ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อแผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว

Research and Development Production of Bio-fertilizer for rice cultivation to Growth Promotion and increasing Rice Yield.

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด

Study efficiency of Bio- fertilizer to increase growth and rice (Khao Dok Mali 105) yield and sandy loam soil, Roi Et Province.

โดย

นางสาววรรณา สุวรรณวิจิตร
นางสาวกัญญาพร สังข์แก้ว
นางสาวพนิดา ปรีเปรมโมทย์
นางสาวดารารัตน์ โฮตาก้า

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-17-08-20007-016-102-02-11

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564

แบบ วจ.3

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61 63 17 08 20007 016 102 02 11

ชื่อแผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด

ชื่อผู้รับผิดชอบ นางสาววรรณา สุวรรณวิจิตร นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

หน่วยงาน กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

ที่ปรึกษาโครงการ นางสาวสุวรรณภา บุญจงรักษ์ หน่วยงาน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

ผู้ร่วมดำเนินการ นางสาวกัญญาพร สังข์แก้ว กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สพข.4
นางสาวพนิดา ปรีเปรมโมทย์ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน
นางสาวดารารัตน์ โฮตาก้า กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เริ่มต้น เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 **สิ้นสุดเดือน** ธันวาคม พ.ศ. 2563

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี 3 .เดือน

สถานที่ดำเนินการ บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

พิกัด 1730624 N 373294 E

กลุ่มชุดดินที่ 40 **ชุดดิน** โนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Non Daeng Series : Ndg-pic-lsB)
ชนิดดิน ดินทรายปนดินร่วน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2561	-	100,000	100,000
2562	-	100,000	100,000
2563	-	120.000	120,000
รวมทั้งสิ้น	**-**	**320,000**	**320,000**

แหล่งงบประมาณที่ใช้ : กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....
(นางสาววรรณา สุวรรณวิจิตร)
ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....
(นายศรจิตร ศรีณรงค์)
ประธานคณะทำงานกลั่นกรองโครงการวิจัยระดับหน่วยงาน
วันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญเรื่อง	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(5)
บทคัดย่อภาษาไทย (Abstract-Thai)	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract-English)	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	1
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	3
อุปกรณ์และวิธีการ	4
ผลการวิจัยและวิจารณ์	6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	20
ประโยชน์ที่ได้รับ	21
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	23

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปี 2561-2563	6
2	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปี 2561-2563	7
3	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปี 2561-2563	7
4	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563	8
5	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563	8
6	ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563	9
7	ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563	10
8	การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561	10
9	การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562	11
10	การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563	11
11	ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 – 2563	12
12	องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561	13
13	องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562	13
14	องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563	14
15	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561	15
16	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562	16
17	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563	16
18	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561	17
19	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562	18
20	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563	18
21	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ปี 2561	19
22	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ปี 2562-2563	20

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแปลงวิจัย (แปลงทดลองย่อย)	4

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	เกณฑ์สูงต่ำของค่าวิเคราะห์ดิน	24
2	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก สำหรับใส่รองพื้น (ก่อนปักดำข้าว)	25
3	ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2560-2561	26
4	ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2562	27
5	ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2563	28

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ค่าคุณสมบัติทางเคมีของดิน กลุ่มชุดดินที่ 40	29
2	แผนที่ทรัพยากรดิน บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด	30
3	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	31
4	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	32
5	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	33
6	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	34
7	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	35
8	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	36
9	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	37
10	กิจกรรมการดำเนินงานวิจัย ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)	38

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61 63 17 09 20007 016 102 02 11

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย) วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว

(ภาษาอังกฤษ) Research and Development Production of Bio-fertilizer for rice cultivation to Growth Promotion and increasing Rice Yield.

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด

(ภาษาอังกฤษ) Study efficiency of Bio- fertilizer to increase growth and rice (Khao Dok Mali 105) yield and sandy loam soil, Roi Et Province.

กลุ่มชุดดินที่ 40 ชุดดิน โนนแดงที่มีศิลาแลง (Ndg-pic-lsB)

สถานที่ดำเนินการ บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาววรรณา สุวรรณวิจิตร	Miss Wanna Suwannawijit
นางสาวกัญญาพร สังข์แก้ว	Miss Kanyaporn Sungkaew
นางสาวพนิดา ปรีเปรมโมทย์	Miss Panida Preepremmot
นางสาวดารารัตน์ โฮตาก้า	Miss Dararat Hotaka

บทคัดย่อภาษาไทย (Abstract-Thai)

การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด ดำเนินการ ณ บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ สำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design จำนวน 8 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับที่มีการไม่ใช้และใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ ผงละลายน้ำ และปุ๋ยเคมีในอัตรา 0, 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยมีการเก็บข้อมูล คือ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดิน การเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว รวมทั้งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังการจัดการตามตำรับการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า พื้นที่ดำเนินการทดลองปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินหลังจากดำเนินการทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในทางที่ดีขึ้น ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงจากกรดจัด-กรดแก่ เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าลดลง

การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปีที่ 1-3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ตำรับที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปีที่ 1-3 มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด สำหรับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต มีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ปี ยกเว้นเฉพาะจำนวนเมล็ดต่อรวงในปีที่ 3 มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งพบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงมากที่สุด เท่ากับ 151 เมล็ดต่อรวง เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม ซึ่งมีจำนวนเมล็ดต่อรวง เท่ากับ 141 เมล็ดต่อรวง

การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ ทำให้ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillium* sp. สูง และมีค่าแตกต่างทาง

สถิติจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในปีที่ 2 และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* สูง ซึ่งมีค่าแตกต่างทางสถิติจากแปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ) ในปีที่ 3 ตามลำดับ

ดังนั้น การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract-English)

This research was conducted in Ban Nongkha , Saku sub-district, Suwannaphum district, Roi-Et province from October 2017 to December 2021. The objectives were to study the efficiency of bio-fertilizer to rice (Khao Dok Mali 105 variety) growth and yield in sandy loam soil. The experiment design was randomize complete block with 8 treatments and 3 replications. The treatments were composed of the non-applications and applications of liquid and dust bio-fertilizers with the 0, 50 and 70 percentages of recommendation rate. The data of the changes in soil chemical properties, rice growth and yield including soil microorganism contents after treatment management were collected.

The results appeared that soil texture on the experiment area was sandy loam and low soil fertility. After experiment, soil chemical properties tended to be better. Soil reaction was increased from strongly acid to moderately and slightly acid. Soil conductivity was low. The soil organic matter content, available phosphorus, available calcium and available magnesium were higher, but soil available potassium was lower.

The rice growth in 2017 – 2020 were not statistically significant, however, the application of dust bio-fertilizer with 50 % of recommendation rate could increase the highest rice tillage number. The rice yield and its components were not statistically significant in all 3 years experiment except the application of dust bio-fertilizer with 70% of recommendation rate could increase the numbers of rice seed per spike (151 seeds/spike) which differed from control treatment (141 seeds/spike).

The application of dust bio-fertilizer with 50 % and 70 % of recommendation rate got high in the number of *Azospirillium* sp. which was statistically significant to the application of recommendation rate in 2019 and also high in *Bacillus megaterium* which was statistically significant to the control treatment in 2020.

In conclusion, the application of dust bio-fertilizer with 50 % of recommendation rate should be appropriate to grow Khao Dok Mali 105 rice in sandy loam soil and could decrease the chemical fertilizer expense about 50 %.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร ซึ่งมีเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ปี 2558 ประมาณ 149 ล้านไร่ โดยทำนาข้าวเป็นหลัก มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนาปี 58 ล้านไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 441 กิโลกรัมต่อไร่ นาปรัง 8.4 ล้านไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 636 กิโลกรัมต่อไร่ แม้ว่าเนื้อที่เพาะปลูกข้าวส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 60.6 ของเนื้อที่เพาะปลูกข้าวทั้งประเทศอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ข้าวนาปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกลับให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำเพียง 358 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) นับว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อเทียบกับประเทศผู้ผลิตข้าวคู่แข่งรายสำคัญในทวีปเอเชีย โดยปัจจัยในการเพิ่มผลผลิตข้าวที่เกษตรกรใช้ คือ ปุ๋ยเคมี จึงทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น เพื่อการเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ถึงแม้ในปัจจุบันเกษตรกรจะมีความรู้ความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น โดยใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของนักวิชาการเกษตร ทำให้มีการใช้ปุ๋ยลดลง แต่เนื่องจากราคาต่อหน่วยของปุ๋ยเคมีในปัจจุบันสูงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้นเรื่อยๆ

ในระบบนิเวศวิทยานาข้าวมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อาศัยอยู่จำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์ ทั้งที่อยู่ในดินและส่วนต่างๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น และราก มีทั้งชนิดที่อาศัยอยู่ในดินรอบผนังเซลล์พืช ภายในเซลล์พืช หรือแม้กระทั่งภายในท่อน้ำท่ออาหารพืช โดยส่วนใหญ่จะอยู่แบบพึ่งพาอาศัยกัน โดยมีหลายสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ละลายซิลิเกตในดิน และสร้างสารเสริมการเจริญเติบโตที่เป็นประโยชน์แก่พืช เช่น *Pseudomonas* sp. *Burkholderia* sp. และ *Azorhizobium* sp. เป็นต้น (Jame et al., 2002) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากในระบบการเกษตร โดยเฉพาะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีให้แก่เกษตร ซึ่งถ้าสามารถแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวได้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าว จะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ สำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางให้แก่เกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิตข้าว

การตรวจเอกสาร

ระบบนิเวศวิทยานาข้าวมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่จำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์ มีทั้งชนิดที่อาศัยรอบผนังเซลล์พืช ภายในเซลล์พืช หรือแม้กระทั้งภายในท่อน้ำท่ออาหารพืช โดยส่วนใหญ่จะอยู่อาศัยกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน หลายสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ละลายธาตุอาหารให้แก่พืช และบางสายพันธุ์สามารถสร้างสารเสริมการเจริญเติบโตให้เป็นประโยชน์แก่พืชได้ ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากในระบบการเกษตร โดยเฉพาะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนให้แก่เกษตรกร ซึ่งหากสามารถแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวได้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าว จะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร

ในธรรมชาติส่วนต่างๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น และราก มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่จำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์ มีทั้งชนิดที่อาศัยรอบผนังเซลล์พืช ภายในเซลล์พืช หรือแม้กระทั้งภายในท่อน้ำท่ออาหารพืช โดยส่วนใหญ่จะอยู่อาศัยกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน โดยมีหลายสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นประโยชน์แก่พืชได้ เช่น *Pseudomonas* sp. *Burkholderia* sp. และ *Azorhizobium* sp. เป็นต้น (Jame et al., 2002) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากในระบบการเกษตร โดยเฉพาะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนให้แก่เกษตร ดังนั้นถ้าสามารถแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวได้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าวจะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ (wettable powder) และรูปแบบน้ำ (liquid formulation) ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ *(Azospirillum brasilense)* มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน และสามารถนำมาใช้ในการปลูกข้าวทดแทนการใช้ปุ๋ยยูเรียได้ดี (Choudhury and Kennedy, 2004) โดยส่งเสริมการเจริญของรากและใบ และทำให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น นอกจากธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมแล้ว ซิลิคอนยังเป็นธาตุเสริมประโยชน์ (Beneficial mineral elements) ช่วยให้เซลล์พืชแข็งแกร่ง กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย (ยงยุทธ, 2543)

โดยซิลิเกตเป็นองค์ประกอบที่พบอยู่บนเปลือกโลกมากที่สุดประมาณร้อยละ 96 โดยน้ำหนัก ซึ่งแบคทีเรียละลายซิลิเกต (silicate solubilizing bacteria) *(Bacillus megaterium)* สามารถผลิตกรดอินทรีย์ออกมาละลายธาตุดังกล่าวให้อยู่ในรูปซิลิคอนที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Welch and Ulman, 1992) เมื่อใช้จุลินทรีย์รวมกับวัสดุอินทรีย์ เช่น ขี้เถ้าในการปลูกข้าว ทำให้เพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว นอกจากนี้ยังมีเชื้อราเอนโดไฟต์ *(Purpureocillium lilacinum)* ที่สามารถอาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อพืชและให้ประโยชน์ต่อพืชที่ให้อาศัย โดยไม่ทำอันตรายหรือก่อให้เกิดโรคแก่พืช (Reinhold-Hurek and Hurek, 1998) สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของพืชในระบบ induced systemic resistance /ISR ซึ่งจะกระตุ้นการสร้าง salicylic acid และ jasmonic acid ช่วยให้พืชสามารถต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืชได้ ดังนั้นการนำจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวดังกล่าว มารวมเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้สำหรับการปลูกข้าว จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตข้าว ลดต้นทุนการผลิต และลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรอีกด้วย

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเจ้านาน้ำฝนและไวต่อช่วงแสง เพื่อทดแทนการปลูกข้าวเหนียว เพื่อตอบสนองการบริโภคของประชาชนมากขึ้น โดยเริ่มในปี 2522 ซึ่งมีการนำเอาข้าวจ้าวพันธุ์ดังกล่าวนี้มาทดลองปลูกในพื้นที่ พบว่า ได้ผลดีทั้งคุณภาพเมล็ดและมีกลิ่นหอม ประกอบกับมีราคาค่อนข้างดีกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ จึงเป็นเหตุจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือชาวบ้านนิยมเรียกว่าข้าวหอมมะลิ สำหรับบริโภคและจำหน่ายเพื่อการค้ามากขึ้น ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง มีความสูงประมาณ 140-150 เซนติเมตร ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ ออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม และสุกแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายนของทุกปี แหล่งปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ นครราชสีมา อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด และยโสธร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารประจุบวกต่ำ หากสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ ส่วนความหอมของข้าวพันธุ์นี้มีความสัมพันธ์กับชุดดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดดินร้อยเอ็ด กุลาร้องไห้ ท่าตูม และนครพนม จะให้ความหอมของข้าวสูงกว่าชุดดินอื่น ๆ

กลุ่มชุดดินที่ 40 ดินคล้ายชุดดินโนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB) การกำเนิด เกิดจากการพัดพามาทับถมจากหินตะกอนเนื้อหยาบ มีการจำแนกดิน coarse-loamy siliceous semiactive isohyperthermic Aquic (plinthic) Haplustalfs มีเนื้อดินเป็นพวกดินทรายปนดินร่วน ดินสีเทาหรือเทาปนน้ำตาล พบสีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีเหลืองปนแดง มีความลาดชัน 0 – 2 % เป็นดินลึก การระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว พบก้อนเหล็กสะสมในดินล่าง มีชั้นศิลาแลงอ่อนที่ความลึก 1 เมตร ได้รับอิทธิพลจากดินเค็มที่พบใกล้เคียง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดจัดมากในดินล่าง (pH 4.-5.5) การระบายน้ำ ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน และการซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ ถั่วต่างๆ พืชไร่ เช่น ข้าวไร่ ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง อ้อย ขนุน ไผ่ตง กล้วย หม่อน และหญ้าเลี้ยงสัตว์ สำหรับบริเวณที่ลาดชัน เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน จึงแนะนำให้ปลูกหญ้าแฝก ระยะระหว่างแนวแฝกประมาณ 40-60 เมตร โดยไถพรวนและปลูกพืชขวางความลาดเท ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สมบัติทางกายภาพไม่ดี ในฤดูแล้งดินจะแห้งจัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับพืชในฤดูการเพาะปลูก ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีใส่เป็นจำนวนมากต่อไร่เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินให้ดีขึ้น ควรทำทางระบายน้ำออกจากพื้นที่ หากใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และจัดหาแหล่งน้ำให้พอเพียงกับความต้องการของพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548; สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548; สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน, 2557)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ

- เริ่มต้น เดือน ตุลาคม 2560 สิ้นสุด เดือน ธันวาคม 2563

สถานที่ดำเนินการ

- บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
- วิเคราะห์ตัวอย่างดินในการทดลอง ณ กลุ่มวิเคราะห์ดิน ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
- พิกัดแปลงวิจัย 373294 E และ 1730624 N
- พื้นที่แปลงวิจัยจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40 ชุดดินโนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB)

สภาพพื้นที่ (Site characterization)

พื้นที่แปลงวิจัยอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40 เป็นชุดดินโนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB) การกำเนิดเกิดจากการพัดพามาทับถมจากหินตะกอนเนื้อหยาบ มีการจำแนกดิน coarse-loamy siliceous semiactive isohyperthermic Aquic (plinthic) Haplustalfs มีเนื้อดินเป็นพวกดินทรายปนดินร่วน ดินสีเทาหรือเทาปนน้ำตาล พบสีจุดประสีน้ำตาลแกหรือสีเหลืองปนแดง มีความลาดชัน 0 – 2 % เป็นดินลึก การระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว พบก้อนเหล็กสะสมในดินล่าง มีชั้นศิลาแลงอ่อนที่ความลึก 1 เมตร ได้รับอิทธิพลจากดินเค็มที่พบใกล้เคียง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดจัดมากในดินล่าง (pH 4.-5.5) การระบายน้ำ ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลวการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินและการซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สมบัติทางกายภาพไม่ดี ในฤดูแล้งดินจะแห้งจัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับพืชในฤดูการเพาะปลูก ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีใส่เป็นจำนวนมากต่อไร่เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินให้ดีขึ้น ควรทำทางระบายน้ำออกจากพื้นที่ หากใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และจัดหาแหล่งน้ำให้พอเพียงกับความต้องการของพืช

ปริมาณน้ำฝนรวม

ตั้งแต่เริ่มดำเนินการทดลองเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2563 มีปริมาณน้ำฝนรวม 4,215.9 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกรวม 329 วัน มีการกระจายของน้ำฝน ปีที่ 1 เริ่มเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2561 เท่ากับ 1,397.8 มิลลิเมตร (ตารางภาคผนวกที่ 3) ปีที่ 2 เริ่มเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนตุลาคม 2562 เท่ากับ 1,530.7 มิลลิเมตร (ตารางภาคผนวกที่ 4) และปีที่ 3 เริ่มเดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 เท่ากับ 1,287.4 มิลลิเมตร (ตารางภาคผนวกที่ 5)

อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน

เริ่มดำเนินการทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2563 โดยปีที่ 1 เริ่มเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2561 มีอุณภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.89 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.48 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 3) ปีที่ 2 เริ่มเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 มีอุณภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.88 องศาเซลเซียส และและอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.16 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 4) และปีที่ 3 เริ่มเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.58 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.48 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน

เริ่มดำเนินการทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2563 โดยปีที่ 1 เริ่มเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนธันวาคม 2561 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 72.73 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 3) ปีที่ 2 เริ่มเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 4) และปีที่ 3 เริ่มเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 71.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 5)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ และรูปแบบผงละลายน้ำ
2. เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60
3. อุปกรณ์วัดผลการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ได้แก่ ตลับเทป ไม้วัดความสูง ตาชั่ง ถุงตาข่าย
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ จอบ เสียม ถุงพลาสติกใส ยางวง ถังพลาสติก ปากกาเคมี
5. ป้ายโครงการวิจัยและป้ายตำรับการทดลอง

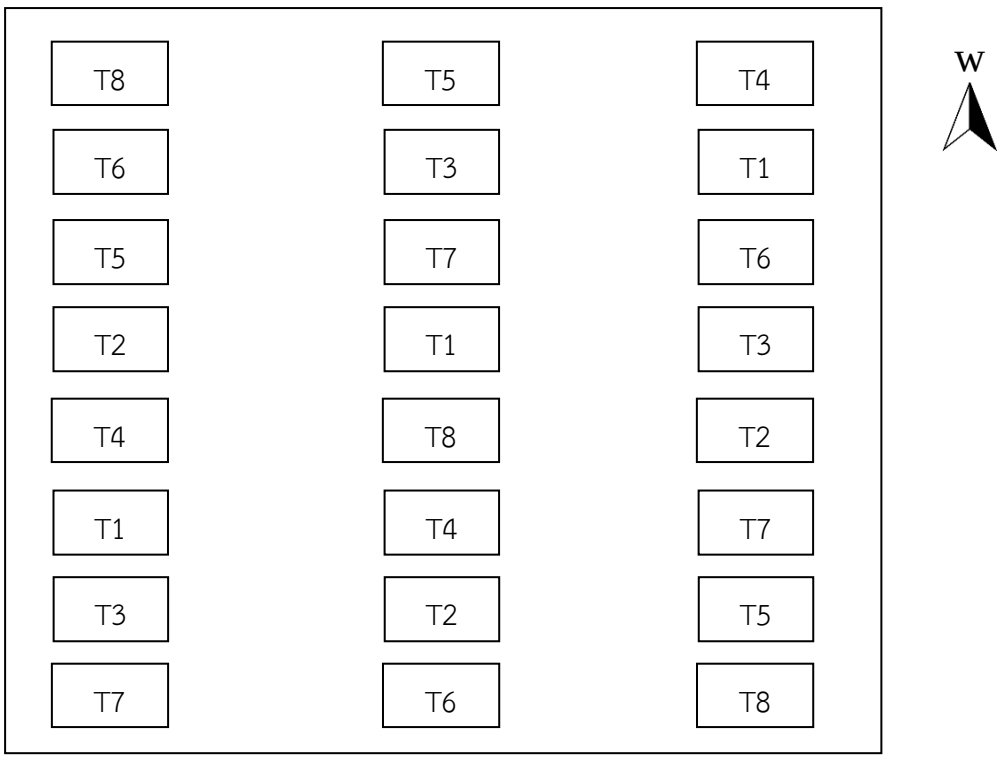
วิธีการ

1. วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทดลองโดยการใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำและผงร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 0, 50 และ 70 % ตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและแปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว) จำนวน 8 ตำรับ 3 ซ้ำ รวม 24 แปลงทดลองย่อย ได้แก่

T1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว)
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (9-3-6 กก.N- P_2O_5-K_2O ต่อไร่)
T3 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ
T4 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำและปุ๋ยเคมี 50% ตามค่าวิเคราะห์ดิน
T5 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำและปุ๋ยเคมี 70% ตามค่าวิเคราะห์ดิน
T6 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ
T7 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ และปุ๋ยเคมี 50% ตามค่าวิเคราะห์ดิน
T8 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ และปุ๋ยเคมี 70% ตามค่าวิเคราะห์ดิน

<u>หมายเหตุ</u> : ตำรับที่ 3-5 ใส่เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (*Azospirillium* sp. (42)) และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (*Bacillus megaterium* (CP 31/1)) รูปแบบน้ำ และตำรับที่ 6-8 ใส่เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (*Azospirillium* sp. (42)) และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (*Bacillus megaterium* (CP 31/1)) รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ

ภาพที่ 1 แผนผังแปลงวิจัย (แปลงทดลองย่อย)



2. แผนผังแปลงย่อย

ดำเนินการจัดทำแปลงทดลองย่อย จำนวน 24 แปลง (8 ตำรับ 3 ซ้ำ) โดยแปลงทดลองย่อย มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) สำรวจและคัดเลือกพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร : นางละมัย ดำขำ บ้านเลขที่ 855 หมู่ที่ 20 ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด พิกัดแปลง 373294E และ 1730624N เพื่อดำเนินการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40 ชุดดินโนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร เว้นระยะระหว่างซ้ำ 1.50 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลง ด้วยการปั้นคันนาให้กว้าง 50 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร และเว้นระยะหัวท้ายแปลง 2 เมตร โดยใช้พื้นที่ดำเนินการทดลองประมาณ 0.5 ไร่

2) ทำการไถเตรียมดินแปลงกล้าที่เตรียมไว้บนแปลงให้สม่ำเสมอทั้งสอง แปลง ปรับระดับผิวดิน แล้วหว่านเมล็ดข้าวที่เตรียมไว้บนแปลงให้สม่ำเสมอ แบ่งแปลงกล้าที่ใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ โดยฉีดพ่นเชื้อลงบนแปลงกล้า เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 7-10 วันหลังหว่าน และแปลงกล้าที่ไม่ใส่เชื้อ จากนั้นไถเตรียมดิน ปั่นย่อยดิน วัดขนาดแปลงย่อย กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย

3) ปักดำข้าวเมื่อกล้าข้าวมีอายุได้ 30 วันหลังหว่าน โดยใช้ระยะห่าง 25 x 25 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อจับโดยใช้กล้าข้าวแปลงที่ 1 สำหรับปักดำในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่ใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) และกล้าข้าวแปลงที่ 2 สำหรับปักดำในตำรับการทดลองที่ 3-8 ใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11)

4) สุ่มตำรับการทดลอง จำนวน 8 ตำรับ 3 ซ้ำ ลงในแปลงย่อย 24 แปลง ในแต่ละแปลงย่อยให้ดำเนินการใส่ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ มีรายละเอียดดังนี้

T1 = ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว)

T2 = ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (9-3-6 กก.N- P_2O_5-K_2O ต่อไร่)

T3 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ

T4 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 50 % ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T5 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 70 % ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T6 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ

T7 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ+ปุ๋ยเคมี 50 % ตามค่าวิเคราะห์ดิน

T8 = ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ+ปุ๋ยเคมี 70 % ตามค่าวิเคราะห์ดิน

<u>หมายเหตุ</u> - ตำรับที่ 3-5 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ ประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (*Azospirillium* sp. (42)) และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (*Bacillus megaterium* (CP 31/1)) รูปแบบน้ำ

- ตำรับที่ 6-8 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ ประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (*Azospirillium* sp. (42)) และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (*Bacillus megaterium* (CP 31/1)) รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ

5) ดูแลรักษาและกำจัดวัชพืชภายในแปลงย่อย และภาพรวมของแปลงทดลองให้เรียบร้อย

4. การเก็บข้อมูล

1) ข้อมูลดิน : เก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร โดยเก็บก่อนดำเนินการทดลอง และหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบ (Composite sample) ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายให้ทั่วทั้งพื้นที่ทั้งแปลงวิจัยโดยรวม จำนวน 1 ตัวอย่าง เก็บดิน 5 จุด ซึ่งในแต่ละจุดใช้จอบขุดดินเป็นหลุมรูปลิ่มลึกประมาณ 0-20 เซนติเมตร ใช้เสียมแซะดินด้านหนึ่งของหลุมให้ได้ดินเป็นแผ่นหนา 2-3 เซนติเมตร ลึกประมาณ 20 เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดมาคลุกเคล้ารวมกันเป็น 1 ตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกใสที่สะอาด รัดปากถุงให้แน่นด้วยยางและติดสลากในแต่ละตัวอย่างให้ถูกต้องชัดเจน จำนวน 24 ตัวอย่างดิน ครั้งที่ 2 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายให้ทั่วทุกแปลงย่อย เก็บดินภายใน 1 แปลงย่อย จำนวน 5 จุด มาคลุกเคล้ารวมกันเป็น 1 ตัวอย่างดิน ทั้งหมด 24 ตัวอย่างดิน (24 แปลงย่อย) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ (%OM) ปริมาณธาตุ

อาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในตัวอย่างดินก่อนการทดลองปี 2561 (ปีที่ 1) และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3) และวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างดิน

2) ข้อมูลพืช: ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการวัดการเจริญเติบโตของต้นข้าวด้วยการวัดความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นข้าวที่ระดับผิวดินถึงรวบปลายใบ ได้แก่ ครั้งที่ 1 อายุ 30 วันหลังปักดำ ครั้งที่ 2 อายุ 60 วันหลังปักดำ และครั้งที่ 3 อายุ 90 วันหลังปักดำ รวมทั้งจำนวนต้นต่อกอ ผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 % และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance in Randomized Complete Block Design : ANOVA in RCBD) และ Coefficiency of Variance (% C.V.) รวมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลในทุกตำรับการทดลอง โดยใช้วิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) จากนั้นแปลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปผล และเขียนรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดิน

1.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) จากการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั้งก่อนและหลังการทดลองปี 2561-2563 ในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	5.00	6.30	6.60	5.87
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.17	6.53	6.70	5.93
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	5.07	6.67	6.63	6.00
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	5.13	6.40	6.60	6.01
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	5.23	6.57	6.47	5.97
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	5.03	6.50	6.43	5.83
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	5.03	6.57	6.67	5.87
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	5.10	6.67	6.47	5.90
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.60	2.72	3.28	4.43

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) จากการทดลอง พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง ในทุกตำรับ ทั้ง 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : dS/m)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	0.03	0.05	0.04	002
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.03	0.06	0.04	0.02
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.03	0.03	0.03	0.03
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.02	0.07	0.04	0.03
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.03	0.05	0.03	0.02
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.03	0.09	0.03	0.03
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.03	004	0.04	0.02
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.02	0.07	0.04	0.02
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	29.20	41.63	27.99	24.31

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอินทรียวัตถุในดินก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากถึงต่ำ และดินหลังการทดลองมีค่าสูงขึ้น อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (ตารางที่ 3) อาจเนื่องจากเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีอินทรียวัตถุในดินต่ำ

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%OM)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	0.47	0.63	1.27	1.45
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.51	0.49	0.94	1.28
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.57	0.45	1.00	2.00
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.58	0.57	1.15	1.40
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.57	0.86	1.06	1.23
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.51	0.72	1.19	1.47
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.45	0.40	1.32	1.73
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.50	0.66	1.28	0.96
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	25.85	32.99	31.04	28.33

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) ทั้งก่อนและหลังการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน ที่พืชจะดูดซึมเอาไปใช้ได้ง่ายขึ้นอยู่กับระดับ pH ของดินเป็นอย่างมาก ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ง่าย เมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 ถ้าดินมี pH สูง หรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะลดน้อยลง ในทำนองเดียวกัน ดินหลังดำเนินการทดลองมีความเป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1 และ 4) ซึ่ง pH ของดินในช่วงดังกล่าว มีผลให้ระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น ส่งเสริมฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่

ง่ายสำหรับพืชที่จะใช้ประโยชน์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (P_2O_5 : $mg.kg^{-1}$)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	9	18	23	34
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	9	21	28	32
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	10	12	23	45
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	8	43	20	51
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	11	26	26	26
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	8	58	29	36
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	9	14	27	35
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	8	32	25	26
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.24	80.46	30.32	38.15

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available K) ก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนหลังการทดลองมีปริมาณลดลงจากก่อนการทดลองทุกตำรับ (ตารางที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารดังกล่าวมีการสูญเสียไปจากดินได้ โดยพืชมีการดูดธาตุนี้ไปใช้และอาจติดไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว พืชมีความต้องการดูดใช้โพแทสเซียมในปริมาณมาก เพราะธาตุดังกล่าวช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง โปรตีน และส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จึงส่งผลให้ดินหลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เหลือตกค้างในดินลดลง

ตารางที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (K_2O : $mg.kg^{-1}$)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	44	16	12	27
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	40	18	16	20
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	38	16	12	32
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	43	17	12	24
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	36	19	11	26
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	33	21	11	26
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	32	18	15	27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	32	14	13	22
p-value	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.82	20.80	18.06	29.48

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.6 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Ca) มีค่าลดลงเช่นเดียวกันกับปริมาณโพแทสเซียม กล่าวคือ ดินก่อนการทดลองมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ส่วนหลังการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากก่อน

การทดลอง อยู่ในเกณฑ์ต่ำมากถึงปานกลาง (ตารางที่ 6) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะดินหลังการทดลองมีค่า pH เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง ซึ่ง pH ของดิน มีผลโดยตรงต่อระดับธาตุอาหารที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และจุลธาตุอาหาร เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง และโบรอน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ถาวร (2541) พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ pH ของดิน นอกจากนี้พบว่า แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง ปีที่ 3 (ปี 2563) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ (ตำรับที่ 3) มีแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุด เท่ากับ 458 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 6) อาจเป็นเพราะตำรับดังกล่าวนี้มีค่า pH ของดินเป็นกรดเล็กน้อย ดินจะมีปริมาณแคลเซียมอย่างเพียงพอ เมื่อดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-8.5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งระดับ pH ของดินในช่วงนี้ ช่วยส่งเสริมให้แคลเซียมอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ง่าย จึงมีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองมีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 6 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Ca : $mg.kg^{-1}$)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	141	530	532	333 b
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	151	545	608	305 b
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	154	414	516	458 a
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	136	967	456	355 ab
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	168	779	445	322 b
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	155	1,042	506	282 b
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	166	461	608	349 b
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	144	706	503	283 b
F-test	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	13.83	45.26	25.24	17.40

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

1.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Mg) ปี 2561-2563 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินทั้งก่อนและหลังการทดลองมีค่าต่ำมากถึงต่ำ กล่าวคือ ดินก่อนการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เช่นเดียวกับดินหลังการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากถึงต่ำ (ตารางที่ 7) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ pH ของดินมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยดินก่อนการทดลองมีค่า pH เป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 5.00-5.23) และดินหลังการทดลองมีค่า pH สูงขึ้น (ระหว่าง 5.83-6.70) อยู่ในเกณฑ์เป็นกรดปานกลาง/กรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีผลโดยตรงต่อระดับธาตุอาหารที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแมกนีเซียม แคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และจุลธาตุอาหาร เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง และโบรอน ดินจะมีปริมาณแมกนีเซียมอย่างเพียงพอ เมื่อดินมีค่า pH อยู่ในระหว่าง 5.5-8.5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ตารางที่ 7 ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปี 2561-2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Mg : $mg.kg^{-1}$)			
	ปี 2561		ปี 2562	ปี 2563
	ก่อน	หลัง	หลัง	หลัง
T1 ควบคุม	14	25	24	27
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	19	23	25	20
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	18	21	20	32
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	14	31	20	24
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	23	35	22	26
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	16	44	18	26
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	21	20	25	27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	14	28	18	22
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	32.88	32.23	24.40	29.48

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.1 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.1.1 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 (ปีที่ 1) เมื่อวัดความสูงของต้นข้าว ทุกช่วงอายุ และนับจำนวนต้นต่อกอ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ต้นข้าวมีค่าความสูงและจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (Control) (ตารางที่ 8) ทั้งนี้อาจเกิดจากตำรับดังกล่าวมีสัดส่วนความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับ 7) ซึ่งปุ๋ยชีวภาพประกอบด้วยอะโซสไปริลลัม เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในบริเวณรอบรากพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยอิสระ ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (พรรณปพร และคณะ, 2563) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เจริญเติบโตและมีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561

ตำรับการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)			จำนวนต้นต่อกอ
	อายุ 30 วัน	อายุ 60 วัน	อายุ 90 วัน	
T1 ควบคุม	73.25	92.72	131.15	9.05
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	72.62	93.65	135.45	8.60
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	72.36	95.78	135.67	9.60
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	70.98	87.22	130.50	6.60
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	71.40	92.47	135.07	8.75
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	71.42	97.27	139.37	8.98
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	74.61	99.18	139.28	9.32
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	72.03	93.97	135.98	8.98
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.25	9.46	5.22	13.95

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.1.2 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562 (ปีที่ 2) มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อวัดความสูงของต้นข้าวทุกช่วงอายุ และนับจำนวนต้นต่อกอ โดยทุกตำรับมีค่าความสูงใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 64.30-70.24 และ 99.43-106.18 เซนติเมตร เมื่ออายุ 30 และ 60 วันหลังปักดำ ตามลำดับ และมีจำนวนต้นต่อกอไม่ต่างกัน 6.60 - 9.60 ต้นต่อกอ (ตารางที่ 9) อาจเนื่องจากปี 2562 มีสภาพอากาศร้อน ฝนตกทิ้งช่วงนาน มีฝนตกสะสมในปริมาณมากเพียงพอที่สามารถปักดำข้าวได้ช่วงต้นกันยายน 2562 ทำให้ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าวสั้นลง จึงทำให้ข้าวมีการแตกกอน้อย ประกอบกับมีช่วงเวลาในการสะสมธาตุอาหารก่อนที่จะเข้าสู่ระยะตั้งท้องค่อนข้างสั้นมาก

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562

ตำรับการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)		จำนวนต้นต่อกอ
	อายุ 30 วัน	อายุ 60 วัน	
T1 ควบคุม	67.53	99.43	6.49
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	68.50	106.18	7.21
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	70.24	102.36	6.86
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	64.30	102.53	6.11
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	69.26	106.14	6.82
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	65.88	99.43	6.61
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	69.98	103.98	8.32
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	69.85	101.56	7.17
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.11	2.68	14.27

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.1.3 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563 (ปีที่ 3) เมื่อวัดความสูงของต้นข้าวทุกช่วงอายุ และนับจำนวนต้นต่อกอ พบว่า ทุกตำรับมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งความสูงข้าวมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 73.00-80.77 และ 116.47-128.60 เซนติเมตร เมื่ออายุ 30 และ 60 วันหลังปักดำ ตามลำดับ และมีจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่าง ประมาณ 6-8 ต้นต่อกอ (ตารางที่ 10) อาจเนื่องจากปี 2563 มีสภาพอากาศร้อน ฝนตกทิ้งช่วง และมีฝนตกสะสมในปริมาณที่มากเพียงพอที่สามารถปักดำข้าวได้ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 2563 มีผลให้ช่วงเวลาในการเจริญเติบโตของต้นข้าวสั้นลง จึงทำให้ข้าวมีการแตกกอน้อย ประกอบกับข้าวมีช่วงเวลาในการสะสมธาตุอาหารก่อนที่จะเข้าสู่ระยะข้าวตั้งท้องค่อนข้างสั้น

ตารางที่ 10 การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563

ตำรับการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)		จำนวนต้น (ต่อกอ)
	อายุ 30 วัน	อายุ 60 วัน	
T1 ควบคุม	75.33	123.50	6.70
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	78.17	126.87	7.13
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	74.07	127.57	6.37
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	75.20	123.80	7.97
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	76.70	126.30	7.53
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	73.00	116.47	6.47
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	77.00	128.60	8.20
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	80.77	123.93	7.47
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.79	5.53	10.75

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 ผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561-2563 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า ปี 2561 ปี 2562 และปี 2563 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 376-556, 229-343 และ 293-460 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปี 2561-2563 มีสภาพอากาศร้อน มีปริมาณน้ำฝนตกสะสมน้อย ฝนตกทิ้งช่วงนาน โดยมีฝนตกสะสมต่อเนื่องและมีปริมาณน้ำฝนมากเพียงพอที่สามารถปักดำข้าวได้ในช่วงต้นเดือนกันยายน 2562 และปลายเดือนสิงหาคม 2563 ตามลำดับ มีผลให้ต้นข้าวหลังปักดำตั้งตัวได้ช้า มีระยะเวลาน้อยสำหรับการเจริญเติบโต ข้าวจึงมีการแตกกอน้อย และสามารถสะสมธาตุอาหารในต้นได้น้อย และเข้าสู่ระยะตั้งท้องเร็ว จึงอาจเป็นผลให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตนปี 2562-2563 น้อยกว่าผลผลิตข้าวในปี 2561 ซึ่งมีฝนตกกระจายดี ไม่ทิ้งช่วงนาน มีปริมาณน้ำฝนสะสมมากเพียงพอ ทำให้สามารถปักดำข้าวได้ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนกรกฎาคม 2561 ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการปักดำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย

ตารางที่ 11 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 - 2563

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1 ควบคุม	414	259	407
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	462	326	460
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	488	310	367
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	376	270	380
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	557	277	373
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	464	229	293
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	472	343	407
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	402	291	447
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	17.90	14.25	19.13

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

3.1 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 (ปีที่ 1) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทุกตำรับมีจำนวนรวงต่อกออยู่ในช่วง 7.75-8.80 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ในช่วง 178-198 เมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ในช่วง 27.05-27.88 กรัม และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี อยู่ในช่วง 96.68-98.01 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561

ตำรับการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2561			
	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	เมล็ดดี (%)
T1 ควบคุม	8.80	178	27.35	96.68
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	8.08	198	27.15	96.92
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	9.05	180	27.43	96.83
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	7.75	183	27.05	96.86
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	8.05	193	27.55	98.01
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	8.71	186	27.88	97.63
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	8.22	185	27.30	96.95
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	8.03	183	27.58	97.45
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.95	8.78	2.24	0.80

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562 (ปีที่ 2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทุกตำรับมีจำนวนรวงต่อกออยู่ในช่วง 6.09-7.33 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงอยู่ในช่วง 157-176 เมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ในช่วง 25.83-26.83 กรัม และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีอยู่ในช่วง 89.27-92.74 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2562

ตำรับการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2562			
	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	เมล็ดดี (%)
T1 ควบคุม	6.15	161	26.30	92.02
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	7.14	157	26.53	92.34
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	6.33	165	25.83	92.74
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	6.09	170	26.83	89.27
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	6.33	162	25.97	89.61
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	6.32	169	26.53	91.45
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	7.33	169	26.30	90.53
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	6.68	176	26.63	90.60
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.28	7.56	4.80	1.52

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563 (ปีที่ 3) พบว่า จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ทุกตำรับมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทุกตำรับมีจำนวนรวงต่อกออยู่ในช่วง 5.67-7.50 รวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ในช่วง 28.20-29.13 กรัม และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี อยู่ในช่วง 86.07-89.94 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 70 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 8) มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด เท่ากับ 151 เมล็ดต่อรวง (ตารางที่ 14) ทั้งนี้อาจเกิดจากตำรับดังกล่าวมีสัดส่วนความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง

ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 70 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 8) ซึ่งปุ๋ยชีวภาพฯ ประกอบด้วย อะโซสไปริลลัม (*Azospirillum* sp.) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในบริเวณรอบรากพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยอิสระ ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (พรรณปพร และคณะ, 2563) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช จึงทำให้ข้าว ในตำรับดังกล่าวมีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด

ตารางที่ 14 องค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2563

ตำรับการทดลอง	องค์ประกอบผลผลิตข้าว ปี 2563			
	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	เมล็ดดี %
T1 ควบคุม	6.00	141 abc	28.83	86.33
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	6.33	137 bc	28.73	87.62
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	5.67	139 abc	28.43	89.94
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	7.50	145 ab	28.23	86.32
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	6.83	148 ab	28.20	87.05
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	6.00	128 c	28.73	91.73
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	7.50	140 abc	29.13	86.07
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	7.33	151 a	29.00	89.07
F-test	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	13.50	5.10	2.04	4.15

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4. ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว ปี 2561-2563

4.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561 (ปีที่ 1) มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 15) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากดินหลังการทดลองในทุกตำรับมีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า pH อยู่ในเกณฑ์เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1) ซึ่งช่วง pH ดังกล่าว ส่งผลดีต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในต้นข้าวได้ดีเช่นเดียวกัน จึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 15 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2561

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.69	0.14	1.72
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.72	0.13	1.67
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.71	0.14	1.68
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.79	0.12	1.68
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.80	0.15	1.58
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.71	0.14	1.63
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.75	0.14	1.62
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.70	0.12	1.62
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.85	12.50	4.29

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562 (ปีที่ 2) พบว่า ไนโตรเจนในฟางข้าวไม่มีความแตกต่างกัน แต่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฟางข้าว มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากที่สุด เท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 4) (ตารางที่ 16) ทั้งนี้อาจเกิดจากตำรับดังกล่าวมีสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 4) สำหรับโพแทสเซียมในดินมีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 3.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ (ตำรับที่ 3) (ตารางที่ 16) ทั้งนี้อาจเกิดจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ แต่อย่างไรก็ดี แม้ว่าตำรับที่ 3 และตำรับที่ 4 จะเป็นปุ๋ยชีวภาพที่มีรูปแบบแตกต่างกัน แต่ปุ๋ยชีวภาพทั้ง 2 รูปแบบนี้ ประกอบด้วย อะโซสไปริลลัม (*Azospirillum* sp.) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในบริเวณรอบรากพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยอิสระ ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (พรรณปพร และคณะ, 2563) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช ประกอบกับดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในตำรับดังกล่าวมีความเป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1) ซึ่งค่า pH ดังกล่าว ทำให้ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมให้อยู่ในรูปที่ง่ายสำหรับพืชที่จะดูดมาใช้ประโยชน์และสะสมในส่วนต่างๆ เช่น ลำต้น

ตารางที่ 16 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2562

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในฟางข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.42	0.17 b	2.46 c
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.45	0.17 b	2.80 bc
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.45	0.13 bc	3.38 a
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.44	0.23 a	2.85 bc
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.49	0.17 b	3.06 ab
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.46	0.11 c	2.66 bc
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.46	0.11 c	2.58 bc
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.49	0.12 c	2.95 ab
F-test	ns	**	*
C.V. (%)	7.08	17.34	9.69

หมายเหตุ : ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT และ ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

4.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563 (ปีที่ 3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากดินหลังการทดลองในทุกตำรับมีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า pH อยู่ในเกณฑ์เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1) ซึ่งช่วง pH ดังกล่าว เป็นผลดีต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในต้นข้าวได้ดีเช่นเดียวกัน จึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 17 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟางข้าว ปี 2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.27	0.17	2.26
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.40	0.27	2.61
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.32	0.18	2.18
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.33	0.16	2.30
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.43	0.17	2.16
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.44	0.16	2.07
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.39	0.21	1.99
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.42	0.16	2.26
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.71	20.94	7.07

หมายเหตุ : ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5. ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว ปี 2561

5.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561 (ปีที่ 1) มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 18) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากดินหลังการทดลองในทุกตำรับมีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า pH อยู่ในเกณฑ์เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1) ซึ่งช่วง pH ดังกล่าว ส่งผลดีต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในเมล็ดข้าวได้ดีเช่นเดียวกัน จึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 18 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2561

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	1.20	0.41	0.37
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.30	0.29	0.28
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	1.35	0.38	0.35
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.26	0.40	0.33
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.37	0.34	0.33
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.20	0.45	0.33
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	1.28	0.34	0.27
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	1.40	0.36	0.32
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.53	25.56	22.03

หมายเหตุ : ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5.2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562 (ปีที่ 2) พบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19) เมื่อพิจารณาค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว พบว่า ตำรับที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 7) ทำให้เมล็ดข้าวมีปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมดีที่สุด เท่ากับ 0.98, 0.52 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวมีค่าไม่แตกต่างกับตำรับที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 8) ซึ่งส่งผลให้เมล็ดข้าวมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.96, 0.62 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หากพิจารณาถึงต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยแล้ว พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 7) เป็นตำรับที่มีต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีต่ำกว่า เกิดความคุ้มค่า จึงเป็นวิธีการที่ควรแนะนำให้เกษตรกรเลือกใช้ ประกอบกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งอะโซสไปริลลัม (*Azospirillum* sp.) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในบริเวณรอบรากพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยอิสระ ผลิตฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (พรรณปพร และคณะ, 2563) และมีซิลิเกตแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ลดผลกระทบด้านความเครียดต่างๆ (ความแห้งแล้ง ความเค็ม ความเป็นพิษของโลหะหนัก) และเพิ่มกลไกการป้องกันพืช นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ดินหลังดำเนินการทดลองในตำรับดังกล่าวมีความเป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตารางที่ 1) ซึ่งค่า pH ดังกล่าว ทำให้ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่ง่ายสำหรับพืชที่จะดูดซึมมาใช้ประโยชน์และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ เช่น เมล็ดข้าว

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2562

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.76 b	0.37 bc	0.40 c
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.03 a	0.24 c	0.34 c
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.84 b	0.29 c	0.45 bc
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.96 a	0.38 bc	0.58 ab
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.94 a	0.31 c	0.41 bc
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	1.01 a	0.28 c	0.45 bc
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.98 a	0.52 ab	0.63 a
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.96 a	0.62 a	0.51 abc
F-test	**	**	*
C.V. (%)	5.58	29.26	21.11

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT และ ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

5.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563 (ปีที่ 3) พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 20) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากดินหลังการทดลองในทุกตำรับมีค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่า pH อยู่ในเกณฑ์เป็นกรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง (ตางรางที่ 1) ซึ่งช่วง pH ดังกล่าว เป็นผลดีต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารดังกล่าวในเมล็ดข้าวได้ดีเช่นเดียวกัน จึงมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 20 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าว ปี 2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าว (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
T1 ควบคุม	0.72	0.30	0.31
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.70	0.25	0.29
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	0.81	0.27	0.30
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.78	0.34	0.36
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.90	0.29	0.32
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	0.84	0.31	0.33
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	0.87	0.33	0.35
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	0.78	0.32	0.32
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.66	14.97	12.14

หมายเหตุ : ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

6. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ปี 2561-2563 (ปีที่ 1-3)

6.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปีที่ 1 พบว่า ดินก่อนการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวข้าวปีที่ 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillium* sp. แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillium* sp. มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 ตำรับมีค่าไม่ต่างกัน อยู่ในช่วง 5.06 และ 5.07 log cell/g.soil ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *Bacillus megaterium* ในดินทั้งก่อนและและหลังเก็บเกี่ยวข้าวปีที่ 1 มีปริมาณไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 2.85-5.18 log cell/g.soil (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ปี 2561 (ปีที่ 1)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน (log cell/g.soil)			
	Azospirillium sp.	*Bacillus megaterium*	*Azospirillium* sp.	*Bacillus megaterium*
	ก่อนทดลอง ปี 2561 (ปีที่ 1)		หลังเก็บเกี่ยว ปี 2561 (ปีที่ 1)	
T1 ควบคุม	5.03 a	4.55	4.80 ab	4.43
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.28 ab	4.67	4.39 ab	4.67
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	3.59 abc	4.22	3.18 bcd	4.22
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 50 %	2.34 c	5.00	2.34 d	5.12
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 70 %	4.20 ab	5.02	4.20 abc	5.02
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	2.66 bc	3.82	2.66 cd	3.82
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	5.07 a	2.85	5.07 a	2.85
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	5.06 a	5.18	5.06 a	5.18
F-test	**	ns	**	ns
C.V. (%)	15.82	23.05	15.08	22.61

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

6.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปีที่ 2 พบว่า ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillium* sp. และเชื้อ *Bacillus megaterium* แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดสูงสุด แต่ทั้งสองตำรับมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 5.20-5.30 log cell/g.soil (ตารางที่ 22)

6.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปีที่ 3 พบว่า ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 3 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillium* sp. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีปริมาณอยู่ในช่วง 5.56-5.75 log cell/g.soil ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวน้อยที่สุด เท่ากับ 5.58 log cell/g.soil ในตำรับควบคุม (control) ส่วนตำรับอื่นๆ (ตำรับที่ 2-8) พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวสูง แต่มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ปี 2562-2563 (ปีที่ 2-3)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน (log cell/g.soil)			
	Azospirillium sp.	*Bacillus megaterium*	*Azospirillium* sp.	*Bacillus megaterium*
	หลังเก็บเกี่ยว ปี 2562 (ปีที่ 2)		หลังเก็บเกี่ยว ปี 2563 (ปีที่ 3)	
T1 ควบคุม	5.18 ab	5.14 bc	5.59	5.58 b
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.58 c	5.21 ab	5.57	5.70 ab
T3 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ	5.11 ab	5.20 ab	5.56	5.77 a
T4 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 50 %	5.06 b	5.23 ab	5.70	5.65 ab
T5 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 70 %	5.21 a	5.12 bc	5.56	5.81 a
T6 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง	5.23 a	5.05 c	5.72	5.67 ab
T7 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50 %	5.20 a	5.30 a	5.75	5.69 ab
T8 ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70 %	5.23 a	5.27 a	5.72	5.65 ab
F-test	**	**	ns	*
C.V. (%)	0.85	0.82	3.62	1.19

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT และ ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ สำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. พื้นที่ดำเนินการทดลองปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินไม่มีความเค็ม แต่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หลังจากดำเนินการทดลอง พบว่า ดินเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในทางที่ดีขึ้น ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น (จากเป็นกรดจัด/กรดแก่ เปลี่ยนแปลงเป็น กรดปานกลาง กรดเล็กน้อย และเป็นกลาง) การนำไฟฟ้าของดินมีค่าต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าสูงขึ้น ส่วนโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าลดลง

2. การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561-2563 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 7) ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 ถึง 2563 มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ปี (ปี 2561-2563) ยกเว้นเฉพาะจำนวนเมล็ดต่อรวง ปี 2563 มีค่าแตกต่างทางสถิติ ซึ่งในตำรับที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผง ร่วมกับปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับที่ 8) มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด เท่ากับ 151 เมล็ดต่อรวง เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม (ตำรับที่ 1) ซึ่งมีจำนวนเมล็ดต่อรวง เท่ากับ 141 เมล็ดต่อรวง แต่อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าการใส่ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด จะช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลงได้ 30-50 เปอร์เซ็นต์

4. การใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ในตำรับ 7 และ 8 ตามลำดับ ทำให้ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (*Azospirillium* sp.) สูง และมีค่าแตกต่างทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับ 2) ในปี 2562 (ปีที่ 2) และมีเชื้อ *Bacillus megaterium* สูงและมีค่าแตกต่างทางสถิติจากแปลงควบคุม (ตำรับ 1 : ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ) ในปี 2563 (ปีที่ 3) ตามลำดับ

5. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว ประกอบด้วยเชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (*Azospirillium* sp. (42)) และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (*Bacillus megaterium* (CP 31/1)) ไม่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย ชุดดินโนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB) กลุ่มชุดดินที่ 40 จังหวัดร้อยเอ็ด แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพฯ สำหรับนาข้าวรูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ดังนั้น การใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

6. ข้อเสนอแนะ สำหรับงานวิจัยนี้ คือ 1) ควรใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าว รูปแบบผงแห้งละลายน้ำ ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งานในพื้นที่จริง 2) เมื่อมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทรายแล้ว ควรมีการต่อยอดงานวิจัยนี้ด้วยการทดสอบในแปลงสาธิตระดับไร่นาของเกษตรกรเพิ่มเติม เพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย 3) การปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่นาข้าวที่มีลักษณะเนื้อดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สมบัติทางกายภาพไม่ดี ในฤดูแล้งดินจะแห้งจัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับพืช ในฤดูการเพาะปลูก ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี ใส่เป็นจำนวนมากต่อไร่ เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินให้ดีขึ้น และจัดหาแหล่งน้ำให้พอเพียงกับความต้องการของข้าว โดยเฉพาะช่วงที่ข้าวมีเจริญเติบโต และเข้าสู่ระยะข้าวตั้งท้อง หากเกษตรกรสามารถจัดการและดูแลพืชในพื้นที่ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามวิธีการข้างต้นแล้ว จะช่วยลดข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ลงได้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ทราบแนวทางในการจัดการดิน เพื่อเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด

2. ได้อัตราและวิธีการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวที่เหมาะสมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย อย่างไรก็ตามเพื่อให้การใช้ปุ๋ยชีวภาพเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรต้องพิจารณาหลักเกณฑ์ 4 ประการ ได้แก่ 1) ใช้ชนิดหรือรูปแบบปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสม 2) ใช้ปุ๋ยชีวภาพในปริมาณที่เหมาะสม 3) ใส่ให้กับข้าวในระยะที่เหมาะสม และ 4) ใส่ให้ข้าวด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. ทราบถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย

4. เพิ่มทางเลือกแก่เกษตรกรที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต

5. เป็นแนวทางการพัฒนา เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

6. ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเจ้าของแปลงวิจัย รวมทั้งเกษตรกรที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่นาข้าวที่มีลักษณะเนื้อดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน และบุคคลผู้ที่สนใจใฝ่รู้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สามารถนำความรู้จากการวิจัยนี้ไปปรับหรือประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมอาชีพทางการเกษตรได้

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2564 และผ่านสื่อโซเชียลออนไลน์ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ได้แก่ เว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 เพจกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 645 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

พรรณปพร กองแก้ว ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง และอัจฉรา นันทกิจ. 2563. คุณลักษณะของ Azospirillum spp. สายพันธุ์ท้องถิ่นในปมถั่วลิสงและการอยู่ร่วมกันได้กับ Bradyrhizobium ในประเทศไทย. แหล่งที่มา: https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/view/243141, 13 สิงหาคม 2564.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 529 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2542. เอกสาร Statistic of Thailand Rice 1993/1994 – 1997/1998.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th. (1 พฤศจิกายน 2561).

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน กลุ่มชุดดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 137 หน้า.

สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557. คัมภีร์พิชิตกลุ่มดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. อุบลราชธานี.

Choudhury, A. and I. R. Kennedy. 2004. Prospects and potentials for systems of biological nitrogen fixation in sustainable rice production. Biology and Fertility of Soils 39(4):219-227.

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.

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.

Welch, S.A. and W.J. Ullman. 1992. The effect of soluble organic acids on feldspar dissolution rates andstoichiometry. Geochimica et Cosmochimica Acta 57: 2725–2736.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 : เกณฑ์สูงต่ำของค่าวิเคราะห์ดิน

1. ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction) pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

	ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดจัดมาก	(extremely acid)	< 4.5
เป็นกรดจัด	(very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดแก่	(strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง	(moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย	(slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง	(near neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน	(slightly alkali)	7.4-8.4
เป็นด่างแก่	(strongly alkali)	8.5-9.0
เป็นด่างจัด	(extremely alkali)	>9.0

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

2. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter)

	ระดับ (rating)	พิสัย (range) (%)
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)

3. ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธีการสกัดด้วย Bray II

ระดับ	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mg.kg^{-1}$)
ต่ำมาก	<3
ต่ำ	3-6
ค่อนข้างต่ำ	6-10
ปานกลาง	10-15
ค่อนข้างสูง	15-25
สูง	25-45
สูงมาก	>45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

4. ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ระดับ	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ($mg.kg^{-1}$)
ต่ำมาก	<30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	>120

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

5. ระดับปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ระดับ	ปริมาณแคลเซียมในดิน ($mg.kg^{-1}$)
ต่ำมาก	<400
ต่ำ	400-1,000
ปานกลาง	1,000-2,000
สูง	2,000-4,000
สูงมาก	>4,000

ที่มา : Soil Survey Division Staff (1993)

6. ระดับปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ระดับ	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ($mg.kg^{-1}$)
ต่ำมาก	<36
ต่ำ	36-120
ปานกลาง	120-360
สูง	360-900
สูงมาก	>900

ที่มา : Soil Survey Division Staff (1993)

ตารางภาคผนวกที่ 2 : ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก สำหรับใส่รองพื้น (ก่อนปักดำข้าว)

ชนิดของตัวอย่าง	ผลการวิเคราะห์							
	Moisture (%)	C/N Ratio	OM (%)	pH	EC (dS/m)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
ปุ๋ยหมัก	28.98	11.3	10.48	7.0	0.46	0.54	0.38	0.25

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

ตารางภาคผนวกที่ 3 : ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2560-2561

เดือน ปี	ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตกรวม (วัน)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย(%)
			ต่ำสุด	สูงสุด	
ตุลาคม 2560	166.3	9	23.9	31.8	78
พฤศจิกายน 60	0	0	22.0	31.7	70
ธันวาคม 60	4.8	1	18.8	29.4	69
มกราคม 61	0.9	1	19.4	31.0	66
กุมภาพันธ์ 61	0.4	1	19.0	31.4	65
มีนาคม 61	62.6	7	22.6	33.4	69
เมษายน 61	109.7	7	24.1	34.3	69
พฤษภาคม 61	217	18	25.2	34.3	77
มิถุนายน 61	167.5	16	26.0	33.7	77
กรกฎาคม 61	279.9	20	25.4	31.9	82
สิงหาคม 61	199.8	19	25.0	31.6	81
กันยายน 61	164.8	17	25.1	33.3	80
ตุลาคม 61	14.1	4	23.7	33.7	73
พฤศจิกายน 61	7.2	3	22.2	33.3	69
ธันวาคม 61	2.8	1	20.9	32.4	66
รวม	**1397.8**	**124**	**22.89**	**32.48**	**72.73**

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จังหวัดอุบลราชธานี กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ตารางภาคผนวกที่ 4 : ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2562

เดือน ปี	ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตกรวม (วัน)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
			ต่ำสุด	สูงสุด	
มกราคม 2562	0	0	19.2	32.0	65
กุมภาพันธ์ 62	10.8	3	23.5	35.9	64
มีนาคม 62	26.6	4	25.0	37.6	58
เมษายน 62	112.4	8	26.7	38.1	65
พฤษภาคม 62	123.2	14	26.2	35.3	75
มิถุนายน 62	30.4	8	26.6	35.4	74
กรกฎาคม 62	144.9	17	26.0	34.3	75
สิงหาคม 62	661.1	23	25.4	32.3	81
กันยายน 62	400.2	15	24.5	32.1	79
ตุลาคม 62	21.1	3	24.0	33.6	73
พฤศจิกายน 62	0	0	21.3	32.4	67
ธันวาคม 62	0	0	18.1	30.9	63
รวม	**1530.7**	**95**	**23.88**	**34.16**	**69.92**

ที่มา :ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จังหวัดอุบลราชธานี กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ตารางภาคผนวกที่ 5 : ปริมาณน้ำฝนรวม จำนวนวันที่ฝนตกรวม อุณหภูมิเฉลี่ย (ต่ำสุดและสูงสุด) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย จังหวัดร้อยเอ็ด ปี 2563

เดือน ปี	ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตกรวม (วัน)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
			ต่ำสุด	สูงสุด	
มกราคม 2563	3.3	1	20.1	32.8	65
กุมภาพันธ์ 63	0	0	20.2	33.6	58
มีนาคม 63	53.2	6	24.9	36.4	65
เมษายน 63	116.2	6	24.6	35.8	64
พฤษภาคม 63	88.6	12	27.4	37.6	67
มิถุนายน 63	67.4	12	26.2	35.1	75
กรกฎาคม 63	156.9	14	25.8	34.4	77
สิงหาคม 63	280.4	20	25.4	32.4	82
กันยายน 63	280.5	16	25.5	32.8	83
ตุลาคม 63	239.5	21	22.8	29.3	83
พฤศจิกายน 63	1.4	2	21.4	31.4	70
ธันวาคม 63	0	0	18.7	30.2	69
รวม	**1287.40**	**110**	**23.58**	**33.48**	**71.5**

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จังหวัดอุบลราชธานี กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ภาพภาคผนวกที่ 1 ค่าคุณสมบัติทางเคมีของดิน กลุ่มชุดดินที่ 40

ชุดดิน โนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB)
การจำแนกดิน Coarse-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Aquic (plinthic) Haplustalfs
การกำเนิด พัดพามาทับถมจากหินตะกอนเนื้อหยาบ
สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย
ความลาดชัน 2-5 %
การระบายน้ำ ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ปานกลาง
การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง
หน้าตัดดิน โนนแดงที่มีศิลาแลงอ่อน (Ndg-pic-lsB)

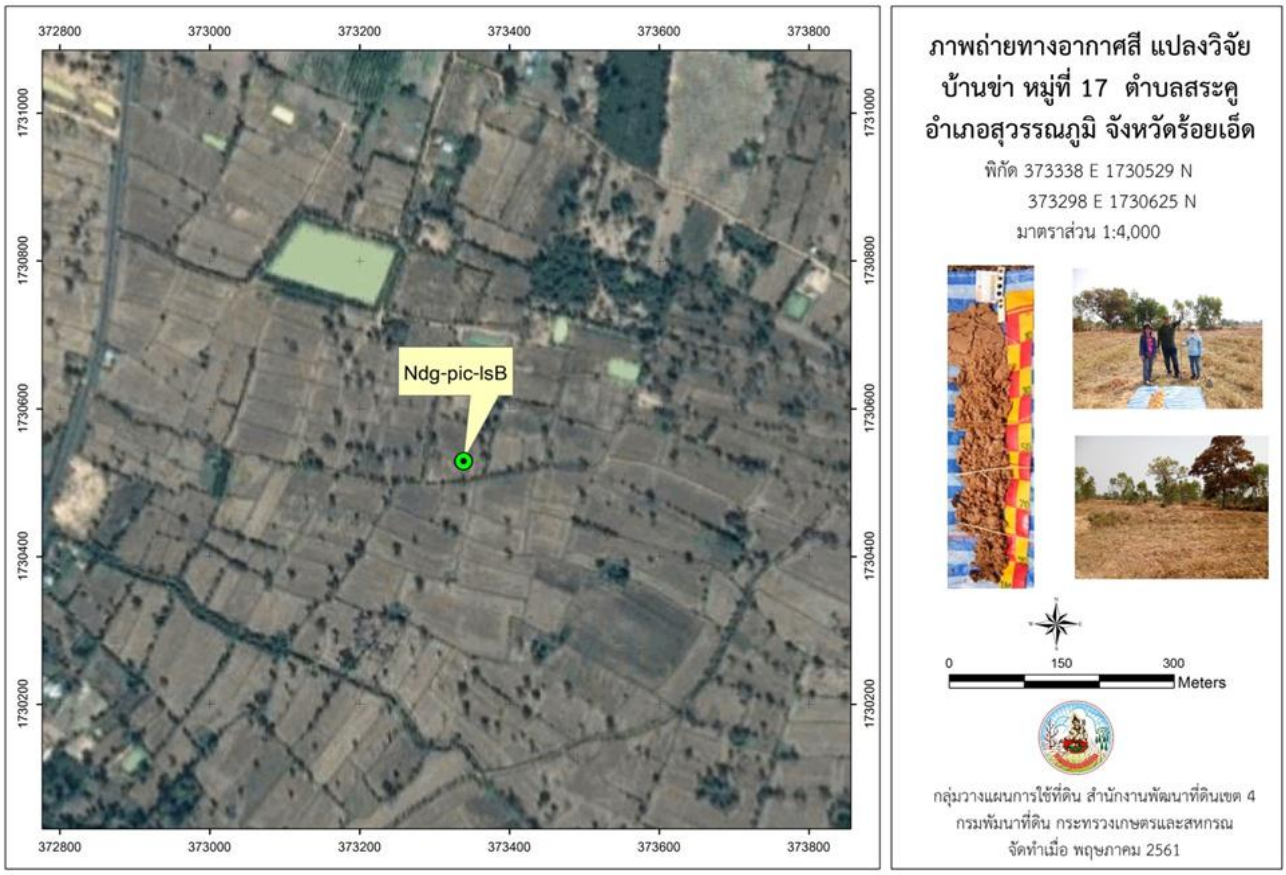
ลักษณะและสมบัติดิน : เนื้อดินเป็นพวกดินทรายปนดินร่วน ดินสีเทาหรือเทาปนน้ำตาล พบสีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีเหลืองปนแดง มีความลาดชัน 0 – 2 % เป็นดินลึก การระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว พบก้อนเหล็กสะสมในดินล่าง มีชั้นศิลาแลงอ่อนที่ความลึก 1 เมตร ได้รับอิทธิพลจากดินเค็มที่พบใกล้เคียง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดจัดมากในดินล่าง (pH 4.5-5.5)

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ : ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สมบัติทางกายภาพไม่ดี ในฤดูแล้งดินจะแห้งจัด เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับพืชในฤดูการเพาะปลูก

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ : ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีใส่เป็นจำนวนมากต่อไร่เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินให้ดีขึ้น ควรทำทางระบายน้ำออกจากพื้นที่ หากใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และจัดหาแหล่งน้ำให้พอเพียงกับความต้องการของพืช

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาพภาคผนวกที่ 2 แผนที่ทรัพยากรดิน บ้านหนองข่า ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด



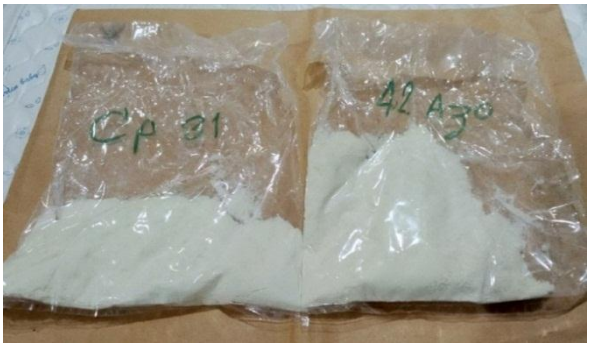
ภาพภาคผนวกที่ 3 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในโครงการวิจัย

- ไถเตรียมดินแปลงกล้าข้าว ปั่นย่อยดิน และหว่านกล้าข้าว จำนวน 2 แปลง (แปลงที่ 1 และ 2)

ภาพภาคผนวกที่ 4 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- เตรียมเชื้อจุลินทรีย์ละลายในน้ำ และนำไปฉีดพ่นลงในแปลงกล้าข้าว (เฉพาะแปลงที่ 2) จากนั้นสูบน้ำเข้า



ภาพภาคผนวกที่ 5 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- ไถเตรียมดิน วางผังแปลง และวัดขนาดแปลงทดลองย่อย (ขนาด 4X6 ตารางเมตร) และปั้นคันนา

ภาพภาคผนวกที่ 6 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- ชั่งปุ๋ยหมัก ใส่ปุ๋ยหมักเพื่อรองพื้นในช่วงไถเตรียมดิน และถอนกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105
- ถอนกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 สำหรับปักดำภายในแปลงวิจัย

ภาพภาคผนวกที่ 7 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- ไถพรวนดินภายในแปลงทดลองด้วยผาลหัวหมู และปักดำข้าวภายในแปลงวิจัย

ภาพภาคผนวกที่ 8 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- ละลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ และเทลงภายในแปลงทดลองทันที หลังจากปักดำข้าวเสร็จแล้ว
- ดูแลรักษา/ถอนวัชพืช และตัดวัชพืชบนคันนาและรอบๆ แปลงวิจัย
- ใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับการทดลอง หลังจากปักดำข้าวแล้ว 30 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 9 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563)

- วัดการเจริญเติบโตของข้าว (ความสูง) เมื่อข้าวมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปักดำ

ภาพภาคผนวกที่ 10 กิจกรรมการดำเนินงานวิจัยปีที่ 1-3 (ปีงบประมาณ 2561-2563

- เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายในแปลงวิจัย (ประมาณเดือนพฤศจิกายน)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน