิธีดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 8 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับที่ 1 วิธีควบคุม
(ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
(ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 3 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ

ตำรับที่ 4 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์

ตำรับที่ 5 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์

ตำรับที่ 6 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผง

ตำรับที่ 7 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์

ตำรับที่ 8 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การเตรียมแปลงทดลอง

1) คัดเลือกพื้นที่แปลงนาเกษตรกร ที่มีดินเป็นดินเหนียว

2) เตรียมแปลงโดยการไถดะ ไถแปร และแบ่งแปลงย่อยขนาดแปลง 4X6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย คันดินขอบนอกกว้าง 50 ซม. คันดินด้านในกว้าง 25 ซม. ทำร่องระบายน้ำกว้าง 1 เมตร โดยไม่ให้น้ำผ่านแต่ละแปลงย่อย

3.2 การปลูกข้าว

1) ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยด มีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่ต่ำกว่า 80%

2) เพาะกล้าข้าว โดยไถดะแปลงเพาะกล้าทิ้งไว้ 7-15 วัน ไถแปร ระบายน้ำเข้า คราดปรับระดับผิวดินแล้วทำเทือก หว่านเมล็ดข้าวที่เตรียมไว้บนแปลงให้สม่ำเสมอ ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 100 กรัมต่อตารางเมตร ให้แปลงเพาะกล้ามีความชื้นเพียงพอสำหรับการงอกเพิ่มระดับน้ำตามการเจริญเติบโตของต้นข้าว อย่าให้น้ำท่วมต้นข้าว

3) การปลูกข้าวใช้กล้าข้าวอายุ 30 วัน ปลูกโดยวิธีการปักดำ ในระยะห่าง 25 X 25 จำนวน 3 ต้นต่อจับ

3.3 การดูแลรักษา

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ปุ๋ยผสมจากแม่ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46 เปอร์เซ็นต์ N) ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (20 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 เปอร์เซ็นต์ K_2O) ผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการ และทำการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้งๆละครึ่งอัตรา โดยครั้งแรกในช่วง 15-20 วันหลังปลูก และครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

3.4 การเก็บข้อมูล

ข้อมูลพืช วัดความสูง การแตกกอ ผลผลิตข้าวที่ 14 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เก็บตัวอย่างต้นข้าวเพื่อวิเคราะห์หาไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยแยกส่วนของเมล็ดและฟางข้าว การเก็บข้อมูลดิน เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์หา pH, EC, CEC, Organic Matter, Available Phosphorus, Exchangeable K, Ca, Mg

3.4.1 ข้อมูลข้าว

<u>สุ่มตรวจผลจำนวน 10 ต้น ในพื้นที่ 3x5 เมตร</u>

1. วัดความสูง จากระดับดินถึงใบธง
2. การแตกกอ วัดช่วงเก็บผลผลิต

3. ผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบของผลผลิตได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

<u>ผลผลิตข้าวทั้งหมดในพื้นที่ 3x5 เมตร (ยกเว้น 10 ต้นที่สุ่มตรวจข้างต้น)</u>

1. น้ำหนักข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

2. เก็บตัวอย่างต้นข้าวน้ำหนัก 200 กรัม อบ และบดแห้ง เพื่อวิเคราะห์หาไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยแยกส่วนของเมล็ด ฟางข้าว

3.4.2 ข้อมูลดิน

ก่อนการทดลองทำ Soil classification เพื่อดูกลุ่มชุดดิน ลักษณะเนื้อดิน

3.4.2.1 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง ที่ระดับความ ลึก 0-15 เซนติเมตร วิเคราะห์หา pH, EC, Organic Matter, Available Phosphorus, Exchangeable K, Ca, Mg

3.4.2.2 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ดังนี้

1. แปลงเพาะกล้า 2 แปลง โดยเก็บก่อนเพาะกล้า และหลังการเพาะกล้า
2. แปลงทดลอง
   - 2.1 เก็บช่วงเตรียมแปลงก่อนปักดำ
   - 2.2 ช่วงแตกกอสูงสุด 45-60 วันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว
   - 2.3 ช่วงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

วิธีเก็บ ในแต่ละแปลงสุ่มเก็บ 5 จุด นำมาคลุกเคล้ารวมกัน ประมาณ 100 กรัม ถ้ายังไม่นำตัวอย่างมาส่งให้เก็บไว้ในตู้เย็น

3.5 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพและอัตราการใช้

3.5.1. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพนาข้าวสำหรับใช้ในการทดลอง

1. เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ
2. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบน้ำ
3. แบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบน้ำ
4. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบผงละลายน้ำ
5. แบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบผงละลายน้ำ

3.5.2 อัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพนาข้าว

1. เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ ใช้ในแปลงเพาะกล้า มี 2 แปลง

แปลงที่ 1 สำหรับเพาะกล้าข้าวเพื่อใช้ในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่ต้องใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11)

แปลงที่ 2 สำหรับเพาะกล้าข้าวเพื่อใช้ในตำรับการทดลองที่ 3 4 5 6 7 และ 8 ใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11)

อัตราการใช้ 100 กรัม ต่อปริมาตรน้ำ 20 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

วิธีใช้ ละลายน้ำตามอัตรา ใส่ลงในแปลงเพาะกล้า เมื่อข้าวเริ่มงอกแล้วอายุ 3 วัน

2. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบน้ำ และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบน้ำ ใช้ในแปลงทดลอง แปลงที่ต้องใส่ได้แก่ แปลงที่วางตำรับการทดลองที่ 3 4 และ 5

อัตราใช้ แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) 250 มิลลิลิตร

แบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) 250 มิลลิลิตร

ต่อปริมาตรน้ำ 50 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

วิธีใช้ ละลายน้ำตามอัตรา ใส่ลงในแปลงทดลอง ระยะปักดำข้าว

3. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบผงละลายน้ำ และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบผงละลายน้ำ ใช้ในแปลงทดลอง ใส่ในตำรับการทดลองที่ 6 7 และ 8

อัตราใช้ แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) 225 กรัม

แบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) 225 กรัม

ต่อปริมาตรน้ำ 50 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

วิธีใช้ ละลายน้ำตามอัตรา ใส่ลงในแปลงทดลอง ระยะปักดำข้าว

3.6. การใช้ปุ๋ยเคมี

ตำรับที่ 1 ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่
ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 2 ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่
ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 4 และ 7 ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่
ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 5 และ 8 ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 10.5 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2.8 กิโลกรัมต่อไร่
ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่
ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2.8 กิโลกรัมต่อไร่

หมายเหตุ ครั้งที่ 1 ของแต่ละตำรับการทดลองใส่ปุ๋ยเคมีในช่วง 7-10 วัน หลังดำนา
ครั้งที่ 2 ของตำรับการทดลองที่ 1 ใส่ในช่วงข้าวเริ่มตั้งท้อง ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 และ 4 ใส่ในช่วงก่อนการสุกแก่ 2.5 เดือน

3.7. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แปลผล และเขียนรายงาน

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) แบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยข้อมูลแต่ละตำรับการทดลองต่างๆ ด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดิน

1.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) จากการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั้งก่อนและหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยก่อนการทดลองทุกตำรับการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกรดจัด (4.80-5.00) หลังการทดลองปีที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกรดปานกลาง (5.50-5.97) เกือบทุกตำรับการทดลองยกเว้นตำรับการทดลองที่ 1 วิธีการควบคุมยังมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกรดจัด (5.27) เหมือนก่อนการทดลอง หลังการทดลองปีที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของทุกตำรับการทดลองยังอยู่ในช่วงกรดปานกลาง (5.53-6.13) ส่วนหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกรดปานกลาง (5.90 และ 5.63) เหมือนเดิม ส่วนตำรับการทดลองอื่นๆ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงกรดจัดเหมือนก่อนการทดลอง เพราะตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 6 ไม่ได้ใช้ปุ๋ยเคมี แต่ตำรับอื่นมีการใส่ปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	4.90	5.27	6.10	5.27
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.00	5.60	6.03	5.37
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	5.00	5.77	6.30	5.90
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	4.97	5.97	5.80	5.40
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	4.80	5.53	5.53	4.97
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	4.90	5.53	6.10	5.63
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	4.87	5.90	6.13	5.27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	4.87	5.50	5.83	5.20
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.88	7.34	4.83	6.91

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter) จากการทดลองพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งก่อนและหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยอินทรียวัตถุในดินก่อนการทดลองทุกตำรับการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำ (1.11-1.32 เปอร์เซ็นต์) และอินทรียวัตถุในดินหลังการทดลองทั้ง 3 ปี มีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะในแต่ละปีจะใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น แต่ปริมาณอินทรียวัตถุก็ยังอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำเหมือนเดิม โดยตำรับการทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลองปีที่ 3 มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากที่สุดอยู่ในช่วงปานกลางเท่ากับ 1.75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์ OM)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	1.11	1.02	1.30	1.58
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.20	1.20	1.43	1.26
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	1.32	1.19	1.43	1.37
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.13	1.10	1.28	1.38
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.24	1.22	1.32	1.25
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.13	1.11	1.29	1.41
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.16	1.12	1.30	1.30
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.31	1.24	1.25	1.75
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.44	17.58	15.84	13.60

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) จากการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ทั้งก่อนและหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) ซึ่งทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ในแต่ละปีสูงขึ้น โดยก่อนการทดลองทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วงต่ำ (5.67-8.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อาจเป็นผลมาจากค่า pH ของดิน (จากตารางที่ 1) ซึ่งอยู่ในช่วงกรดจัด (4.80-5.00) ทำให้พืชนำฟอสฟอรัสไปใช้ได้น้อย หลังการทดลองทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงขึ้นอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก (13.00-182.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สอดคล้องกับค่า pH ที่สูงขึ้นทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปของ

สารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ง่ายขึ้นเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 และถ้าดินมี pH สูง หรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะลดน้อยลง pH ในช่วง 6.0-7.0 มีผลให้ระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่ง่ายสำหรับพืชที่จะใช้ประโยชน์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จึงส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าสูงขึ้น หลังการทดลองปีที่ 3 ทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงขึ้นอยู่ในช่วงสูงมาก (102.33-182.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	**ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (P_2O_5 : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)**			
	ปี 2561		**ปี 2562**	**ปี 2563**
	ก่อน	**หลัง**	**หลัง**	**หลัง**
T1 ควบคุม	5.67	13.00	127.00	164.00
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	8.00	18.33	67.33	109.67
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	8.67	20.67	69.67	135.33
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	6.33	26.67	57.33	177.67
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	6.67	22.33	44.33	102.33
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	7.00	17.67	41.33	182.33
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	6.33	23.00	67.67	110.67
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	8.67	20.00	64.83	136.67
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	27.05	47.99	45.24	42.66

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available K) จากการทดลอง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ทั้งก่อนและหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมาก (15.33-27.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 1 และตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าอยู่ในช่วงต่ำ ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองในแต่ละปีจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เพราะโพแทสเซียมมีการสูญเสียไปจากดินได้มาก โดยพืชดูดไปใช้ในการช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง โปรตีน และส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จึงส่งผลให้ดินหลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เหลือตกค้างในดินลดลงหรือต่ำลง และอาจติดไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว

ตารางที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนและหลังการทดลอง ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (K_2O : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	30.00	17.33	14.33	15.33
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	15.33	16.33	12.67	18.67
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	22.67	18.33	14.67	12.67
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	20.00	20.67	15.00	14.00
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	34.67	19.67	16.33	10.67
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	27.33	16.67	14.00	13.33
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	16.67	16.33	15.67	15.33
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	19.33	18.00	14.67	18.00
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	34.43	11.51	18.39	48.75

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. การเจริญเติบโตของข้าว

2.1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าว จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวพันธุ์สังข์หยดหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยในปีที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ต้นข้าวมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือตำรับที่ 5 ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 165.60 และ 164.73 เซนติเมตร ตามลำดับ และในปีที่ 3 ตำการทดลองรับที่ 5 ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ก็ยังให้ค่าความสูงของข้าวพันธุ์สังข์หยดสูงที่สุดเท่ากับ 162.30 เซนติเมตร อาจเกิดจากตำรับดังกล่าวมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ซึ่งปุ๋ยชีวภาพนี้ประกอบด้วยอะโซสไปริลลัมที่สามารถตรึงไนโตรเจน ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว (ความสูง และการแตกกอของข้าว) อีกทั้งช่วยสร้างความต้านทานให้กับพืช (Rodrigues *et al*, 2015) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช จึงทำให้ตำรับดังกล่าวมีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดและยังสอดคล้องกับ (Mae, 1997; ยงยุทธ, 2558) ที่กล่าวว่าไนโตรเจนมีบทบาทในการเจริญเติบโตของข้าวเนื่องจากประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของธาตุซึ่งมีในใบข้าวอยู่ที่คลอโรฟิลล์ อันเป็นออร์แกเนลล์ซึ่งมีหน้าที่ใน

การสร้างมวลชีวภาพด้านการสังเคราะห์แสง ช่วยเพิ่มความสูง จำนวนรวง ขนาดใบ จำนวนดอกย่อย จำนวนเมล็ดเต็ม และเป็นธาตุที่กำหนดศักย์ผลผลิตของข้าวอีกด้วย

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโต (ความสูง) ของข้าว ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)		
	ปี 2561	**ปี 2562**	**ปี 2563**
T1 ควบคุม	154.57	150.40	157.64
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	165.60	151.13	158.60
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	161.17	138.50	156.90
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	160.20	142.87	161.30
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	164.73	145.43	162.30
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	157.90	141.27	154.13
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	163.87	140.23	160.80
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	163.60	138.90	162.03
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.98	3.67	3.46

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. ผลผลิตของข้าว

3.1 ผลผลิตของข้าว จากการทดลอง พบว่า ผลผลิตของข้าวพันธุ์สังข์หยด หลังการทดลองปี 2561-2563 อยู่ในช่วง 454.15-522.37, 264.95-496.07 และ 400.55-449.73 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) อาจจะเป็นเพราะว่าในช่วงหลังฉีดพ่นจุลินทรีย์ในแปลงทดลองมีฝนตกลงมาเยอะทำให้จุลินทรีย์ที่ฉีดพ่นเจือจางลง ทำให้ไม่เห็นความแตกต่างของแต่ละตำรับการทดลอง จึงทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณผลผลิตข้าวมากกว่าตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพแบบวิธีการต่างๆ แม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม โดยไนโตรเจนจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว คือ ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ ไนโตรเจนจะช่วยในการเติบโตของดอก ดังนั้นจำนวนดอกซึ่งจะไปพัฒนาไปเป็นเมล็ดจึงขึ้นอยู่กับความพอเพียงของไนโตรเจนที่ข้าวได้รับ และยังทำให้จำนวนรวงต่อกอและความยาว รวงเพิ่มขึ้นด้วย และในระยะเติมเต็มเมล็ด โดยไนโตรเจนจะส่งเสริมการสร้างโปรตีนและเพิ่มน้ำหนักเมล็ดข้าว โดยในปี 2561 และปี 2562 ตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตข้าวสังข์หยดสูงสุดเท่ากับ 522.37 และ 496.07 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในปี 2563 ให้ผลผลิต 424.95 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาจากตำรับที่ 1 วิธีควบคุม ซึ่งเท่ากับ 449.73 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 6 ผลผลิตข้าว ปี 2561 - 2563

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตข้าวพันธุ์สังข์หยด (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปี 2561	**ปี 2562**	**ปี 2563**
T1 ควบคุม	454.15	388.97	449.73
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	522.37	496.07	424.95
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	475.63	332.60	406.56
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	480.15	359.37	409.93
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	503.52	322.73	421.20
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	491.47	328.37	408.81
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	460.56	360.78	414.44
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	500.51	264.95	400.55
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.56	20.26	15.90

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. องค์ประกอบผลผลิตข้าว

4.1 องค์ประกอบผลผลิตข้าวพันธุ์สังข์หยด ปี 2561 (ปีที่1)จากการทดลอง พบว่า องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สังข์หยดทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 202.03 เมล็ด ตำรับการทดลองที่ 4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 21.52 กรัม ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 วิธีควบคุมให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 19.49 กรัม

ตารางที่ 7 องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2561

ตำรับการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2561			
	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	เมล็ดดี (%)
T1 ควบคุม	9.43	177.17	19.49	89.00
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	8.37	202.03	20.43	88.50
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	9.87	171.17	20.38	89.08
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	9.43	180.00	21.52	84.66
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	8.53	173.77	20.95	89.11
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	9.50	167.23	20.71	84.74
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	9.80	184.23	20.37	86.51
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	9.80	172.80	20.07	86.52
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.16	15.35	6.24	5.10

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.2 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สังข์หยด ปี 2562 (ปีที่ 2) จากการทดลอง พบว่า องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สังข์หยดทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2562

ตำรับการทดลอง	**องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2562**			
	จำนวนรวงต่อกอ	**จำนวนเมล็ดต่อรวง**	**น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)**	**เมล็ดดี(%)**
T1 ควบคุม	10.50	190.87	22.20	66.01
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	11.00	170.07	20.09	61.09
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	10.80	182.33	19.01	65.22
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	8.97	169.37	19.28	79.48
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	9.33	169.10	19.11	72.17
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	10.60	173.27	19.30	67.08
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	10.53	159.67	20.46	65.19
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	9.33	165.13	17.41	62.90
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.73	8.29	8.50	18.17

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.3 องค์ประกอบผลผลิตของข้าว ปี 2563 (ปีที่ 3) จากการทดลอง พบว่า องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์สังข์หยดทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีจำนวนรวงต่อกอมากที่สุดเท่ากับ 10.70 รวง รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 3 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำเท่ากับ 10.60 รวง ตำรับการทดลองที่ 4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุดเท่ากับ 199.20 เมล็ด ตำรับการทดลองที่ 5 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด สูงที่สุดเท่ากับ 21.83 กรัม และมีเปอร์เซ็นต์ เมล็ดดีรองลงมาจากตำรับควบคุม ซึ่งเท่ากับ 91.66 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งปุ๋ยชีวภาพประกอบด้วย อะโซสไปริลลัมที่สามารถตรึงไนโตรเจน ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโต

ของข้าว (ความสูง และการแตกกอของข้าว) อีกทั้งช่วยสร้างความต้านทานให้กับพืช (Rodrigues *et al*, 2015) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช จึงทำให้ตำรับดังกล่าวมีน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีในปริมาณมาก

ตารางที่ 9 องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2563

ตำรับการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2563			
	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	เมล็ดดี (%)
T1 ควบคุม	9.13	193.95	21.55	91.79
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	10.70	189.98	20.04	87.75
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	10.60	183.73	20.45	87.80
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	9.47	199.20	20.39	88.80
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	9.43	187.27	21.83	91.66
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	10.10	166.13	20.56	91.52
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	9.70	186.23	19.51	91.47
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	10.00	181.37	20.01	93.38
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.67	9.19	7.12	2.55

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.4 องค์ประกอบผลผลิตของข้าว (จำนวนต้นต่อกอของข้าว) ปี 2561-2563 จากการทดลอง พบว่า จำนวนต้นต่อกอของข้าวพันธุ์สังข์หยดหลังการทดลองในปีที่ 1 และปีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 จำนวนต้นต่อกอมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10) โดยตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้จำนวนต้นต่อกอสูงสุด 12.73 กอ แต่ให้ค่าจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 วิธีควบคุม ตำรับการทดลองที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ และตำรับการทดลองที่ 6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง อาจเป็นเพราะปุ๋ยชีวภาพทั้งที่อยู่ในรูปแบบน้ำและแบบผงซึ่งประกอบด้วยอะโซสไปริลลัมที่สามารถตรึงไนโตรเจน ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว (ความสูง และการแตกกอของข้าว) อีกทั้งช่วยสร้างความต้านทานให้กับพืช (Rodrigues *et al*, 2015) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ

(ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช จึงทำให้ตำรับดังกล่าวมีจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย

ตารางที่ 10 องค์ประกอบผลผลิตข้าว (จำนวนต้นต่อกอ) ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	จำนวนต้นต่อกอ (กอ)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1 ควบคุม	10.40	12.03ab	9.20
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	9.40	12.73a	11.53
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	10.23	11.73abcd	11.40
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	10.13	9.80e	10.10
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	9.00	10.13cde	10.10
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	10.27	11.83abc	10.70
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	10.47	11.00bcde	10.27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	10.57	10.10de	10.90
F-test	ns	**	ns
C.V. (%)	11.67	8.07	11.68

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.5 ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว ปี 2561-2563

4.5.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11) โดยตำรับการทดลองที่ 5 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าวมากที่สุด เท่ากับ 0.95 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 วิธีควบคุม ตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตำรับการทดลองที่ 3 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ และตำรับการทดลองที่ 6 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ส่วนปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในฟางข้าว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 11 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.63	0.11	0.93ab
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.67	0.12	0.94ab
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.68	0.11	0.91ab
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.59	0.11	0.80c
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.62	0.11	0.95a
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.68	0.11	0.91ab
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.68	0.11	0.86bc
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.70	0.12	0.86bc
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	9.63	0.00	4.99

ค่าเฉลี่ยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT, ** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.5.2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 12) โดยตำรับการทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าวมากที่สุดเท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 12 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.85a	0.07b	0.55
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.67bc	0.09b	0.84
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.72bc	0.09b	0.54
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.72bc	0.09b	0.65
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.77abc	0.12b	0.79
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.65c	0.11b	0.73
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.77ab	0.11b	0.80
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.85a	0.16a	0.82
F-test	*	*	ns
C.V. (%)	8.44	29.75	21.16

ค่าเฉลี่ยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT, * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.5.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) โดยตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าวมากที่สุดเท่ากับ 0.75 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในตำรับการทดลองที่ 2 นี้ มีการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสะสมในฟางข้าวมาก

ตารางที่ 13 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.88a	0.14	1.07
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.75ab	0.17	0.97
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.72bc	0.10	0.93
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.69bc	0.12	1.07
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.70bc	0.15	1.13
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.59c	0.11	1.17
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.69bc	0.16	1.27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.69bc	0.19	1.17
F-test	*	ns	ns
C.V. (%)	9.92	21.87	12.58

ค่าเฉลี่ยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT, * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.6 ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว ปี 2561-2563

4.6.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14) โดยตำรับการทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว มากที่สุดเท่ากับ 0.34 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะในปี 2561 ตำรับการทดลองดังกล่าวมีปริมาณอินทรียวัตถุมากที่สุด เท่ากับ 1.24 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพและใช้ปุ๋ยเคมีจำนวน 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่ง่ายสำหรับพืชที่จะดูดซึมมาใช้ประโยชน์และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ เช่น เมล็ดข้าว ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวมากที่สุด

ตารางที่ 14 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	1.35	0.29bc	0.24
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.39	0.28c	0.22
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	1.30	0.31b	0.23
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.29	0.29bc	0.24
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.34	0.31b	0.26
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.33	0.30bc	0.26
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.22	0.30bc	0.26
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.31	0.34a	0.28
F-test	ns	**	ns
C.V. (%)	7.22	0.00	12.69

ค่าเฉลี่ยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT, ** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.6.2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปริมาณโพแทสเซียมมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 15) โดยตำรับการทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากที่สุดเท่ากับ 0.27 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	1.21	0.14c	0.13c
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.32	0.18bc	0.16bc
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	1.21	0.18bc	0.19bc
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.29	0.17bc	0.18bc
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.30	0.19bc	0.19bc
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.35	0.20b	0.19bc
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.32	0.22b	0.24ab
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.30	0.27a	0.28a
F-test	ns	**	*
C.V. (%)	10.11	16.32	22.93

ค่าเฉลี่ยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT, ** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์, * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.6.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563 จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากดินหลังการทดลองในทุกตำรับมีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในเมล็ดข้าวเช่นเดียวกัน จึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	1.20	0.37	0.33
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.40	0.37	0.34
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.96	0.34	0.35
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.14	0.36	0.35
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.22	0.40	0.32
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.12	0.39	0.31
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.28	0.35	0.31
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.08	0.39	0.33
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.50	14.75	13.55

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ สำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุง สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น ถึงแม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็เพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ในช่วงกรดจัด เปลี่ยนแปลงเป็นกรดปานกลาง และกรดเล็กน้อย (จากเดิม pH 4.8-5.0 เป็น pH 5.27-6.30) เช่นเดียวกันกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่มีค่าสูงขึ้น ก่อนการทดลองทุกตำรับการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำ (1.11-1.32 เปอร์เซ็นต์) หลังการทดลองในปีที่ 3 มีค่าสูงขึ้น (1.25-1.75 เปอร์เซ็นต์) แต่ปริมาณอินทรียวัตถุก็ยังอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำเหมือนเดิม และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าเพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยก่อนการทดลองทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วงต่ำ (5.67-8.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการทดลองมีค่าสูงขึ้นอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก (13.00-182.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน หลังการทดลองในแต่ละปีจะมีค่าลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้งก่อนและหลังการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมาก (15.33-27.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 1 และ 5 ที่ก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงต่ำ (30.00 และ 34.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2. การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวพันธุ์สังข์หยด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวมีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ปี (ปี 2561-2563) ซึ่งในปีที่ 1 และปีที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 522.37 และ 496.07 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับในปีที่ 3 ตำรับควบคุม (ตำรับการทดลองที่ 1) มีจำนวนผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 449.73 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ หลังการทดลองในปีที่ 1 และปีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 จำนวนต้นต่อกอมีความแตกต่างกัน โดยตำรับการทดลองที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้จำนวนต้นต่อกอสูงสุด 12.73 กอ แต่ให้ค่าจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 วิธีควบคุม (12.03 กอ) ตำรับการทดลองที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ (11.73 กอ) และตำรับการทดลองที่ 7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ (11.00 กอ)

ข้อเสนอแนะ

1. การแยกและคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ละลายซิลิเกตในดินและสร้างสารเสริมการเจริญเติบโตที่เป็นประโยชน์แก่พืช แล้วนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว ทั้งรูปแบบน้ำและรูปแบบผง วิธีการ ขั้นตอนในการนำไปใช้ จะต้องไม่ยุ่งยาก เกษตรกรสามารถทำได้โดยไม่ลดประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งควรคำนึงถึงระยะทาง การเก็บรักษา ตลอดจนช่วงระยะเวลา จากแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์จนถึงแปลงนาด้วย ว่าจะไม่ทำให้ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ลดลง

2. ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ควรอยู่ในรูปแบบผงซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งานในพื้นที่จริง

3. การทำวิจัยเพื่อทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว หลังฉีดพ่นเมื่อมีฝนตกลงมาเยอะ ทำให้จุลินทรีย์เจือจางลงได้ ต้องมีการจัดการแปลงทดลองให้ควบคุมน้ำได้ เมื่อฝนตกน้ำต้องไม่ท่วมแปลงทดลอง

4. ควรมีการต่อยอดงานวิจัยนี้ด้วยการทดสอบในแปลงระดับไร่นาของเกษตรกรเพิ่มเติม เพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์สังข์หยด

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้องค์ความรู้ใหม่ในการจัดการดิน เพื่อเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตข้าวพันธุ์สังข์หยด

2. นำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐาน แนวทางในการปฏิบัติงานในพื้นที่ ในการปลูกข้าวพันธุ์พันธุ์สังข์หยด หรืองานวิจัยที่จะพัฒนาต่อยอดต่อไป

3. ได้อัตราและวิธีการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวที่เหมาะสมกับข้าวพันธุ์สังข์หยดในดินเหนียว มีการระบายน้ำเลว มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

4. ทราบถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์พันธุ์สังข์หยด

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2547). คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : ดับบลิว. เจ. พร็อพเพอตี้.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 576 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2554. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง.2548. ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยด กรมวิชาการเกษตร : 29 หน้า.

สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน. ปี 2561-2563.

สำนักงานสถิติการเกษตร, http://www.oae.go.th/economicdata/secondrice57.html. (สืบค้นวันที่ 20 ส.ค.2559)

อรพิน วัฒเนสก์ .2547 เอกสารวิชาการข้าว. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 153 หน้า.

Baldani, V.L.D., J.I. Baldani, and J. Döbereiner. 2001. Inoculation ofrice plants with the endophytic diazatrophs Herbaspirillum seropedicae and Burkholderia spp. Biol. Fertil. Soils. 30: 485-491.

de Matos Nogueira, E., F. Vinagre, H.P. Masuda, C. Vargas, V.L.M. de Pádua, F.R. da Silva, R.V. dos Santos, J.I. Baldani, P.C.G. Ferreira, and A.S. Hemerley. 2001. Expression of sugarcane genes induced by inoculation with Gluconacetobacter diazotrophicus and Herbaspirillumrubrisubalbicans. Genet. Mol. Biol. 24: 199-206.

Feng, Y., D. Shen, and W. Song. 2006. Rice endophyte Pantoea agglomerans YS 19 promotes host plant growth and affects allocations of host photosynthates. J. Appl. Microbiol. 100: 938-945

Gyaneshwar, P., E.K. James, N. Mathan, P.M. Reddy, B. Reinhold-Hurek, and J.K. Ladha. 2001. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of Serratia marcescens. J. Bacteriol. 183: 2634-2645

James, E.K., P. Gyaneshwar, W.L. Barraquio, N. Mathan and J. K. Ladha. 2000. Endophyticdiazotrophs associated with rice. pp. 119 -140. In: J.K. Ladha and P.N. Reddy, eds. The quest for nitrogen fixation in rice.IRRI. Makati City. Philippines

James, E. K., P. Gyaneshwar, N. Manthan, W.L. Barraquio, P.M. Reddy, P.PM. Ianetta, F.L. Olivares, and J.K. Ladha. 2002. Infection and colonization of rice seedlings by the plant growth-promoting bacterium Herbaspirillumseropedicae Z67. Mol. Plant Microbe Interact. 15: 894-906.

Ladha, J.K. and M.B. Peoples. 1995. Management of biological nitrogen fixation for the development of more productive and sustainable agricultural systems. Plant Soil. 174: 1-286.

Reinhold-Hurek, B. and T. Hurek. 1998. Interactions of gramineous plants with Azoarcus spp. and other diazotrophs: identification, localization, and perspectives to study theirfunction. Crit. Rev. Plant Sci. 17: 29-54.

Zakria, M., J. Njoloma, Y. Saeki, and S. Akao. 2007. Colonization and nitrogen-fixing ability of Herbaspirillum sp. strain B501 gfp1 and assessment of its growthpromoting ability in cultivated rice. Microbes Environ. 22: 197-206.

http://ptl.brrd.in.th/web/images/stories/news/s_yod1.pdf. (สืบค้น 20 สิงหาคม พ.ศ.2559)

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การประเมินค่า pH ของดิน (ดิน:น้ำ = 1:1)

ค่าปฏิกิริยาดิน	**ระดับ**
< 4.5	กรดรุนแรง
4.5-5.4	กรดจัด
5.5-6.4	กรดปานกลาง
6.5-6.9	กรดเล็กน้อย
7.0	เป็นกลาง
>7.0	ด่าง

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 2 การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน (Walkly and Black method)

ระดับ (rating)		**พิสัย (range) (เปอร์เซ็นต์)**
ต่ำมาก	(very low)	< 0.5
ต่ำ	(low)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	(moderately low)	1.0-1.5
ปานกลาง	(moderately)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	(moderately high)	2.5-3.5
สูง	(high)	3.5-4.5
สูงมาก	(very high)	> 4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 3 การประเมินระดับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดด้วยวิธี Bray II

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai P; มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	**ระดับ**
<3	ต่ำมาก
3-10	ต่ำ
11-15	ปานกลาง
16-45	สูง
>45	สูงมาก

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 4 การประเมินระดับธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ Extract วิธี NH_4OAc K^+ mg kg^{-1}

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Extr.K ; mg/kg)	**ระดับ**
<30	ต่ำมาก
30-60	ต่ำ
61-90	ปานกลาง
91-120	สูง
>120	สูงมาก

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 5 สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2561

ข้อมูลเดือน	อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ย/เดือน สูงสุด-ต่ำสุด -เฉลี่ย	ความชื้น เฉลี่ย/เดือน สูงสุด- ต่ำสุด -เฉลี่ย	ปริมาณ ฝน มม./ เดือน	จำนวน วันที่ ฝนตก	น้ำ ระเหย มม./วัน	แสงแดด ชม./วัน
มกราคม	29.5 23.7 26.7	97.2 76.9 87.0	438.2	18	2.73	4.74
กุมภาพันธ์	31.5 23.8 27.7	94.5 62.5 78.5	21.3	2	4.82	9.76
มีนาคม	32.9 24.4 28.7	95.6 60.7 78.1	16.5	3	4.94	9.15
เมษายน	33.1 25.0 29.1	96.2 63.5 79.9	37.4	9	4.48	8.01
พฤษภาคม	33.5 25.0 29.3	97.0 64.1 80.5	134.7	15	4.06	6.54
มิถุนายน	35.3 24.5 27.6	98.0 49.0 83.8	102.9	17	3.29	5.02
กรกฎาคม	35.2 24.8 28.3	98.0 45.0 78.3	54.0	12	4.43	6.08
สิงหาคม	36.5 25.0 28.6	98.0 42.0 75.8	35.9	10	4.56	6.48
กันยายน	35.8 24.5 27.4	99.0 40.0 82.2	110.8	17	4.03	5.57
ตุลาคม	34.3 24.4 27.2	99.0 56.0 86.9	277.9	21	3.35	5.51
พฤศจิกายน	33.3 24.2 26.8	99.0 59.0 89.2	317.2	22	3.55	5.01
ธันวาคม	34.0 24.4 26.9	100.0 50.0 89.0	457.2	22	2.77	5.12

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง

อุณหภูมิสูงที่สุด 36.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 29 เดือน สิงหาคม

อุณหภูมิต่ำสุด 20.9 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 7 เดือน สิงหาคม

ปริมาณฝนรวมตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม วัดได้ 2004.0 มิลลิเมตร

ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 วัน วัดได้ 184.8 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 15 เดือน ธันวาคม

ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 เดือน วัดได้ 457.2 มิลลิเมตร เมื่อเดือน ธันวาคม

จำนวนวันที่มีฝนตกใน 1 ปี รวม 167 วัน

ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย วันละ 3.94 มิลลิเมตร

ความนานของแสงแดดเฉลี่ยวันละ 6.40 ชั่วโมง

ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งปี สูงสุดเฉลี่ย 97.71 % ต่ำสุดเฉลี่ย 55.73 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2562

ข้อมูลเดือน	อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ย/เดือน สูงสุด-ต่ำสุด -เฉลี่ย	ความชื้น เฉลี่ย/เดือน สูงสุด- ต่ำสุด -เฉลี่ย	ปริมาณ ฝน มม./ เดือน	จำนวน วันที่ ฝนตก	น้ำ ระเหย มม./วัน	แสงแดด ชม./วัน
มกราคม	31.8 22.0 26.9	99 47 83.5	172.9	12	3.97	7.64
กุมภาพันธ์	33.5 21.5 27.3	98 55 80.2	5.3	3	4.47	9.88
มีนาคม	36.0 21.5 28.1	98 45 79.1	0.2	1	4.86	8.55
เมษายน	39.0 24.0 29.4	99 49 78.2	19.8	2	4.94	8.58
พฤษภาคม	27.8 23.8 29.1	100 43 78.3	138.2	20	5.22	7.63
มิถุนายน	36.7 24.0 28.7	99 34 79.6	36.3	8	4.18	6.44
กรกฎาคม	36.4 23.0 28.1	99 39 79.7	132.0	14	4.20	6.88
สิงหาคม	35.8 23.3 28.0	99 42 79.6	83.6	16	4.37	5.21
กันยายน	35.2 23.2 27.4	100 44 83.3	102.9	17	3.82	5.05
ตุลาคม	34.0 23.1 27.0	100 54 87.5	336.8	24	3.33	6.34
พฤศจิกายน	34.7 23.0 26.9	100 59 91.0	443.2	25	3.48	6.06
ธันวาคม	35.0 22.5 26.5	100 61 84.3	231.7	17	3.73	7.07

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง

อุณหภูมิสูงที่สุด 39.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 19 เดือน เมษายน

อุณหภูมิต่ำสุด 21.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 17 เดือน กุมภาพันธ์ และวันที่ 5 มีนาคม

ปริมาณฝนรวมตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม วัดได้ 1,702.9 มิลลิเมตร

ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 วัน วัดได้ 68.4 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 5 เดือน พฤศจิกายน

ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 เดือน วัดได้ 443.2 มิลลิเมตร เมื่อเดือน พฤศจิกายน

จำนวนวันที่มีฝนตกใน 1 ปี รวม 145 วัน

ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย วันละ 4.23 มิลลิเมตร

ความนานของแสงแดดเฉลี่ยวันละ 7.05 ชั่วโมง

ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งปี สูงสุดเฉลี่ย 99.25 % ต่ำสุดเฉลี่ย 47.67 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 สภาพอากาศรายเดือนประจำปี 2563

ข้อมูลเดือน	อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ย/เดือน สูงสุด-ต่ำสุด -เฉลี่ย	ความชื้น เฉลี่ย/เดือน สูงสุด- ต่ำสุด -เฉลี่ย	ปริมาณ ฝน มม./ เดือน	จำนวน วันที่ ฝนตก	น้ำ ระเหย มม./วัน	แสงแดด ชม./วัน
มกราคม	32.7 21.5 27.21	99 52 81.38	12.8	8	4.01	9.36
กุมภาพันธ์	32.6 21.8 27.16	99 54 80.19	63.4	9	4.40	8.51
มีนาคม	35.7 22.5 28.37	98 46 78.24	1.2	2	4.98	9.74
เมษายน	35.7 23.5 28.70	99 55 82.52	195.4	13	4.79	7.41
พฤษภาคม	35.2 24.5 28.75	100 50 84.85	141.5	12	4.22	7.57
มิถุนายน	34.5 23.4 27.80	100 56 85.00	113.5	13	3.69	5.60
กรกฎาคม	34.3 23.6 27.65	100 56 85.61	163.5	17	3.92	6.19
สิงหาคม	35.5 23.8 27.98	100 49 83.70	121.3	15	4.10	6.29
กันยายน	34.7 23.0 27.32	100 58 85.10	111.8	16	3.10	5.15
ตุลาคม	34.3 23.5 26.94	100 56 86.31	142.2	23	2.80	3.19
พฤศจิกายน	33.2 23.0 26.47	100 59 91.04	640.4	26	3.30	3.85
ธันวาคม	32.4 23.0 26.20	100 58 88.14	259.2	4	3.67	5.05

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง

อุณหภูมิสูงที่สุด 35.7 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 23 เดือน มีนาคม และวันที่ 25 เดือน เมษายน
อุณหภูมิต่ำสุด 21.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 26 เดือน มกราคม
ปริมาณฝนรวมตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 10 ธันวาคม วัดได้ 1996.2 มิลลิเมตร
ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 วัน วัดได้ 176 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน
ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 เดือน วัดได้ 640.4 มิลลิเมตร เมื่อเดือน พฤศจิกายน
จำนวนวันที่มีฝนตกใน 1 ปี รวม **158** วัน
ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย วันละ 3.93 มิลลิเมตร
ความนานของแสงแดดเฉลี่ยวันละ 6.58 ชั่วโมง
ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งปี สูงสุดเฉลี่ย 99.58 **%** ต่ำสุดเฉลี่ย 54.0 **%**

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ก่อนการทดลอง)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.018	0.009	
Treatment	7	0.106	0.015	0.752^{ns}
Error	14	0.283	0.020	
Total	23	0.406		
Grand mean		0.0467		

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.361	0.180	
Treatment	7	1.120	0.160	0.936^{ns}
Error	14	2.393	0.171	
Total	23	3.873		
Grand mean		5.633		

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.181	0.090	
Treatment	7	1.233	0.176	2.152^{ns}
Error	14	1.146	0.082	
Total	23	2.560		
Grand mean		5.979		

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.120	0.060	
Treatment	7	1.692	0.242	1.750^{ns}
Error	14	1.933	0.138	
Total	23	3.745		
Grand mean		5.375		

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ก่อนการทดลอง)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.266	0.133	
Treatment	7	0.143	0.020	0.780^{ns}
Error	14	0.366	0.026	
Total	23	0.774		
Grand mean		1.2000		

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.047	0.024	
Treatment	7	0.123	0.018	0.429^{ns}
Error	14	0.572	0.041	
Total	23	0.742		
Grand mean		1.1517		

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.083	0.041	
Treatment	7	0.101	0.014	0.329^{ns}
Error	14	0.615	0.044	
Total	23	0.799		
Grand mean		1.3242		

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.194	0.097	
Treatment	7	0.610	0.087	2.345^{ns}
Error	14	0.520	0.037	
Total	23	1.325		
Grand mean		1.4146		

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ก่อนการทดลอง)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	9.333	4.667	
Treatment	7	27.333	3.905	1.038^{ns}
Error	14	52.667	3.762	
Total	23	89.333		
Grand mean		7.17		

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	56.583	28.291	
Treatment	7	348.625	49.804	0.530^{ns}
Error	14	1316.750	94.054	
Total	23	1721.958		
Grand mean		20.21		

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1763.583	881.792	
Treatment	7	16095.333	2299.333	2.673^{ns}
Error	14	12044.417	860.315	
Total	23	29903.333		
Grand mean		64.83		

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	22452.333	11226.167	
Treatment	7	21056.667	3008.095	0.845^{ns}
Error	14	49812.333	3558.024	
Total	23	93321.333		
Grand mean		139.83		

ตารางภาคผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ก่อนการทดลอง)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	271.000	135.500	
Treatment	7	974.500	139.214	2.173^{ns}
Error	14	897.000	64.071	
Total	23	2142.500		
Grand mean		23.25		

ตารางภาคผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	31.083	15.542	
Treatment	7	53.167	7.595	1.785^{ns}
Error	14	59.583	4.256	
Total	23	143.833		
Grand mean		17.92		

ตารางภาคผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	14.083	7.042	
Treatment	7	25.333	3.619	0.497^{ns}
Error	14	101.917	7.280	
Total	23	141.333		
Grand mean		14.67		

ตารางภาคผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	148.000	74.000	
Treatment	7	150.500	21.500	0.416^{ns}
Error	14	724.000	51.714	
Total	23	1022.500		
Grand mean		14.75		

ตารางภาคผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	41.531	20.765	
Treatment	7	300.273	42.896	1.037^{ns}
Error	14	579.256	41.375	
Total	23	921.060		
Grand mean		161.454		

ตารางภาคผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	160.661	80.330	
Treatment	7	515.305	73.615	2.645^{ns}
Error	14	389.672	27.834	
Total	23	1065.638		
Grand mean		143.5917		

ตารางภาคผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความสูงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	162.328	81.164	
Treatment	7	175.052	25.007	0.822^{ns}
Error	14	425.9973	30.427	
Total	23	763.352		
Grand mean		159.214		

ตารางภาคผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.231	0.115	
Treatment	7	6.525	0.932	0.677^{ns}
Error	14	19.283	1.377	
Total	23	26.038		
Grand mean		10.0583		

ตารางภาคผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2.386	1.193	
Treatment	7	24.216	3.459	4.253^{ns}
Error	14	11.388	0.183	
Total	23	37.990		
Grand mean		11.1708		

ตารางภาคผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของข้าวสังข์หยด(ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2.403	1.201	
Treatment	7	12.412	1.773	1.174^{ns}
Error	14	21.151	1.511	
Total	23	35.965		
Grand mean		10.5250		

ตารางภาคผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	564.661	282.331	
Treatment	7	11020.986	1574.427	0.730^{ns}
Error	14	30209.973	2151.855	
Total	23	41795.621		
Grand mean		486.0446		

ตารางภาคผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	5724.545	2862.273	
Treatment	7	94338.729	13476.961	2.581^{ns}
Error	14	73103.161	5221.654	
Total	23	173166.435		
Grand mean		356.7292		

ตารางภาคผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	28126.789	14063.395	
Treatment	7	4965.481	709.354	0.161^{ns}
Error	14	61543.785	4395.985	
Total	23	94636.056	417.0221	
Grand mean				

ตารางภาคผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.236	0.118	
Treatment	7	7.025	1.004	0.923^{ns}
Error	14	15.218	1.087	
Total	23	22.478		
Grand mean		9.3417		

ตารางภาคผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1.916	0.958	
Treatment	7	13.047	1.864	2.383^{ns}
Error	14	10.951	0.782	
Total	23	25.913		
Grand mean		10.1333		

ตารางภาคผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนรวงต่อกอของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2.723	1.362	
Treatment	7	6.638	0.948	0.850^{ns}
Error	14	15.617	1.115	
Total	23	24.978		
Grand mean		9.8917		

ตารางภาคผนวกที่ 36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	949.922	474.961	
Treatment	7	2478.920	354.131	0.472^{ns}
Error	14	10513.798	750.986	
Total	23	13942.640		
Grand mean		178.5500		

ตารางภาคผนวกที่ 37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	404.582	202.291	
Treatment	7	2042.618	291.803	1.428^{ns}
Error	14	2860.524	204.323	
Total	23	5307.725		
Grand mean		172.4750		

ตารางภาคผนวกที่ 38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1075.877	537.939	
Treatment	7	2028.768	289.824	0.992^{ns}
Error	14	4089.695	292.121	
Total	23	7194.340		
Grand mean		185.9829		

ตารางภาคผนวกที่ 39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	22.581	11.290	
Treatment	7	79.698	10.957	0.553^{ns}
Error	14	277.452	19.818	
Total	23	376.732		
Grand mean		87.2646		

ตารางภาคผนวกที่ 40 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	27.413	13.707	
Treatment	7	720.907	102.987	0.687^{ns}
Error	14	2098.719	149.909	
Total	23	2847.040		
Grand mean		67.3921		

ตารางภาคผนวกที่ 41 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	3.477	1.739	
Treatment	7	93.034	13.291	2.501^{ns}
Error	14	74.405	5.315	
Total	23	170.916		
Grand mean		90.5225		

ตารางภาคผนวกที่ 42 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.270	0.135	
Treatment	7	7.565	1.081	0.661^{ns}
Error	14	22.899	1.636	
Total	23	30.734		
Grand mean		20.4913		

ตารางภาคผนวกที่ 43 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดของข้าวสังข์หยด (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.870	0.435	
Treatment	7	39.943	5.706	2.052^{ns}
Error	14	38.932	2.781	
Total	23	79.745		
Grand mean		19.6113		

ตารางภาคผนวกที่ 44 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ของข้าวสังข์หยด (ปีที่3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	8.557	4.279	
Treatment	7	12.904	1.843	0.863^{ns}
Error	14	29.916	2.137	
Total	23	51.377		
Grand mean		20.5433		

ตารางภาคผนวกที่ 45 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.011	0.006	
Treatment	7	0.031	0.004	1.191^{ns}
Error	14	0.052	0.004	
Total	23	0.094		
Grand mean		0.6567		

ตารางภาคผนวกที่ 46 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.005	0.002	
Treatment	7	0.116	0.017	4.139**
Error	14	0.056	0.004	
Total	23	0.177		
Grand mean		0.7492		

ตารางภาคผนวกที่ 47 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.005	0.003	
Treatment	7	0.145	0.021	3.818^{*}
Error	14	0.076	0.005	
Total	23	0.226		
Grand mean		0.7125		

ตารางภาคผนวกที่ 48 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.000	0.000	
Treatment	7	0.001	0.000	0.717^{ns}
Error	14	0.002	0.000	
Total	23	0.003		
Grand mean		0.1113		

ตารางภาคผนวกที่ 49 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.001	0.000	
Treatment	7	0.016	0.002	4.145^{*}
Error	14	0.008	0.001	
Total	23	0.025		
Grand mean		0.1063		

ตารางภาคผนวกที่ 50 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในฟางข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.006	0.003	
Treatment	7	0.021	0.003	2.274^{ns}
Error	14	0.019	0.001	
Total	23	0.046		
Grand mean		0.1446		

ตารางภาคผนวกที่ 51 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.005	0.002	
Treatment	7	0.056	0.008	4.905^{**}
Error	14	0.023	0.002	
Total	23	0.084		
Grand mean		0.8958		

ตารางภาคผนวกที่ 52 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.021	0.010	
Treatment	7	0.311	0.044	1.901^{ns}
Error	14	0.327	0.023	
Total	23	0.658		
Grand mean		0.7167		

ตารางภาคผนวกที่ 53 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในฟางข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.013	0.007	
Treatment	7	0.256	0.037	1.971^{ns}
Error	14	0.260	0.019	
Total	23	0.530		
Grand mean		1.0958		

ตารางภาคผนวกที่ 54 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.009	0.004	
Treatment	7	0.052	0.007	0.815^{ns}
Error	14	0.128	0.009	
Total	23	0.189		
Grand mean		1.3146		

ตารางภาคผนวกที่ 55 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.006	0.003	
Treatment	7	0.056	0.008	0.476^{ns}
Error	14	0.235	0.017	
Total	23	0.297		
Grand mean		1.2896		

ตารางภาคผนวกที่ 56 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.101	0.050	
Treatment	7	0.368	0.053	1.783^{ns}
Error	14	0.413	0.029	
Total	23	0.881		
Grand mean				

ตารางภาคผนวกที่ 57 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.000	8750E-500	
Treatment	7	0.001	0.0001	6.307**
Error	14	0.002	0.000	
Total	23	0.009		
Grand mean		0.3013		

ตารางภาคผนวกที่ 58 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.000	8.750E-500	
Treatment	7	0.033	0.005	6.004**
Error	14	0.011	0.001	
Total	23	0.045		
Grand mean		0.1938		

ตารางภาคผนวกที่ 59 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.008	0.004	
Treatment	7	0.011	0.002	0.507^{ns}
Error	14	0.043	0.003	
Total	23	0.062		
Grand mean				

ตารางภาคผนวกที่ 60 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.001	0.001	
Treatment	7	0.007	0.001	1.825^{ns}
Error	14	0.008	0.001	
Total	23	0.016		
Grand mean		0.2492		

ตารางภาคผนวกที่ 61 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.002	0.001	
Treatment	7	0.048	0.007	3.548^{*}
Error	14	0.027	0.002	
Total	23	0.076		
Grand mean		0.1950		

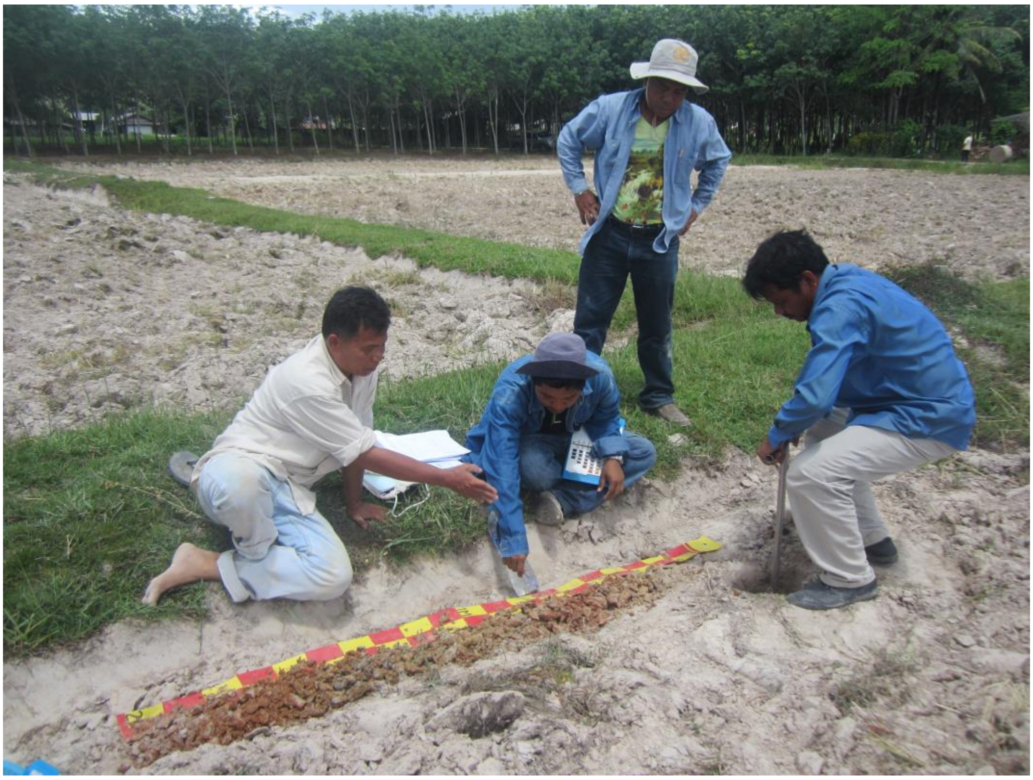
ตารางภาคผนวกที่ 62 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.001	0.000	
Treatment	7	0.005	0.001	0.299^{ns}
Error	14	0.033	0.002	
Total	23	0.038		
Grand mean		0.3300		

ภาพผนวก

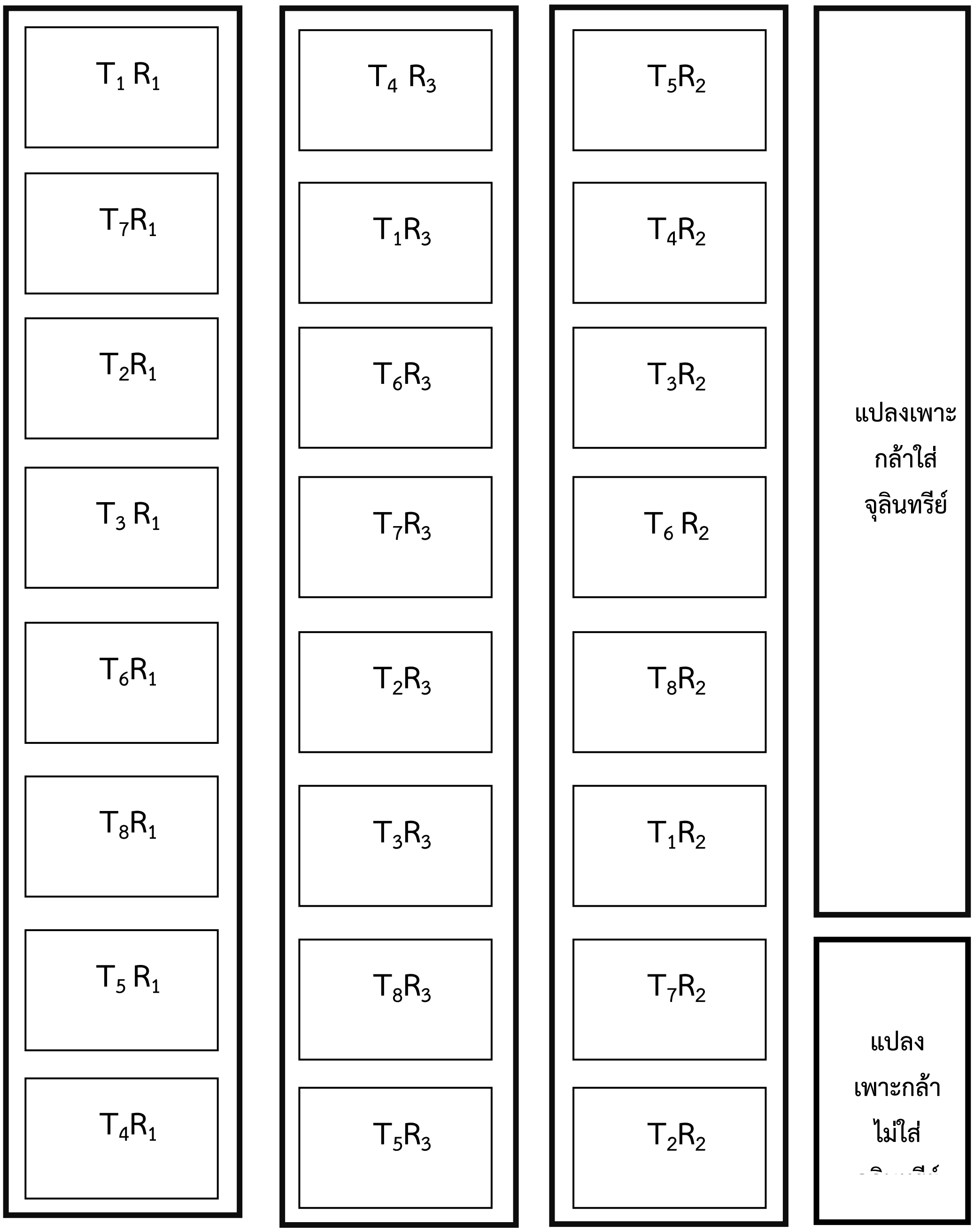
ภาพผนวกที่ 1 สำรวจและคัดเลือกพื้นที่

ภาพผนวกที่ 2 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีก่อนการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ



ภาพผนวกที่ 3 จัดทำ Site characterization (กลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินแกลง)

ภาพผนวกที่ 4 หน้าตัดดิน ชุดดินแกลง



ภาพผนวกที่ 5 ผังแปลงทดลอง

ภาพผนวกที่ 6 วัดผังแปลง ขนาด 4x6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย

ภาพผนวกที่ 7 เก็บตัวอย่างดินแปลงวิจัยเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ภาพผนวกที่ 8 ตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์

ภาพผนวกที่ 9 เตรียมแปลงเพาะกล้า

ภาพผนวกที่ 10 เตรียมจุลินทรีย์และฉีดพ่นแปลงกล้า

ภาพผนวกที่ 11 ถอนกล้า

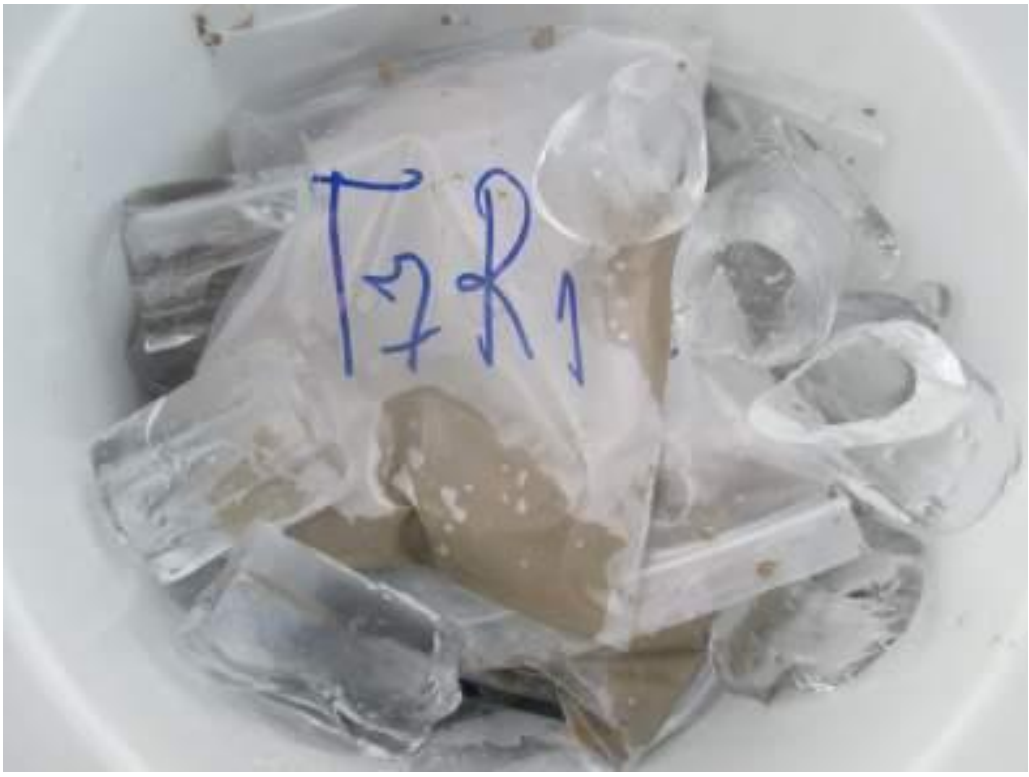
ภาพผนวกที่ 12 หว่านปุ๋ยหมัก

ภาพผนวกที่ 13 ปักดำกล้า

ภาพผนวกที่ 14 เตรียมจุลินทรีย์และฉีดพ่นในแปลง

ภาพผนวกที่ 15 หว่านปุ๋ยเคมี

ภาพผนวกที่ 16 ช่วงข้าวหลังปักดำ



ภาพผนวกที่ 17 ตัวอย่างดินวิเคราะห์จุลินทรีย์ช่วงข้าวเจริญเติบโต

ภาพผนวกที่ 18 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

ภาพผนวกที่ 19 เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตข้าว

ภาพผนวกที่ 20 เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว

ภาพผนวกที่ 21 ผลผลิตข้าว

ภาพผนวกที่ 22 เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง

ภาพผนวกที่ 23 ตัวอย่างดินสำหรับส่งวิเคราะห์จุลินทรีย์และสมบัติทางเคมี

ภาพผนวกที่ 24 นวดข้าวและฝัดข้าว

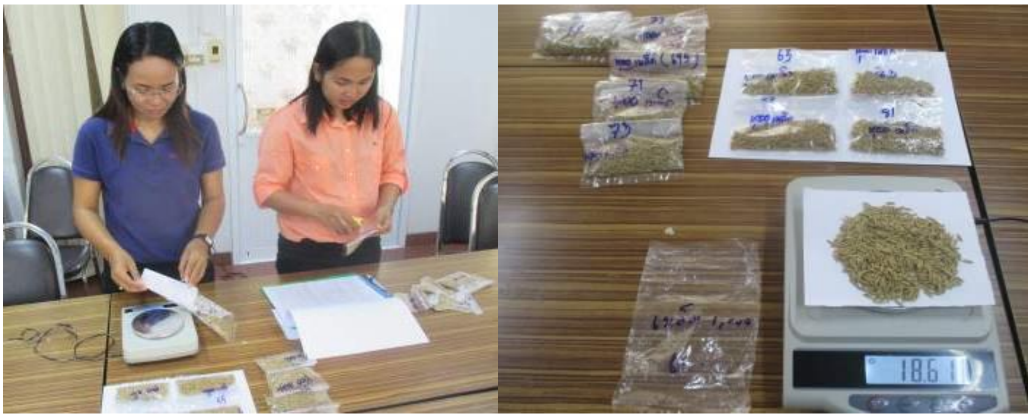
ภาพผนวกที่ 25 ตากข้าว

ภาพผนวกที่ 26 ชั่งน้ำหนักผลผลิตข้าว

ภาพผนวกที่ 27 วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดข้าว

ภาพผนวกที่ 28 นับจำนวนเมล็ดต่อรวง

ภาพผนวกที่ 29 นับจำนวนเมล็ดดี 1,000 เมล็ด



ภาพผนวกที่ 30 ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด

ภาพผนวกที่ 31 จัดเตรียมเมล็ดข้าวเพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

ภาพผนวกที่ 32 สับย่อยฟางข้าว เพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร