ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดสุรินทร์

Study efficiency of bio-fertilizer to increase growth and rice (Khao Dawk Mali 105) yield in Sandy Loam soil, Surin Province

โดย

นางสาวนิภาพร ไชยศรี
นายกฤษดา ศรีทับทิม
นางอินทิรา เข็มม่วง
นางวารุนี เพิ่มทรัพย์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-17-09-20008-015-109-01-11

ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 กรมพัฒนาที่ดิน

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564

แบบ วจ.3

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-17-09-20008-015-109-01-11

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จ. สุรินทร์

ชื่อผู้รับผิดชอบ นางสาวนิภาพร ไชยศรี

หน่วยงาน ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3

ที่ปรึกษาโครงการ นางปิ่นเพชร ดีล้อม ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์

ผู้ร่วมดำเนินการ 1. นายกฤษดา ศรีทับทิม นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์
2. นางอินทิรา เข็มม่วง นักวิชาการเกษตร สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์
3. นางวารุนี เพิ่มทรัพย์ นักวิชาการเกษตร สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์

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

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี 2 เดือน

สถานที่ดำเนินการ

แปลงวิจัยตั้งอยู่ที่บ้านฮ็อง หมู่ที่ 2 ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ตั้งอยู่พิกัดที่ E335815 N1668417 มีเนื้อที่ประมาณ 1.5 ไร่ จากการสำรวจดินพบว่าพื้นที่ในแปลงวิจัยเป็นชุดดินชำนิ (Cni-slA)

การจำแนกดิน Fine-loamy,mixed,isohyperthermic, Aquric Plinthic Paleaqualfs

การกำเนิด เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่หรือตะกอนของหินทรายที่ถูกชะมาทับถมอยู่บริเวณ พื้นที่ที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน

สภาพพื้นที่ ค่อนข้างราบเรียบ ความลาดชัน 0-1%

การระบายน้ำ ค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ปานกลางถึงช้า

การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ดินล่างเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทาปนชมพู และมีสีเทาอ่อนในดินล่างๆ มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีน้ำตาลปนเหลือง และมีสีแดงปนเหลืองในดินชั้นล่าง มีศิลาแลงอ่อนปริมาณ 2-10 % โดยปริมาณภายในความลึก 50 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลางในดินชั้นบน (pH 5.0-7.0) และเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) ในดินล่าง

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและสมบัติทางกายภาพ โดยการใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2561	-	100,000.-	100,000.-
2562	-	100,000.-	100,000.-
2563	-	120,000.-	120,000.-

แหล่งงบประมาณที่ใช้ กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....
(.....)
ประธานคณะทำงานกลั่นกรองโครงการวิจัยระดับหน่วยงาน
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. .....

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 61-63-17-09-20008-015-109-01-11

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จ. สุรินทร์

Study efficiency of bio-fertilizer to increase growth and rice (Khao Dawk Mali 105) yield in Sandy Loam soil, Surin Province

กลุ่มชุดดินที่ 5hi **ชุดดิน** (ภาษาไทย) ชำนิ (ภาษาอังกฤษ) Cni-slA

สถานที่ดำเนินการ แปลงวิจัยอยู่ในพื้นที่ บ้านฮ็อง หมู่ที่ 2 ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ผู้ร่วมดำเนินการ	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
ที่ปรึกษาโครงการ	นางปิ่นเพชร ดีล้อม	Pinpech Deelom
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายกฤษดา ศรีทับทิม	Krisda Sritubtim
ผู้ร่วมดำเนินการ	นางอินทิรา เข็มม่วง	Inthira Khemmuang
ผู้ร่วมดำเนินการ	นางวารุนี เพิ่มทรัพย์	Varunee Phoemsap

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จ.สุรินทร์ มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ คือ ไม่ใส่ปุ๋ย(ควบคุม) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 50% ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ+ปุ๋ยเคมี 70% ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบผง ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบผง+ปุ๋ยเคมี 50% และใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผง+ปุ๋ยเคมี 70% จากการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของข้าวด้านการแตกกอ พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีผลต่อการแตกกอที่มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ด้านปริมาณจำนวนรวงต่อกอ พบว่า ในปีแรกของการทดลอง การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีผลต่อปริมาณจำนวนรวงมากที่สุด แต่ในการทดลองปีที่ 3 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 70 % และการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 % มีปริมาณจำนวนรวงสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวและการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) และผลผลิตของข้าว พบว่าในปีที่ 2 และ3 ของการทดลองการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 % จะส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตร้อยละเมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 93.40 และ 93.14 ตามลำดับ ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวงจะเห็นได้อย่างชัดเจนในการทดลองปีที่ 3 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 % จะส่งผลให้มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด เท่ากับ 182.33 เมล็ดต่อรวง และปริมาณผลผลิตข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 % ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 386.13 870.93 และ 814.40 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้รากข้าวแตกแขนงมาก สามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นซึ่งส่งผลให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น และสามารถแนะนำให้เกษตรผู้ปลูกข้าว ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 % ก็จะส่งเสริมให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มมากขึ้น ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง ลดต้นทุนการผลิต ช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และสามารถพัฒนาการผลิตข้าวในระบบอินทรีย์ต่อไป

Abstract

The objective of this Study efficiency of bio-fertilizer to increase growth and rice (Khao Dawk Mali 105) yield in Sandy Loam soil, Surin Province during the years 2018 to 2020. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) was used with three replications. The chemical fertilizer, Control and different amounts of water bio-fertilizer for rice, water bio-fertilizer for rice + 50% chemical fertilizer, water bio-fertilizer for rice + 70% chemical fertilizer, powder bio-fertilizer for rice, powder bio-fertilizer for rice + 50% chemical fertilizer and powder bio-fertilizer for rice + 70% chemical fertilizer. The results indicated that the application of water bio-fertilizer for rice + 70% chemical fertilizer resulted in number of tillering when compared with the control in 2020. The results indicated that the application of water bio-fertilizer for rice + 70% chemical fertilizer and powder bio-fertilizer for rice + 50% chemical fertilizer resulted in number of ears/plants when compared with the chemical fertilizer and control in 2020. The powder bio-fertilizer for rice + 50% chemical fertilizer resulted in enhanced height of rice And grain yield by 386.13, 870.93 and 814.40 Kg/rai respectively during the years 2018 to 2020, when compared with the control. This microbial product is a group of effective microorganisms that can produce plant nutrient or convert insoluble of inorganic compounds into soluble form to increase soil fertility produce plant growth hormone to enhance plant growth.

หลักการและเหตุผล

จังหวัดสุรินทร์ เป็นแหล่งผลิตข้าวคุณภาพดีมีพื้นที่มีปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ (บุณดิษฐ์, 2550) เมื่อหุงสุกจะได้เมล็ดข้าวสุกที่อ่อนนุ่ม ยาวเรียว และมีกลิ่นหอม (สถาบันวิจัยข้าว, 2546) เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว รวมทั้งสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์หรือ GI (Geographical indication) ของแหล่งเพาะปลูกที่มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างจากข้าวที่ปลูกในพื้นที่อื่น ก่อให้เกิดคุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2553) ผลผลิตของข้าวนาปีในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์บริเวณนอกเขตชลประทานจำนวน 3.34 ล้านไร่คิดเป็น ร้อยละ 76 ของพื้นที่ทั้งหมด อยู่ในระดับต่ำ เพียง 350 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในพื้นที่เขตชลประทานสามารถปลูกข้าวขาวดอกมะลิ ได้ผลผลิตสูง มีพื้นที่น้อยกว่าร้อยละ 10

จึงจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนการผลิต ผลผลิตข้าวต่อปีโดยรวมประมาณ 1 ล้านตันต่อปี สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรจังหวัดสุรินทร์อย่างน้อยปีละ 1 หมื่นล้านบาท ประกอบกับดินที่ใช้ทำการเพาะปลูกในจังหวัดสุรินทร์โดยทั่วไปมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชปริมาณน้อย เป็นดินร่วนปนทราย มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อย อีกทั้งการกระจายของฝนและปริมาณน้ำฝนก็มีผลต่อการผลิตข้าว (สันต์ และบุรี, 2542) จังหวัดสุรินทร์เป็นจังหวัดส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรทำเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่จัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติหลีกเลี่ยงใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงมีการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ในปัจจุบันความต้องการบริโภคข้าวอินทรีย์มีมากยิ่งขึ้น

เกษตรกรยังทำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นในการทำการเกษตรเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว ทำให้เกษตรกรต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก การใช้สารอินทรีย์และจุลินทรีย์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อระบบเกษตร เพื่อทดแทนสารเคมีทางการเกษตรในการผลิตซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตข้าว โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีสมบัติที่ดีต่อพืช จึงได้นำเทคโนโลยีทางจุลินทรีย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์กับพืช ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวไวแสงในดินร่วนปนทราย เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางให้แก่เกษตรกร ลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง ลดต้นทุนการผลิตข้าว ช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และเกษตรกรสามารถต่อยอดเป็นการผลิตข้าวแบบอินทรีย์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดสุรินทร์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จังหวัดสุรินทร์

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ข้าวหอมมะลิไทย (Thai Hom Mali Rice) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa L. ที่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศรับรองพันธุ์ว่าเป็นพันธุ์ข้าวหอม คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข.15 ซึ่งมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ (บุณดิษฐ์, 2550) แหล่งเพาะปลูกดั้งเดิม อยู่ที่บางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีชื่อเดิมว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดย นายจรูญ ตัณฑวุฒ ได้นำมาปลูกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2488 เป็นที่นิยมในท้องถิ่น ต่อมา นายสุนทร สีหะเนิน เกษตรอำเภอบางคล้า ได้เก็บรวบรวมข้าว 199 รวง ในฤดูทำนาปี 2493-2494 ส่งไปคัดพันธุ์ที่สถานีข้าวโคกสำโรง เมื่อปี 2498 จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบพันธุ์ในปี 2500-2502 ในที่สุดคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ข้าวพบว่าข้าวขาวดอกมะลิรวงที่ 105 เป็นสายพันธุ์ที่ดีที่สุดในเรื่องความหอมและคุณภาพของเมล็ด จึงอนุญาตให้ใช้ขยายพันธุ์ได้ ตั้งแต่วันที่ 25 พฤษภาคม 2502 เป็นต้นมา ลักษณะสำคัญโดยทั่วไปของข้าวหอมมะลิ จะเป็นข้าวเมล็ดยาว โดยมีความยาวเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความกว้างเฉลี่ยของเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 3.0 มิลลิเมตร มีปริมาณแป้งอมิโลส (Amylose) ต่ำอยู่ระหว่าง 12-19 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความชื้น 14.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหุงสุกจะได้เมล็ดข้าวสุกที่อ่อนนุ่ม ยาวเรียว และมีกลิ่นหอม แม้ข้าวหอมมะลิ จะเป็นข้าวที่มีคุณภาพดีเยี่ยม แต่เป็นข้าวที่มีความต้านทานต่อโรคใบแห้งได้ปานกลาง และไม่สามารถต้านทานโรคใบไหม้ โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบไหม้สีเหลืองส้ม และโรคจู๋ได้ รวมทั้งไม่สามารถต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยจักจั่นหลังขาว หนอนกอ และแมลงบั่วด้วย นอกจากนี้ยังไม่สามารถปลูกเป็นข้าวนาปรัง หรือปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปีได้ เนื่องจากมีลักษณะไวต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive) คือออกดอกในวันที่กลางคืนยาวกว่ากลางวันเท่านั้น คือในฤดูหนาว (สถาบันวิจัยข้าว, 2546) มีลำต้นสูงประมาณ 140-150 เซนติเมตร ออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม และสุกเก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายนของทุกปี เมล็ดมีระยะพักตัวประมาณ 8 สัปดาห์ ปลูกได้ดีบนที่ดอนทั่วไป ทนแห้ง ทนดินเปรี้ยวและดินเค็ม จากความร่วมมือ ระหว่างภาครัฐและเอกชน ทำให้ได้มีการค้นคว้า คัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อการส่งออกจนได้มีการนำข้าวหอมมะลิไทยมาทดลองปลูกบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปัจจุบันได้กลายเป็นแหล่งผลิตที่มีคุณภาพดีที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิในเขตทุ่งกุลาร้องไห้

2. จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

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

แบคทีเรียเอนโดไฟท์ (endophytic bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ใช้ชีวิตทั้งหมดหรือบางช่วงอยู่ในเนื้อเยื่อพืช แล้วให้ประโยชน์แก่พืชอาศัยโดยไม่ทำอันตรายหรือก่อให้เกิดโรคแก่พืช เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อของพืชที่มีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกับพืช และได้รับประโยชน์ในแง่มีการแข่งขัน แย่งแหล่งคาร์บอนหรืออาหารน้อย และพืชอาศัยช่วยป้องกันสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมให้แก่แบคทีเรีย

แบคทีเรียเอนโดไฟท์ตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing Endophytic Bacteria) ปัจจุบันมีการศึกษาเอนโดไฟติกแบคทีเรียในพืช โดยใช้วิธีทางชีววิทยาระดับโมเลกุล พบว่ามีความหลากหลายทางสปีชีส์ของเอนโดไฟติกแบคทีเรียในพืช และยังพบว่าเอนโดไฟติกแบคทีเรียช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต ยับยั้งจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช ละลาย

ฟอสเฟต และยังช่วยหาไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ให้กับพืช (Assimilable Nitrogen) (De Matos Nogueira et al., 2001) ตัวอย่าง เอนโดไฟติกแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการให้ไนโตรเจนแก่พืช ได้แก่ Serratia marcesens 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 Herbaspirillum seropedicae 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 Pantoea agglomerans YS19 สามารถตรึงไนโตรเจนในอาหาร N free medium และผลิตฮอร์โมนพืช (ออกซิน กรดแอบไซซิก จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอาศัยได้ (Feng, 2006) นอกจากนี้ยังมีการใช้เอนโดไฟติกแบคทีเรียเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์สาเหตุโรคในข้าวและพืชอื่นๆ (Mukhopadhyay et al., 1996; Padgham et al., 2005)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี 2 เดือน เริ่มปีงบประมาณ 2561 สิ้นสุดปีงบประมาณ 2564

สถานที่ดำเนินงาน แปลงวิจัยอยู่ในพื้นที่ บ้านฮ็อง หมู่ที่ 2 ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ตั้งอยู่พิกัดที่ E335815 N1668417 มีเนื้อที่ประมาณ 1.5 ไร่

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชที่ใช้ทดลอง

ข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

- 2.1.1 พลั่วเก็บดิน
- 2.1.2 ไม้บรรทัด
- 2.1.3 ปากกาเคมี
- 2.1.4 ถุงพลาสติก

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดการเจริญเติบโต

- 2.2.1 ไม้บรรทัด
- 2.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
- 2.2.3 ถุงพลาสติก

2.3 ปุ๋ยเคมี

- 2.3.1 ปุ๋ยยูเรีย
- 2.3.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0
- 2.3.3 ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60

2.4 น้ำหมัก และโดโลไมท์

2.5 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ

2.6 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวรูปแบบผง

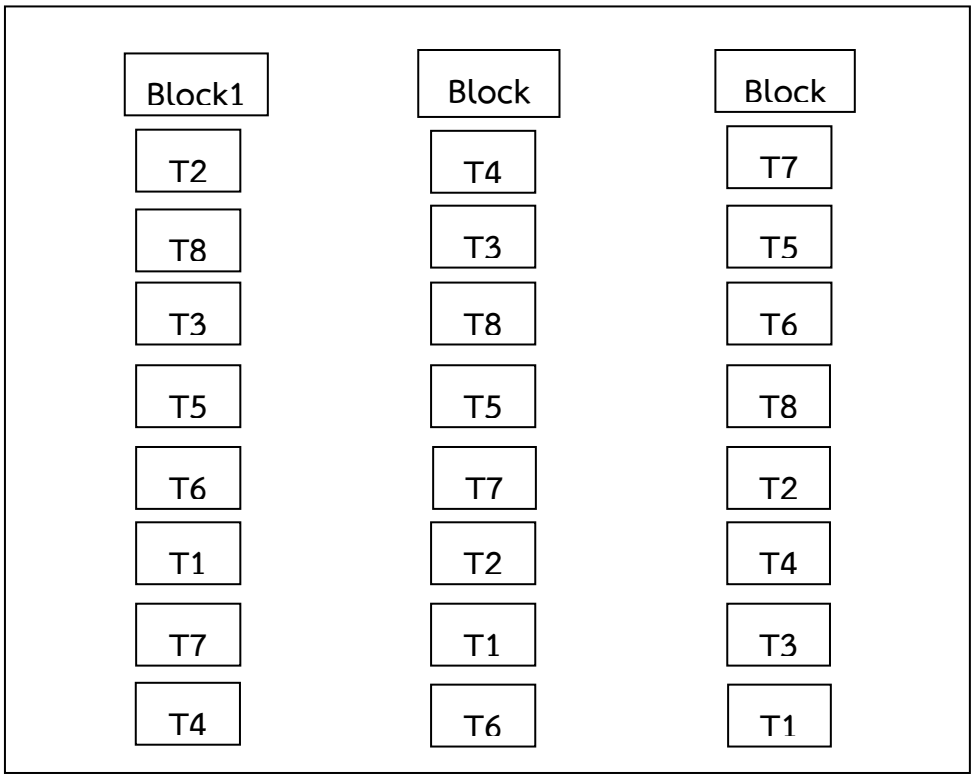
วิธีการ

1.วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง แต่ละตำรับการทดลองมี 3 ซ้ำ คือ

ตำรับที่ 1 ควบคุม
ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมี N+P+K
ตำรับที่ 3 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ
ตำรับที่ 4 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 50%
ตำรับที่ 5 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบน้ำ + ปุ๋ยเคมี 70%
ตำรับที่ 6 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบผง
ตำรับที่ 7 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 50%
ตำรับที่ 8 ใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหรับนาข้าวรูปแบบผง + ปุ๋ยเคมี 70%

2. แผนผังแปลงวิจัย



ภาพที่ 1 แผนผังแปลงทดลอง

3. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพนาข้าวสำหรับใช้ในการทดลอง

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

4. อัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพนาข้าว

4.1 การเพาะกล้า

การเพาะกล้าปลูก มี 2 รูปแบบ ดังนี้

- แปลงที่ 1 สำหรับเพาะกล้าข้าวเพื่อใช้ในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่ต้องใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ

- แปลงที่ 2 สำหรับเพาะกล้าข้าวเพื่อใช้ในตำรับการทดลองที่ 3 4 5 6 7 และ 8 ใส่เชื้อราเอนโดไฟต์ (P11) รูปแบบผงละลายน้ำ ใช้อัตรา 100 กรัม ต่อปริมาตรน้ำ 20 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

วิธีใช้ ละลายน้ำตามอัตรา ใส่ลงในแปลงเพาะกล้า เมื่อข้าวเริ่มงอกแล้วอายุ 3 วัน

4.2 การปลูกในแปลงทดลอง

การปลูกในแปลงทดลอง มี 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี ในตำรับการทดลองที่ 1

2. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) รูปแบบน้ำ และแบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) รูปแบบน้ำ ใส่ในตำรับการทดลองที่ 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 ใสในตำรับการทดลองที่ 6 7 และ 8

อัตราใช้ แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (42) 225 กรัม
แบคทีเรียละลายซิลิเกต (CP31/1) 225 กรัม
ต่อปริมาตรน้ำ 50 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่
วิธีใช้ ละลายน้ำตามอัตรา ใส่ลงในแปลงทดลอง ระยะปักดำข้าว

4. ปุ๋ยเคมี ใส่ในตำรับการทดลองที่ 2 4 5 7 และ 8

อัตราใช้ ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตำรับการทดลองที่ 2 ใส่อัตราเต็ม
ตำรับการทดลองที่ 4 และ 7 ใส่ 50%
ตำรับการทดลองที่ 5 และ 8 ใส่ 70%
วิธีใช้ ปุ๋ย N แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกระยะปักดำข้าว
ครั้งที่สอง ระยะกำเนิดช่อดอก
ปุ๋ย P_2O_5 และ K_2O ใส่ระยะปักดำข้าว

5. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน

เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร วิธีการเก็บในแต่ละแปลงสุ่มเก็บ 5 จุด นำมาคลุกเคล้ารวมกัน ประมาณ 100 กรัม ในกรณีไม่สามารถนำตัวอย่างมาส่งได้ จะเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1. ปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดโดยเครื่อง pH meter
2. ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ
3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric
4. ปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้(Exchangeable bases) ประกอบด้วย K, Ca, Mg
5. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter)

6. การเก็บตัวอย่างพืชเพื่อหาการเจริญเติบโต และผลผลิต

1. วัดความสูงของข้าวในช่วงการเจริญเติบโต ในระยะ 30 60 90 และ120 วัน หลังปลูก
2. การแตกกอ ผลผลิตข้าวที่ 14%
3. องค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี
4. การเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่

7. วิธีการทางสถิติ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Analysis of variance) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จ. สุรินทร์ ระหว่างปี 2561- 2563 ทำการทดลองในพื้นที่ บ้านฮ็อง หมู่ที่ 2 ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ตั้งอยู่พิกัดที่ E335815 N1668417 พื้นที่ 1.5 ไร่ เป็นชุดดินชำนิ (Cni-slA) ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ดินล่างเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว สีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทาปนชมพู และมีสีเทาอ่อนในดินล่างๆ มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีน้ำตาลปนเหลือง และมีสีแดงปนเหลืองในดินชั้นล่าง มีศิลาแลงอ่อนปริมาณ 2-10 %โดยปริมาณภายในความลึก 50 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลางในดินชั้นบน (pH 5.0-7.0) และเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) ในดินล่าง ทำการทดลองทั้งหมด 8 ตำรับการทดลอง การเก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างดินทั้งก่อนและหลังการทดลอง สมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตพืช ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดังนี้

1. คุณสมบัติทางเคมีดินก่อนการทดลอง ในแปลงนาข้าวขาวดอกมะลิ 105

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลองปรากฏว่า พื้นที่ทำการทดลองมีความเป็น กรด-ด่าง อยู่ที่ 5 (เป็นกรดจัด) ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.02ds m-1 ด้านปริมาณอินทรียวัตถุพบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก เท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุอาหารฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมากเท่ากับ 4 mg kg-1 และมีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 16 mg kg-1 รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียม อยู่ในระดับต่ำมากเท่ากับ 5 mg kg-1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีดินก่อนการทดลอง

รายการวิเคราะห์ดิน	หน่วย	ผลวิเคราะห์	ระดับ
1.ความเป็นกรด-ด่างในดิน		5.00	กรดจัด
2. ความต้องการปูน	$CaCO_3$ kg/rai	1248	ใช้โดโลไมท์ 1,360 กก./ไร่
3. ค่าความเค็มดิน	ds/m	0.02	ไม่เค็ม
4. ปริมาณอินทรียวัตถุ	%	0.14	ต่ำมาก
5.ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	mg/kg	4	ต่ำมาก
6.ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	mg/kg	5	ต่ำมาก

2. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อคุณสมบัติทางเคมีดิน ในแปลงนาข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

2.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน pH

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของดินหลังการทดลอง พบว่าในปี 2561 ทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.4-6.9 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 6 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 6.9 ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.4 รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลองที่ 8 เท่ากับ 6.5 (เป็นกรดเล็กน้อย) ทุกตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 4 และ ตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เท่ากับ 6.4 และ 6.9 ตามลำดับ

ในปี 2562 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.6 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 6.6 ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.0 รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 6 และตำรับการทดลองที่ 8 เท่ากับ 6.2 6.2 6.2 6.1 6.4 และ6.1 (เป็นกรดเล็กน้อย) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เท่ากับ 6.1 6.0 และ 6.6 ตามลำดับ หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.2-7.3 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 7.3 รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 7 และตำรับการทดลองที่ 8 เท่ากับ 6.8 6.7 และ6.6 (เป็นกลาง) ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.2 รองลงมา ได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 5 เท่ากับ 6.5 6.4 และ6.3 (เป็นกรดเล็กน้อย) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เท่ากับ 6.2 และ 7.3 ตามลำดับ

และในปี 2563 พบว่าก่อนการทดลองทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.2-7.0 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 6 และตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 7.0 รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลองที่ 5 เท่ากับ 6.8 6.7 6.8 และ 6.9 (เป็นกลาง) ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 8 มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.2 รองลงมา ได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 เท่ากับ 6.4 (เป็นกรดเล็กน้อย) ตำรับการทดลองที่ 6 ตำรับการทดลองที่ 7 และ ตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เท่ากับ 7.0 7.0 และ 6.2 ตามลำดับ หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.2-7.3 ซึ่งทุกตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 7.3 รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 7 และตำรับการทดลองที่ 8 เท่ากับ 6.8 6.7 และ6.6 (เป็นกลาง) ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย เท่ากับ 6.2 รองลงมา ได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 5 เท่ากับ 6.5 6.4 และ6.4 (เป็นกรดเล็กน้อย) ตามลำดับ แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความเป็นกรด-ด่างของดิน pH ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH 1:1)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	6.5 ^{AB}	6.2^{AB}	6.5^{AB}	6.4^{AB}	6.5
T2	6.5 ^{AB}	6.2^{AB}	6.2^{B}	6.8^{AB}	6.2
T3	6.5 ^{AB}	6.2^{AB}	6.4^{AB}	6.7^{AB}	6.4
T4	6.5 ^{AB}	6.1^{B}	6.8^{AB}	6.8^{AB}	6.8
T5	6.4^{B}	6.0^{B}	6.3^{B}	6.9^{AB}	6.4
T6	6.9^{A}	6.4^{AB}	7.3^{A}	7.0^{A}	7.3
T7	6.9 ^{AB}	6.6^{A}	6.7^{AB}	7.0^{A}	6.7
T8	6.5 ^{AB}	6.1^{B}	6.6^{AB}	6.2^{B}	6.6
F-test	*	*	*	*	ns
% CV	4.20	4.54	8.03	7.18	8.12

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.2 ความเค็มของดิน EC (1:5) ตามประเภทของเนื้อดิน (dS/m) ของดิน

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาความเค็มของดิน ในปี 2561 ทุกตำรับการทดลองค่าความเค็มของดิน อยู่ในช่วง 0.15-0.26 ds m^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเค็มน้อยมาก เท่ากับ 0.26 ds m^{-1} ตำรับการทดลองที่ 2 กับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ปี 2562 ก่อนและหลังการทดลองพบว่าทุกตำรับการทดลองค่าความเค็มของดิน อยู่ในช่วง 0.14-0.23 ds m^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเค็มน้อยมาก เท่ากับ 0.23 ds m^{-1} ตำรับการทดลองที่ 2 กับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แต่หลังการทดลองทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และปี 2563 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองค่าความเค็มของดิน อยู่ในช่วง 0.04-0.08 ds m^{-1} (ไม่เค็ม) หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองค่าความเค็มของดิน อยู่ในช่วง 0.05-0.09 ds m^{-1} (ไม่เค็ม)

ตารางที่ 3 ความเค็มของดิน EC (1:5) ตามประเภทของเนื้อดิน (dS/m) ของดิน ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	ค่าความเค็มของดิน (1:5) ตามประเภทของเนื้อดิน (dS/m)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	0.16^{B}	0.14^{B}	0.14	0.05^{B}	0.06
T2	0.26^{A}	0.23^{A}	0.23	0.06^{AB}	0.06
T3	0.15^{B}	0.13^{B}	0.13	0.06^{AB}	0.08
T4	0.18^{B}	0.17^{B}	0.17	0.05^{AB}	0.06
T5	0.18^{B}	0.17^{B}	0.17	0.04^{B}	0.05
T6	0.18^{B}	0.16^{B}	0.16	0.08^{A}	0.09
T7	0.16^{B}	0.14^{B}	0.14	0.04^{B}	0.05
T8	0.15^{B}	0.13^{B}	0.13	0.04^{B}	0.05
F-test	*	*	ns	*	ns
% CV	18.05	19.55	36.08	29.57	47.94

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาปริมาณอินทรียวัตถุ ในปี 2561 หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (0.36-0.73 เปอร์เซ็นต์) โดยตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด เท่ากับ 0.73 เปอร์เซ็นต์ (ต่ำ) ในปี 2562 ก่อน และหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (0.42-0.69 เปอร์เซ็นต์) โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณอินทรียวัตถุสุงสุด เท่ากับ 0.69 เปอร์เซ็นต์ (ต่ำ) และปี 2563 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (0.49-1.17 เปอร์เซ็นต์) โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณอินทรียวัตถุสุงสุด เท่ากับ 1.17 เปอร์เซ็นต์ (ค่อนข้างต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 2 กับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (0.45-0.88 เปอร์เซ็นต์) โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณอินทรียวัตถุ สูงสุด เท่ากับ 0.88 เปอร์เซ็นต์ (ต่ำ)

ตารางที่ 4 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	0.62^{ABC}	0.58^{AB}	0.58^{AB}	0.64	0.63^{A}
T2	0.71^{A}	0.69^{A}	0.69^{A}	0.57	0.57^{AB}
T3	0.56^{ABC}	0.52^{AB}	0.52^{AB}	0.72	0.75^{AB}
T4	0.73^{A}	0.69^{A}	0.69^{AB}	0.52	0.68^{AB}
T5	0.65^{AB}	0.62^{AB}	0.62^{AB}	0.56	0.65^{AB}
T6	0.61^{ABC}	0.58^{AB}	0.58^{AB}	0.53	0.88^{A}
T7	0.36^{C}	0.43^{AB}	0.43^{B}	0.49	0.55^{AB}
T8	0.44^{BC}	0.42^{B}	0.42^{B}	0.66	0.45^{B}
F-test	*	*	*	ns	*
% CV	25.98	26.73	27.29	36.85	28.93

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (P) ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 5 ผลการศึกษาธาตุอาหารฟอสฟอรัสในปี 2561 หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 8-28 mg kg^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด เท่ากับ 28 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 เท่ากับ 27 mg kg^{-1} (สูง) ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 6 เท่ากับ 13 15 และ 14 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ เท่ากับ 8 และ 9 mg kg^{-1} ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 2 และตำรับการทดลองที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 7 ตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 6-25 mg kg^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด เท่ากับ 25 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลองที่ 6 เท่ากับ 11 11 13 และ 12 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 7 และตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ เท่ากับ 6 9 และ 8 mg kg^{-1} ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 2 และทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 14-29 mg kg^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด เท่ากับ 29 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 8 เท่ากับ 17 20 20 18 และ 17 mg kg^{-1} (สูง) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง เท่ากับ 14 mg kg^{-1} ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 6 และตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และปี 2563 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 12-22 mg kg^{-1} โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด เท่ากับ 22 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 2 และตำรับการทดลองที่ 4 เท่ากับ 19 และ 16 mg kg^{-1} (สูง) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 1

ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 7 และตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง เท่ากับ 12 13 15 12 และ12 mg kg^{-1} ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 6 และตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 7 และตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (P) ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ระดับการประเมิน (mg/kg)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	27^{AB}	11^{B}	17^{AB}	12^{B}	19^{AB}
T2	28^{A}	25^{A}	20^{AB}	19^{AB}	11^{ABCD}
T3	13^{ABC}	11^{B}	14^{B}	13^{B}	18^{ABC}
T4	15^{ABC}	13^{B}	20^{AB}	16^{AB}	12^{ABCD}
T5	8^{C}	6^{B}	18^{AB}	15^{B}	10^{BCD}
T6	14^{ABC}	12^{B}	29^{A}	22^{A}	22^{A}
T7	10^{BC}	9^{B}	14^{B}	12^{B}	7^{D}
T8	9^{C}	8^{B}	17^{AB}	12^{B}	8^{CD}
F-test	*	*	*	*	*
% CV	61.61	36.76	41.12	25.57	46.09

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 6 ผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียม ปี 2561 หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 22 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียม เท่ากับ 21 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 14 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 8 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 20 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียม เท่ากับ 18 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 12 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 8 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก-ปานกลาง โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 90 mg kg^{-1} (ปานกลาง) รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียม เท่ากับ 76 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 25 mg kg^{-1} (ต่ำมาก) ตำรับการทดลองที่ 3 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และปี 2563 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก-ปานกลาง โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 78 mg kg^{-1} (ปานกลาง) รองลงมาได้แก่ ตำรับ

การทดลองที่ 1 และ ตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารโพแตสเซียม เท่ากับ 43 และ 42 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ 8 มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 21 mg kg^{-1} (ต่ำมาก) ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 7 และ ทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 6 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ระดับการประเมิน (mg/kg)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	18^{AB}	16^{AB}	36^{AB}	43^{A}	30
T2	22^{A}	20^{A}	32^{AB}	42^{B}	31
T3	19^{AB}	16^{AB}	25^{B}	23^{B}	29
T4	18^{AB}	15^{AB}	51^{AB}	28^{B}	22
T5	18^{AB}	15^{AB}	45^{AB}	30^{B}	29
T6	18^{AB}	16^{AB}	76^{AB}	28^{B}	31
T7	14^{B}	12^{B}	90^{A}	78^{A}	22
T8	21^{A}	18^{A}	58^{AB}	21^{B}	28
F-test	*	*	*	*	ns
% CV	16.74	18.68	70.38	107.66	32.76

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.6 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 7 ผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม ปี 2561 หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 1366 mg kg^{-1} (ปานกลาง) รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม เท่ากับ 1081 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 640 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 1339 mg kg^{-1} (ปานกลาง) รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม เท่ากับ 1047 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 613 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 1567 mg kg^{-1} (ปานกลาง) ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 728 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 6 และ ตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และปี 2563 ก่อนการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 7 และ ตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และหลังการทดลองพบว่า ทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ระดับการประเมิน (mg/kg)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	754^{BC}	728^{BC}	728^{B}	889^{AB}	1188
T2	1366^{A}	1339^{A}	926^{AB}	989^{A}	1167
T3	723^{BC}	714^{BC}	745^{B}	908^{A}	1392
T4	805^{BC}	791^{BC}	849^{B}	852^{AB}	1021
T5	640^{C}	613^{C}	950^{AB}	854^{AB}	1351
T6	1081^{AB}	1047^{AB}	1567^{AB}	873^{AB}	1050
T7	686^{BC}	661^{BC}	810^{B}	907^{A}	1186
T8	840^{BC}	819^{BC}	911^{AB}	635^{B}	966
F-test	*	*	*	*	ns
% CV	26.89	27.81	41.15	17.49	22.47

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 8 ผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียม ปี 2561 หลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ โดยตำรับการทดลองที่ 1 และตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 66 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียมน้อยที่สุด เท่ากับ 50 mg kg^{-1} (ต่ำ) ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 ก่อน และหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ ก่อนการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 2 และ ตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และหลังการทดลองทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

และปี 2563 ก่อน และหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 8 ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ระหว่างปี 2561- 2563

ตำรับการทดลอง	แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ระดับการประเมิน (mg/kg)				
	ปี 2561	ปี 2562		ปี 2563	
	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T1	66^{A}	60^{A}	82	112	102
T2	66^{A}	60^{A}	88	115	97
T3	54^{AB}	49^{AB}	89	87	88
T4	55^{AB}	49^{AB}	81	124	84
T5	63^{AB}	53^{AB}	81	109	70
T6	59^{AB}	53^{AB}	101	95	97
T7	50^{B}	44^{B}	86	104	74
T8	61^{AB}	55^{AB}	101	85	128
F-test	*	*	ns	ns	ns
% CV	14.33	16.06	25.33	25.11	35.68

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

3. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561-2563

3.1 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความสูงของข้าวที่อายุ 30 60 90 และ 120 วันหลังปักดำ

จากตารางที่ 9 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความสูงของข้าว ปี 2561 พบว่าทุกตำรับการทดลองที่อายุ 30 วัน ระยะแตกกอ มีความสูงเฉลี่ย 67.11 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 3 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 70.67 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 63.67 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 3 ตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลองที่ 5 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความสูงที่อายุ 60 วัน ระยะกำเนิดช่อดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 78.86 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 83.93 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 74.65 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลอง เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความสูงที่อายุ 90 วัน ระยะข้าวออกดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 118.52 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 121.35 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 116.02 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลอง เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และความสูงที่อายุ 120 วัน ระยะเก็บเกี่ยว ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 122.85 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 125.28 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 119.58 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลอง เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 พบว่าทุกตำรับการทดลองที่อายุ 30 วัน ระยะแตกกอ มีความสูงเฉลี่ย 66.62 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 3 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 70.20 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 62.47 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

ที่ 95% ความสูงที่อายุ 60 วัน ระยะกำเนิดช่อดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 73.96 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 76.70 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 69.37 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองที่3 ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 6 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความสูงที่อายุ 90 วัน ระยะข้าวออกดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 78.29 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 82.90 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 74.33 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 ตำรับการทดลองที่ 6 และตำรับการทดลองที่ 8 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และความสูงที่อายุ 120 วัน ระยะเก็บเกี่ยว ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 122.70 เซนติเมตร แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปี 2563 พบว่าทุกตำรับการทดลองที่อายุ 30 วัน ระยะแตกกอ มีความสูงเฉลี่ย 57.88 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงที่อายุ 60 วัน ระยะกำเนิดช่อดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 74.16 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 8 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 77.67 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 6 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 67.40 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 8 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความสูงที่อายุ 90 วัน ระยะข้าวออกดอก ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 119.32 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 129.93 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 6 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 112.07 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และความสูงที่อายุ 120 วัน ระยะเก็บเกี่ยว ทุกตำรับการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 124.40 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 133.53 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 1 มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 115.90 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 และตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 30 60 90 และ 120 วัน หลังปักดำ

ตำรับการทดลอง/ปี	การเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุต่างๆหลังปักดำ (เซนติเมตร)			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
ปี 2561				
T1	63.67^{C}	74.65^{F}	116.02^{E}	119.58^{E}
T2	66.60^{ABC}	83.93^{A}	121.35^{A}	125.28^{A}
T3	70.67^{A}	81.78^{B}	118.54^{C}	123.30^{B}
T4	69.17^{AB}	79.02^{C}	119.32^{B}	123.58^{B}
T5	68.33^{AB}	78.60^{C}	119.52^{B}	123.69^{B}
T6	65.40^{BC}	77.02^{D}	118.40^{C}	123.24^{B}
T7	66.47^{ABC}	75.72^{E}	117.50^{D}	121.76^{D}
T8	66.60^{ABC}	79.17^{C}	117.50^{D}	122.37^{C}
ค่าเฉลี่ย	67.11	78.76	118.52	122.85
F-test	*	*	*	*
CV %	3.60	0.61	0.30	0.21
ปี 2562				
T1	62.47^{B}	69.37^{B}	74.33^{D}	119.73^{A}
T2	65.93^{AB}	72.50^{AB}	82.90^{A}	125.07^{A}
T3	70.20^{A}	75.80^{A}	77.07^{CD}	121.93^{A}
T4	69.78^{AB}	73.57^{AB}	80.47^{AB}	123.70^{A}
T5	67.93^{AB}	76.70^{A}	79.30^{BC}	123.33^{A}
T6	65.87^{AB}	75.93^{A}	77.60^{BC}	120.10^{A}
T7	64.08^{AB}	73.53^{AB}	76.40^{CD}	121.43^{A}
T8	66.73^{AB}	74.28^{AB}	78.23^{BC}	126.30^{A}
ค่าเฉลี่ย	66.62	73.96	78.29	122.70
F-test	*	*	*	ns
CV %	6.42	4.49	2.37	3.88
ปี 2563				
T1	58.20^{A}	73.43^{AB}	112.13^{B}	115.90^{B}
T2	60.20^{A}	73.90^{AB}	129.93^{A}	128.17^{AB}
T3	58.40^{A}	74.93^{AB}	112.17^{B}	124.00^{AB}
T4	57.23^{A}	75.93^{AB}	117.73^{AB}	122.67^{AB}
T5	59.77^{A}	76.30^{AB}	124.17^{AB}	125.50^{AB}
T6	54.83^{A}	67.40^{B}	112.07^{B}	120.30^{B}
T7	54.50^{A}	73.70^{AB}	120.30^{AB}	133.53^{A}
T8	59.93^{A}	77.67^{A}	126.07^{AB}	125.13^{AB}
ค่าเฉลี่ย	57.88	74.16	119.32	124.40
F-test	ns	*	*	*
CV %	6.97	7.40	7.94	5.80

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

3.2 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการแตกกอ ที่อายุ 120 วัน หลังปักดำ

จากตารางที่ 10 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการแตกอ พบว่าปี 2561 ทุกตำรับการทดลองมีการแตกกอสูงสุดเฉลี่ย 7.58 ต้นต่อกอ โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีผลต่อการแตกกอสูงที่สุดเท่ากับ 7.75 ต้นต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 1 มีผลต่อการแตกกอน้อยที่สุด เท่ากับ 7.46 ต้นต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 3 และตำรับการทดลองที่ 6 เปรียบเทียบกับ ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลงที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีการแตกกอสูงสุดเฉลี่ย 8.83 ต้นต่อกอ โดยตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลงที่ 5 มีผลต่อการแตกกอสูงที่สุดเท่ากับ 10.67 ต้นต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 3 มีผลต่อการแตกกอน้อยที่สุด เท่ากับ 6.00 ต้นต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 4 และตำรับการทดลงที่ 5 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และปี 2563 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีการแตกกอสูงสุดเฉลี่ย 5.25 ต้นต่อกอ ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการแตกกอ ที่อายุ 120 วัน หลังปักดำ

ตำรับการทดลอง	การเจริญเติบโตด้านการแตกกอสูงสุด (ต้นต่อกอ)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1	7.46^{C}	7.67^{AB}	4.67^{A}
T2	7.75^{A}	9.67^{AB}	5.33^{A}
T3	7.66^{A}	6.00^{B}	5.00^{A}
T4	7.50^{C}	10.67^{A}	5.67^{A}
T5	7.51^{C}	10.67^{A}	5.00^{A}
T6	7.67^{A}	7.00^{AB}	5.00^{A}
T7	7.51^{C}	9.33^{AB}	6.00^{A}
T8	7.55^{BC}	9.67^{AB}	5.33^{A}
ค่าเฉลี่ย	7.58	8.83	5.25
F-test	*	*	ns
CV %	0.86	27.51	16.82

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

3.3 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอ ที่อายุ 120 วัน หลังปักดำ

จากตารางที่ 11 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอ พบว่าปี 2561 ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 7.71 รวงต่อกอ โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุดเท่ากับ 7.97 รวงต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 5 มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอน้อยที่สุด เท่ากับ 7.51 รวงต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 11.84 รวงต่อกอ โดยทุกตำรับการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

และในปี 2563 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย13.58 รวงต่อกอ โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุดเท่ากับ 18.33 รวงต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 1 มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอน้อยที่สุด เท่ากับ

9.00 รวงต่อกอ ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 11 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอ ที่อายุ 120 วัน หลังปักดำ

ตำรับการทดลอง	การเจริญเติบโตด้านปริมาณจำนวนรวง (รวงต่อกอ)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1	7.67^{C}	8.53	9.00^{D}
T2	7.97^{A}	10.80	13.67^{B}
T3	7.76^{B}	9.07	12.00^{C}
T4	7.65^{C}	12.93	13.33^{B}
T5	7.51^{D}	15.00	17.67^{A}
T6	7.75^{B}	8.93	11.00^{C}
T7	7.68^{BC}	16.80	18.33^{A}
T8	7.69^{BC}	12.63	13.67^{B}
ค่าเฉลี่ย	7.71	11.84	13.58
F-test	*	ns	*
CV %	0.0944	1.8296	5.48

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

4.1 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเมล็ดดี ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 12 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีในปี 2561 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ย 87.70 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับ 93.08 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยที่สุด เท่ากับ 81.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบตำรับการทดลองที่ 1 กับตำรับการทดลองอื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ย 91.94 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 7 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับ 93.40 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 8 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยที่สุด เท่ากับ 88.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบตำรับการทดลองที่ 1 กับตำรับการทดลองอื่นๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เปรียบเทียบตำรับการทดลองที่ 8 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%
และปี 2563 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดดีเฉลี่ย 91.60 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 8 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับ 94.18 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีน้อยที่สุด เท่ากับ 87.29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบตำรับการทดลองที่ 1 กับตำรับการทดลองอื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเมล็ดดี ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตำรับการทดลอง	ปริมาณผลผลิตร้อยละของเมล็ดดี (%)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1	81.24^{C}	91.92^{AB}	87.29^{E}
T2	93.08^{A}	89.71^{BC}	91.89^{C}
T3	88.68^{AB}	93.29^{A}	91.83^{C}
T4	87.83^{AB}	93.02^{A}	91.84^{C}
T5	85.25^{BC}	92.96^{A}	90.67^{D}
T6	88.86^{AB}	92.56^{AB}	91.94^{C}
T7	91.12^{AB}	93.40^{A}	94.18^{A}
T8	85.51^{BC}	88.68^{C}	93.14^{B}
ค่าเฉลี่ย	87.70	91.94	91.60
F-test	*	*	*
CV %	3.95	1.92	0.29

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.2 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเมล็ดต่อรวง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 13 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวง ปี 2561 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 223.30 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด เท่ากับ 261.03 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยที่สุด เท่ากับ 184.00 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 2 และตำรับการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับการทดลองที่ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 122.67 เมล็ดต่อรวง ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

และปี 2563 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 148.13 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 7 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด เท่ากับ 182.33 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยที่สุด เท่ากับ 89.00 เมล็ดต่อรวง ตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเมล็ดต่อรวง ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตำรับการทดลอง	ปริมาณผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ดต่อรวง)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1	184.00^{C}	119.67	89.00^{E}
T2	261.03^{A}	105.00	171.67^{B}
T3	260.43^{A}	118.00	137.00^{D}
T4	185.67^{C}	145.33	152.00^{C}
T5	190.30^{C}	109.00	134.00^{D}
T6	244.50^{AB}	108.00	148.00^{C}
T7	244.90^{AB}	141.33	182.33^{A}
T8	215.53^{BC}	135.00	171.00^{B}
ค่าเฉลี่ย	223.30	122.67	148.13
F-test	*	ns	*
CV %	9.68	21.26	3.32

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.3 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเมล็ดต่อรวง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

จากตารางที่ 13 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2561 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 317.38 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 403.20 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 248.53 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 2 และตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ปี 2562 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 747.07 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 621.87 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 611.73 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 5 และตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 และตำรับการทดลองที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และปี 2563 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 648.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 814.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 498.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ 7 เปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตำรับการทดลอง	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563
T1	248.53^{F}	611.73^{B}	489.60^{B}
T2	403.20^{A}	859.20^{A}	603.73^{AB}
T3	263.11^{EF}	682.13^{AB}	744.00^{AB}
T4	351.64^{B}	778.67^{AB}	746.67^{AB}
T5	328.54^{C}	853.33^{A}	607.47^{AB}
T6	287.29^{D}	698.67^{AB}	571.73^{AB}
T7	386.13^{A}	870.93^{A}	814.40^{A}
T8	270.58^{DE}	621.87^{B}	744.00^{AB}
ค่าเฉลี่ย	317.38	747.07	648.60
F-test	*	*	*
CV %	3.78	16.34	24.87

หมายเหตุ : T = ตำรับการทดลองที่...n, * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อคุณสมบัติทางเคมีดิน ในแปลงนาข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (6.0 – 7.3) ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.04-0.26 ds m^{-1} แสดงว่ามีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุมีปริมาณต่ำจนถึงปานกลาง (1.49-1.83 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนทุกตำรับการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับปานกลาง (0.07-0.09 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก (6.75-38.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (60.50-103.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองมีความเป็นกรดเป็นด่างของดินเป็นกลาง (6.15 – 6.50) ค่าการนำไฟฟ้าพบว่าอยู่ในช่วง 1.78-2.88 ds m^{-1} แสดงว่ามีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุมีปริมาณปานกลาง (2.07-2.42 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนพบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับสูง (0.12-0.17 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่าดินในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก (4.32-34.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (32.26-66.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (613-1566 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (44-115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพก็มีแนวโน้มทำให้คุณสมบัติทางเคมีบางประการสูงขึ้นในการทดลองปีที่ 2 และ 3 ทั้งนี้การศึกษาปุ๋ยชีวภาพต่อคุณสมบัติทางเคมีดินก็ยังไม่เห็นความแตกต่างกันชัดเจน ต้องใช้เวลาในการทดลองเป็นเวลานาน เนื่องจากคุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างช้า ต้องใช้เวลาที่ยาวนาน สอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริภา และคะนึงกิจ (2542) จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่โครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนปา เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี พบว่าดินมีการเปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างชัดเจน

2. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561-2563

จากการทดลองพบว่า ที่ระยะแตกกอ และที่ระยะกำเนิดช่อดอก การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบต่างๆ ไม่มีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อความสูงของข้าวที่ระยะดังกล่าว สังเกตได้จากการใส่ปุ๋ยชีวภาพ และการใส่ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ความสูงไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าเทียบกับไม่มีการใส่ปุ๋ย (ควบคุม) พบว่ามีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อความสูงของข้าวในระยะดังกล่าว ที่ระยะออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในปีแรกของการทดลอง การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีผลต่อความสูงมากที่สุด แต่ในการทดลองปีที่ 2 และ 3 กับพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบต่างๆ ส่งผลให้ความสูงไม่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตด้านการแตกกอ พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพ กับการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) มีผลต่อการแตกกอที่แตกต่างกัน แต่ในการทดลองปีที่ 2 และ3 อาจจะมีผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพมีแนวโน้มการแตกกอที่สูงกว่า การไม่ใส่ปุ๋ย และในด้านปริมาณจำนวนรวงต่อกอ พบว่าในปีแรกของการทดลอง การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีผลต่อปริมาณจำนวนรวงมากที่สุด แต่ในการทดลองปีที่ 2 อาจจะไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพมีแนวโน้มทำให้ปริมาณจำนวนรวงสูงกว่า การไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) และในการทดลองปีที่ 3 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 70 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณจำนวนรวงสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้รากข้าวแตกแขนงมาก สามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นซึ่งส่งผลให้ข้าวมีความสูง และจำนวนการแตกกอของข้าวเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Riggs, et al. (2001) ซึ่งได้ทำการใส่ Herbaspirillum seropedicae กับเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกในโรงเรือนทดลอง พบว่าแบคทีเรียที่ใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ผลผลิตเพิ่มขึ้น 49-82% ส่วนไม่ใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 16% ซึ่งเอนโดไฟติกแบคทีเรียอาจเป็นส่วนหนึ่งที่เป็นปัจจัยในการทำให้ปุ๋ยเคมีเป็นประโยชน์มากขึ้น เช่นเดียวกันกับการศึกษาของจักรพล และอรรจนา (2554) ได้ศึกษาเอนโดไฟติกแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการผลิตสารคล้าย IAA มาใช้เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์ ที่ปลูกในท่อซีเมนต์ พบว่าต้นข้าวมีการแตกกอสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในสภาพแปลงนาพ่นแบคทีเรียให้กับต้นกล้าข้าวในวันที่ปักดำนา และ 14 วันหลังดำนา พบ ว่าต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีขึ้น และผลผลิตเพิ่มขึ้น และการศึกษาของ ชนิกานต์ (2544) ที่ทำการศึกษาใส่ Azospirillum sp. CM15 และ Azospirillum sp. CM44 ทำให้ข้าวมีความสูง น้ำหนักแห้งของลำต้นและของรากมากที่สุด และแบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์ ยังสามารถเพิ่มจำนวนกอของข้าวที่ปลูกในดินได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระยะ 45 และ75 วัน หลังย้ายปลูก

3. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างปี 2561- 2563

จากการทดลอง การใส่ปุ๋ยชีวภาพต่อปริมาณผลผลิตร้อยละของเมล็ดดี จะเห็นได้ว่าในปีแรกของการทดลองการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตร้อยละของเมล็ดดี มากที่สุด แต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ และรูปแบบผงเพียงอย่างเดียว และการการใส่ปุ๋ยชีวภาพทั้ง 2 รูปแบบร่วมกับการใส่ปูยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ แต่จะแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) อย่างเห็นได้ชัดเจน และในปี 2562 และ 2563 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์จะส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตร้อยละเมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 93.40 และ 93.14 ตามลำดับ ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวงพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำ และรูปแบบผงเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยชีวภาพทั้งรูปแบบน้ำ และรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวนั้น

มีจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่ต่างกัน แต่จะมีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) และจะเห็นได้อย่างชัดเจนในปี 2563 ที่การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด เท่ากับ 182.33 เมล็ดต่อรวง และประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพที่ส่งผลต่อปรมาณผลผลิตข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น และไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งในปีแรกของการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีจะให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 403.20 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี50 เปอร์เซ็นต์ และปี 2562 ก็พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 870.93 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และปุ๋ยชีวภาพรูปแบบน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี50 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตจะแตกต่างอย่างชัดเจนกับการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) และในปี 2563 พบว่าใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 814.40 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบต่างๆร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบผงร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตจะแตกต่างอย่างชัดเจนกับการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้รากข้าวแตกแขนงมาก สามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นซึ่งส่งผลให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น และถ้ามีการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ก็จะส่งเสริมให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Martin, et al. (2002) ซึ่งได้ทำการใส่ Azospirillum brasilense กับต้นข้าวสาลี พบว่าต้นข้าวสาลีที่ใส่ Azospirillum brasilense ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวสาลีที่ไม่มีการใส่แบคทีเรีย เนื่องจาก Azospirillum brasilense จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารของรากมากขึ้น และการศึกษาของจักรพล และอรรจนา (2554) ได้ศึกษาเอนโดไฟติกแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการผลิตสารคล้าย IAA มาใช้เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์ ในสภาพแปลงนาเมื่อพ่นแบคทีเรียให้กับต้นกล้าข้าวในวันที่ปักดำนา และ 14 วันหลังดำนา พบว่าต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีขึ้นและผลผลิตเพิ่มขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพียงอย่างเดียวก็สามารถส่งเสริมการเจริญเติบ และให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ควรทำการศึกษาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อการผลิตข้าวในระบบอินทรีย์ได้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้สูงขึ้น
2. การใช้ปุ๋ยชีวภาพสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ชื่อผลงาน	จำนวนหน้า/ (เนื้อหา/ ภาคผนวก)	วัน เดือน ปี ที่เผยแพร่	แหล่งเผยแพร่	สัดส่วนในการดำเนินการ (คิดเป็น %)
การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ในดินร่วนปนทราย จังหวัดสุรินทร์	๔๔ หน้า	๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๔	สถานีพัฒนาที่ดินสุรินทร์	๘๐%

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2553. กรมทรัพย์สินทางปัญญา เร่งเสริมจุดอ่อน สร้างจุดแข็งให้ข้าวหอมมะลิไทย ดันสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ข้าวไทยสู่ตลาดยุโรป ย้ำไม่หวั่นข้าวแจสแมนเทียบชั้น. แหล่งที่มา : http://www.thaipr.net/nc/readnews. 15 สิงหาคม 2553

จักรพล มหากลั่น และอรรจนา ด้วงแพง. 2554. ผลของเอนโดไฟติกแบคทีเรียที่สร้างสารคล้ายไอเอเอต่อการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์. ว. วิทย์. กษ. 42(2): 65-68.

ชนิกานต์ คุ้มนก. 2544. แบคทีเรียเอนโดไฟท์ที่ตรึงไนโตรเจนในข้าวพันธุ์ปลูกและข้าวป่าในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

บุณดิษฐ์ วรินทร์รักษ์. 2550. รูปแบบการผลิตพืชสำหรับข้าวหอมมะลิไทยอินทรีย์. ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า

สถาบันวิจัยข้าว. 2546. ขาวดอกมะลิ 105. กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา : http://www.ricethailand.org/tech/KDM105.htm. 10 สิงหาคม 2551.

สถาบันวิจัยข้าว. 2547. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สันต์ อิ่มสมุทร และบุรี บุญสมภพพันธ์. 2542. ชุดดินที่จัดตั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 1998. เอกสารวิชาการฉบับที่ 449. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 154 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.

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.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

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.

Ladha, J.K., G.J.D. Kirk, S. Bennett, P.M. Reddy, and U. Singh. 1998. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved lowland rice germplasm. Field CropsRes. 56: 41-72.

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.Martin, D. E. and B. Reinhold-Hurek. 2002. Distinct roles of PII-like signal transmitter oroteins and amtB in regulation of nif gene expression, nitrogenase activity, and posttranslational modification of NifH in Azoarcus sp. Strain BH72. J. Bacteriol. 184(8): 2251-2259.

Riggs, PJ., MK. Chelius, AL. Iniguez, SM. Karppler, and EW. Triplett. 2001. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. Aust J. plant Physiol. 28: 829-836.

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.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก ก
ตารางข้อมูลพื้นฐาน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ตารางการประเมินระดับความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH 1:1)

pH 1:1	ระดับการประเมิน
< 4.5	กรดรุนแรง
4.5 – 5.5	กรดจัด
5.6 – 6.5	กรดเล็กน้อย
6.6 – 7.3	กลาง
7.4 – 8.4	ด่างเล็กน้อย
> 8.4	ด่างจัด

ที่มา: ดัดแปลงจาก Soil Survey Division Staff , USDA, 2014

ตารางประเมินระดับความเค็มของดิน

ค่า EC (1:5) ตามประเภทของเนื้อดิน (dS/m)		ระดับความเค็ม
ดินที่ไม่ใช่ดินเหนียว	ดินเหนียว	
< 0.15	< 0.30	ไม่เค็ม
0.16 - 0.30	0.31 - 0.60	เค็มน้อยมาก
0.31 - 0.60	0.61 - 1.15	เค็มปานกลาง
0.61 - 1.20	1.16 - 2.30	เค็มจัด
> 1.20	> 2.30	เค็มจัดมาก

ที่มา : Patterson, 2004

ตารางประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)

ช่วงค่าวิเคราะห์ดิน	ระดับการประเมิน
< 0.5	ต่ำมาก
0.5 – 1.0	ต่ำ
1.0 – 1.5	ค่อนข้างต่ำ
1.5 – 2.5	ปานกลาง
2.5 – 3.5	ค่อนข้างสูง
3.5 – 4.5	สูง
> 4.5	สูงมาก

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973.

ระดับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (USDA)

พารามิเตอร์	ระดับการประเมิน (mg/kg)				
	ต่ำมาก	**ต่ำ**	**ปานกลาง**	**สูง**	**สูงมาก**
ฟอสฟอรัส (P)	< 3	3-10	11-15	16-45	> 45
โพแทสเซียม (K)	< 30	30-60	61-90	91-120	> 120
แคลเซียม (Ca)	< 400	400-1000	1001-2000	2001-4000	> 4000
แมกนีเซียม (Mg)	< 36	36-120	121-365	366-975	> 975
กำมะถัน (S)*	< 5	5-10	11-20	21-30	> 30

ที่มา: คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ดิน น้ำ พืช ปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า

*สำหรับค่ามาตรฐานของกำมะถันในดิน ไม่ค่อยจะมีผู้ศึกษามากนัก ส่วนใหญ่จะศึกษาวิจัยกำมะถันในพืชมากกว่า ดังนั้น จึงนำค่ามาตรฐานของห้องปฏิบัติการของ Albion Laboratories, Inc. มาใช้ในการจัดระดับกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

แผนการดำเนินงานทดลอง (ปีที่เริ่มต้น - สิ้นสุด)

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2561	1. เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร จากนั้นรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และเขียนรายงานผลการวิจัย		x	x	x	x	x							10
2561	2. จัดเตรียมอุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวในสภาพแปลงทดลอง และเตรียมหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพ					X	X	x						10
2561	3. ไถเตรียมดินและเตรียมแปลงกล้าข้าวและเพาะกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากนั้นไถดะ ไถแปร และเตรียมแปลงทดลองย่อย								X	X	X			20
2561	4. ดำเนินการปักดำข้าว และใส่ปัจจัยตามตำรับทดลอง										X	X		20
2561	5. ดูแลรักษาข้าวและแปลงทดลอง รวมทั้งเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตข้าว	X									X	X	X	20
2562	6. เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว รวมทั้งเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต			x	x									20
	รวม													100
2562	1. เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร จากนั้นรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และเขียนรายงานผลการวิจัย ปีที่ 2		x	x	x	x	x							10
2562	2. จัดเตรียมอุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวในสภาพแปลงทดลอง และเตรียมหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพ					X	X	x						10
2562	3. ไถเตรียมดินและเตรียมแปลงกล้าข้าวและเพาะกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากนั้นไถดะ ไถแปร และเตรียมแปลงทดลองย่อย								X	X	X			20
2562	4. ดำเนินการปักดำข้าว และใส่ปัจจัยตามตำรับทดลอง										X	X		20
2562	5. ดูแลรักษาข้าวและแปลงทดลอง รวมทั้งเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตข้าว	X									X	X	X	20
2563	6. เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว รวมทั้งเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต			x	x									20
	รวม													100
2563	1. เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร		x	x	x	x	x							10

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
	จากนั้นรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และเขียนรายงานผลการวิจัย ปีที่ 2													
2563	2. จัดเตรียมอุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยชีวภาพสำหรับนาข้าวในสภาพแปลงทดลองและเตรียมหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพ					X	X	x						10
2563	3. ไถเตรียมดินและเตรียมแปลงกล้าข้าวและเพาะกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากนั้นไถดะ ไถแปร และเตรียมแปลงทดลองย่อย								X	X	X			20
2563	4. ดำเนินการปักดำข้าว และใส่ปัจจัยตามตำรับทดลอง										X	X		20
2563	5. ดูแลรักษาข้าวและแปลงทดลอง รวมทั้งเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตข้าว	X									X	X	X	20
2564	6. เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว รวมทั้งเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต			x	x									20
	รวม													100

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก ข
ภาพการทดลอง

ภาพที่ 3 จัดเตรียมพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากเกษตรกรกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน บ้านฮ็อง ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ภาพที่ 4 ชี้แจงและทำความเข้าใจกับเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการเตรียมแปลงทดลอง

ภาพที่ 5 จัดหาปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และโดโลไมท์ พร้อมขนส่งไปพื้นที่ดำเนินงานวิจัย

ภาพที่ 6 ไถเตรียมแปลงงานทดลอง เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งไปวิเคราะห์ ก่อนที่จะทำการทดลองในแปลงของเกษตรกร ในบริเวณพื้นที่ การทดลอง

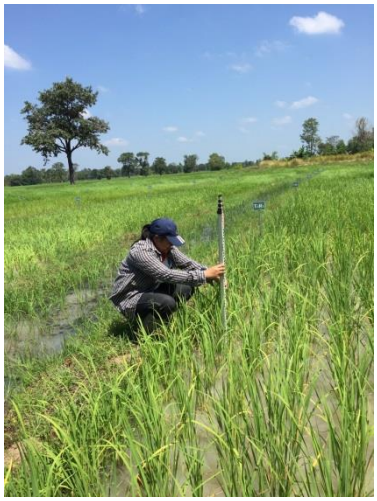
ภาพที่ 7 ไถเตรียมดินแปลงงานทดลองย่อย ขนาดแปลง กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 24 แปลง

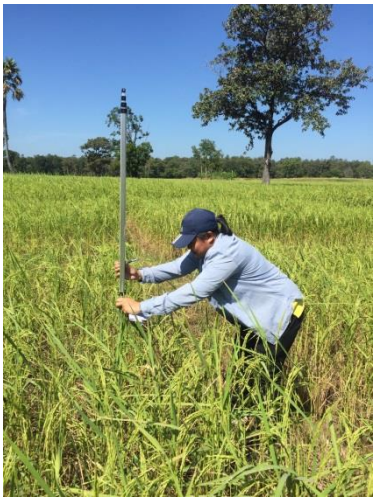
ภาพที่ 8 ปักดำต้นกล้าในแปลงทดลอง กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 24 แปลง

ภาพที่ 9 ละลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ และฉีดพ่นลงภายในแปลงทดลองทันที หลังจากปักดำข้าวเสร็จแล้ว

ภาพที่ 10 ปักป้ายโครงการ และป้ายตำรับการทดลอง ณ บ้านฮ็อง หมู่ที่ 2 ตำบลเพี้ยราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ภาพที่ 11 กำจัดวัชพืช ดูแลระดับน้ำ ปรับซ่อมคันนา





ภาพที่ 12 วัดการเจริญเติบโตของข้าว ช่วงการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ

ภาพที่ 13 การเก็บเกี่ยวข้าว

หมายเหตุ : 1. รายงานนี้ใช้กระดาษ A4 ตั้งค่าหน้ากระดาษ ดังนี้ บน (Top) 0.8 นิ้ว ล่าง (Bottom) 0.8 นิ้ว ซ้าย (Left) 1.25 นิ้ว และ ขวา (Right) 0.8 นิ้ว โดยใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK

2. การพิมพ์หัวข้อของเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา จัดกึ่งกลางหน้า ส่วนหัวข้อย่อยใช้ตัวอักษรขนาด 15 ตัวหนา จัดชิดซ้าย สำหรับเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 15 จัดชิดขอบ

3. รายงานนี้ กอง/สำนัก/สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต รวบรวมส่ง กลุ่มระบบงานวิจัย กองแผนงาน จำนวน 1 เล่ม พร้อมไฟล์ข้อมูล CD จำนวน 1 แผ่น

4. กำหนดการส่ง วจ.3 หลังสิ้นสุดปีงบประมาณ ไม่เกิน 6 เดือน

5. ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ คุณปรเมศร์ ชะดี หรือ คุณประภานิช ธุนันทา กลุ่มระบบงานวิจัย กองแผนงาน โทร./โทรสาร 0 2562 0731

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน