ผลงานวิจัยเรื่องที่ 2

ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมี ตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก โครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ

The effect of using high quality organic fertilizer Bio-compost And the use of chemical fertilizer conversion program for Main economic crops yields In green city project Srisaket Province.

ของ

นายยุทธสงค์ นามสาย
ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 636
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน

เสนอ
ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ
ตำแหน่งเลขที่ 636 สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาคผนวก	จ
บทคัดย่อภาษาไทย	ช
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ซ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	5
ขอบเขตการศึกษา	5
การตรวจเอกสาร	5
1.ทรัพยากรดินและปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดิน	5
2.โครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City Project)	10
3.ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน	12
4.ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12	14
5.การใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน	17
6.ข้าวขาวดอกมะลิ 105	20
7.หอมแดง	22
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	26
คำนำ	26
วัตถุประสงค์	27
ขอบเขตการศึกษา	27
ระยะเวลาและสถานที่	27
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	28
ผลการทดลองและวิจารณ์	33
สรุปผลการทดลอง	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	58
คำนำ	58
วัตถุประสงค์	59
ขอบเขตการศึกษา	59
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	59
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	59
ผลการทดลองและวิจารณ์	63
สรุปผลการทดลอง	79
สรุปผลการทดลองทั้งสองโครงการทดลองย่อย	80
ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	91

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	กลุ่มชุดดินต่าง ๆ ในพื้นที่ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ	9
ตารางที่ 2	กลุ่มชุดดินต่าง ๆ ในพื้นที่ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ	10
ตารางที่ 3	ปริมาณธาตุอาหารของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่ใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	13
ตารางที่ 4	จำนวนวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรต่าง ๆ ปริมาณ100 กิโลกรัม	13
ตารางที่ 5	ปริมาณธาตุหลักที่ได้จากการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด	29
ตารางที่ 6	ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างดิน การใส่ปุ๋ย การปลูกและการเก็บเกี่ยวข้าว	31
ตารางที่ 7	ค่าพีเอชดิน (pH) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	34
ตารางที่ 8	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	37
ตารางที่ 9	ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter : OM) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	38
ตารางที่ 10	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(Available P : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	41
ตารางที่ 11	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	44
ตารางที่ 12	ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2557-2559 (กิโลกรัมต่อไร่)	47
ตารางที่ 13	น้ำหนัก 100 เมล็ดของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 (กรัม) ปี 2557-2559	51
ตารางที่ 14	ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวขาวมะลิ 105 ปี 2557-2559	53
ตารางที่ 15	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฟางข้าวในช่วงเก็บเกี่ยว	54
ตารางที่ 16	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ย 3 ปี (2557-2559)	56
ตารางที่ 17	ค่าพีเอชดิน (pH) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง	64
ตารางที่ 18	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยหอมแดง	67
ตารางที่ 19	ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter : OM) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยหอมแดง	68

สารบัญตาราง(ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 20	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลอง แปลงวิจัยหอมแดง	70
ตารางที่ 21	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง	73
ตารางที่ 22	ผลผลิตหอมแดง (กิโลกรัมต่อไร่)	75
ตารางที่ 23	จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัม	77
ตารางที่ 24	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของหอมแดง	78

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ105	91
ตารางภาคผนวกที่ 2	ต้นทุนและผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของหอมแดง	92
ตารางภาคผนวกที่ 3	ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักชีวภาพ พด. 12	93
ตารางภาคผนวกที่ 4	ค่าวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12	93
ตารางภาคผนวกที่ 5	ระดับการประเมินความเค็มของดิน (EC :dS/m)	93
ตารางภาคผนวกที่ 6	ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	93
ตารางภาคผนวกที่ 7	ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน	94
ตารางภาคผนวกที่ 8	คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	95
ตารางภาคผนวกที่ 9	คำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง (นาปี) ตามค่าวิเคราะห์ดิน	96
ตารางภาคผนวกที่ 10	คำแนะนำการใช้ปุ๋ย N- P- K สำหรับกระเทียม หอมแดง และหอมหัวใหญ่	97
ตารางภาคผนวกที่ 11	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนจังหวัดศรีสะเกษ ปี 2557-2559	97
ตารางภาคผนวกที่ 12	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ของค่า pH โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	98
ตารางภาคผนวกที่ 13	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า OM โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	98
ตารางภาคผนวกที่ 14	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า P โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	99
ตารางภาคผนวกที่ 15	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า K โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105	99
ตารางภาคผนวกที่ 16	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า pH โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง	100

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 17	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า OM โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง	100
ตารางภาคผนวกที่ 18	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า P โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง	101
ตารางภาคผนวกที่ 19	ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า K โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง	101

ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก โครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ

ยุทธสงค์ นามสาย

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก (ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ หอมแดง) ดำเนินการในพื้นที่โครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ ระหว่างเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2559 วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตรกรมพัฒนาที่ดิน และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ105 และ หอมแดง ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน และศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 4 วิธีการ ประกอบด้วย 1)ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร 2)ปุ๋ยเคมีตามค่าโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง 3)ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ผลการศึกษาพบว่า สมบัติทางเคมีของดินหลังการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิด มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง โดยเฉพาะค่า pH และอินทรียวัตถุในดิน ผลผลิตพืชหลักทั้ง 2 ชนิด พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ได้ผลผลิตพืชที่ดีกว่าวิธีของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใช้ โดยข้าวขาวดอกมะลิ105 ได้ผลผลิตระหว่าง 395-488 กิโลกรัมต่อไร่ หอมแดง ได้ผลผลิตระหว่าง 3,004-3,113 กิโลกรัมต่อไร่ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยพิจารณาจากกำไรสุทธิ ซึ่งคำนวณจากรายได้ทั้งหมดและต้นทุนผันแปร พบว่า หอมแดง การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไรสุทธิสูงที่สุด 19,380 บาทต่อไร่ ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ 105 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ได้กำไรสุทธิสูงที่สุด คือ 1,840 บาทต่อไร่ สำหรับวิธีเกษตรกรได้กำไรสุทธิต่ำสุด ในพืชทั้งสองชนิด

คำสำคัญ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง,ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12,ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ หอมแดง

ทะเบียนวิจัย 57 59 02 12 040000 017 102 01 11

The effect of using high quality organic fertilizer Bio-compost and the use of chemical fertilizer conversion program for Main economic crops yields In green city project Srisaket Province.

Yuthasong Namsai

Land Development Regional office 4 Land Development Department

.....

Abstract

Study of the use of high quality organic fertilizers Bio Fertilizer No. 12 and the use of chemical fertilizers conversion program and according to soil analysis for Main economic crops yields (Khao Dawk Mali 105 rice and Shallot) Operated in the area of green agricultural town project, Sisaket province, during October 2014 to December 2016 Objective: To study the effect of organic fertilizer formula, Land Development Department And chemical fertilizer according to soil analysis Affecting the growth and yield of Khao Dawk Mali 105 rice and Shallot Study of changes in soil chemical properties And studying economic returns 4 randomized complete block design (RCBD), 4 replications, 4 methods Consisting of 1) chemical fertilizer according to the farmers method 2) Chemical fertilizer conversion program 3) High quality organic fertilizer at the rate of 100 kg / rai and 4) Bio Fertilizer, PD. 12, 200 kg rate, Rai+chemical fertilizer, rate 1/2 conversion program The study indicated that Soil chemical properties after using both types of organic fertilizers There is a tendency to increase soil properties from before experiment, especially pH and organic matter in soil. The results showed that the use of high quality organic fertilizers Bio Fertilizer No. 12 and use chemical fertilizer conversion program and according to soil analysis. Have better crop yields with statistically significant differences in not using Shallot yield between 3,004-3,113 kilograms per rai of chilli, yielding dried chillies between 390-413 kg per rai. Khao Dawk Mali 105 Yield between 395-488 kg per rai. Economic returns By considering net profit Which calculated from all income and variable costs, found that shallots the use of high-quality organic fertilizer at a rate of 100 kg per rai The highest net profit 19,380 baht per rai Fragrant Khao Dawk Mali 105, chemical fertilizer application according to soil analysis The highest net profit is 1,840 baht per rai. For farmers, the net profit is the lowest. In all two plants.

Keywords **:** High quality organic fertilizer, Bio-compost Bio Fertilizer No. 12, Khao Dawk Mali 105 and Shallot

คำนำ

ประเทศไทยนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด 134,377 ตัน คิดเป็นเนื้อสารสำคัญ 70,156 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19,357 ล้านบาท และในรอบ 6 เดือนแรกของปี 2556 มีปริมาณนำเข้าสารเคมี 96,793 ตัน คิดเป็นเนื้อสารสำคัญ 49,139 ตัน คิดเป็นมูลค่า 13,229 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ; 2559) มีการคาดการณ์ว่า สารเคมีเหล่านี้กว่า 50 เปอร์เซ็นต์ถูกใช้ในนาข้าวภายในประเทศ ผ่านช่องทางการจำหน่ายร้านวัสดุทางการเกษตรที่กระจายอยู่ทุกอำเภอ การนำเข้าสารพิษทางการเกษตร ผลตรวจเลือดของเกษตรกร ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เสียหาย จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่กระทรวงเกษตรฯ ให้ความสำคัญอย่างมากต่อแนวทางที่จะทำพื้นที่เกษตรสีเขียวเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นระยะแรกต้องทำให้ทุกหน่วยงานมีทิศทางที่ชัดเจนและรูปแบบของการประเมินต้องสามารถทำให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อให้การกำหนด พื้นที่เกษตรสีเขียวมีความชัดเจน การนำเข้าสารพิษที่เพิ่มขึ้นเท่ากับตอกย้ำการลดลงของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ รัฐบาลฯ ได้มีเป้าหมายส่งเสริมเกษตรอินทรีย์และเกษตรยั่งยืนตามแนวทางสร้างความมั่นคงทางอาหารให้ครอบครัว ชุมชนท้องถิ่น จนถึงระดับชาติ ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งมีหลักว่าต้องสอดคล้องกับสภาพสังคมแต่ละพื้นที่ ภาครัฐได้แต่งตั้งคณะกรรมการเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ เพื่อกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อน โดยมีผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ คือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงศึกษาธิการ สำนักนายกรัฐมนตรี ภาคเอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้แทนเกษตรกร จนจัดทำเป็นยุทธศาสตร์เกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ. 2556-2559 (อภิชาต ; 2557) โดยมุ่งหวังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการผลิตภาคการเกษตร ด้วยแนวทาง ที่สำคัญดังนี้

1. ส่งเสริมการผลิตที่ปลอดภัย ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ปัจจุบันสถานการณ์การผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ยังคงพึ่งพาสารเคมีทางการเกษตร ทั้งในรูปของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเร่งการเจริญเติบโต รวมถึงปุ๋ยเคมี ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรมีการผลิตพืชที่ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ ลดสารเคมีปนเปื้อนในผลผลิต ภาครัฐจึงได้นำการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) มาใช้ในประเทศ โดย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการตรวจรับรองระบบ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชดังกล่าว การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) หมายถึง แนวทางในการทำการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ได้ผลผลิตสูงคุ้มค่าการลงทุนและกระบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตรและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการนี้ได้รับการกำหนดโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการผลิตพืชในระดับฟาร์มของประเทศ รวมทั้งได้จัดทำคู่มือการเพาะปลูกพืชตามหลัก GAP สำหรับพืชที่สำคัญของไทยจำนวน 27 ชนิด ซึ่ง หอมแดง เป็นหนึ่งในพืชผักที่มีคู่มือการเพาะปลูกพืชตามหลัก GAPของกรมวิชาการเกษตรด้วย

2.จัดทำโครงการนำร่องเพื่อเป็นต้นแบบการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักที่มีคุณภาพ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้มีโครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) โดยให้เป็นโครงการสำคัญ(Flagship Project) ของกระทรวง โดยมีวิสัยทัศน์ “เมืองเกษตรสีเขียวเป็นรากฐานการผลิตสินค้าเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) รวมทั้งขบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีคุณภาพชีวิตที่ดี ประชาชนมีความมั่นคงด้านอาหาร เป็นรากฐานสร้างรายได้ให้แผ่นดิน” โดยมีเป้าหมายดำเนินการใน 6 จังหวัด ที่มีความโดดเด่นในการผลิตสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ หนองคาย ศรีสะเกษ จันทบุรี ราชบุรี และพัทลุง โดยมีหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จำนวน 11 หน่วยงาน บูรณาการการทำงานลงในพื้นที่ ได้แก่ กรมการข้าว กรมประมง กรมปศุสัตว์ กรมพัฒนาที่ดิน กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมหม่อนไหม สำนักเศรษฐกิจการเกษตร และองค์การตลาดเพื่อการเกษตร(อตก.) โดยมีเป้าหมายและตัวชี้วัดคือ 1) เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่มีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ในสินค้าเกษตร 2)มลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมลดลงและ 3)ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดสีเขียว(Green GDP) ภาคการเกษตรเพิ่มขึ้น (อภิชาต ; 2557)

จังหวัดศรีสะเกษ เป็นหนึ่งใน 6 จังหวัดนำร่องในโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร มีเนื้อที่ทั้งหมด 5,524,985 ไร่ มีเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 4,068,247 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 73.64 ของพื้นที่จังหวัด สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้หลากหลายชนิด ทั้งพืชไร่ พืชผัก และไม้ผล แต่ที่ถือว่าเป็นพืชที่มีความผูกพัน สอดคล้องกับวิถีชีวิต และวัฒนธรรม และภูมิปัญญาของเกษตรกรในท้องถิ่น ได้แก่ ข้าว หอมแดง กระเทียม พริก ตลอดจนไม้ผล เช่น ทุเรียนและเงาะ (สำนักงานจังหวัดศรีสะเกษ ;2560) ปัจจุบันการผลิตพืชเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ มีการแข่งขันกันอย่างกว้างขวางมากขึ้น ทำให้ต้องเร่งการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น เกษตรกรต้องเพิ่มต้นทุนในการเพิ่มธาตุอาหารพืชแก่ดิน โดยส่วนมากแล้วไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุ และขาดการปรับปรุงบำรุงดินด้วยวิธีที่เหมาะสม มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในปริมาณมาก เพื่อเพิ่มผลผลิต จึงส่งผลให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปอย่างรวดเร็ว ดินแห้งแข็ง ไม่ร่วนซุย ประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารลดลง ส่งผลให้ได้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน เป้าหมายดำเนินการของโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ ครอบคลุม 15 อำเภอ 29 ตำบล เกษตรกร 1,000 ราย (กรมส่งเสริมการเกษตร ; 2557) ตามชนิดของพืชเศรษฐกิจหลักของพื้นที่ ซึ่งข้าว และหอมแดง ถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในลำดับต้น ๆ ของจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งสถานการณ์การผลิตพืชทั้งสองชนิดในปัจจุบัน มีดังนี้

1.) ข้าว ข้าวถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัด ซึ่งจากข้อมูล Zoning ข้าวนาปีของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลในปีเพาะปลูก 2560/2561 จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่ทำนารวม 3,366,266 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 82.74 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งจังหวัด (4,068,247 ไร่) ในพื้นที่จำนวนนี้เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูง (S1) 397,443 ไร่ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) 1,443,051 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) 2,089,939 ไร่ พื้นที่ไม่มีความเหมาะสม (N) 989,255 ไร่ และพบว่ามีการ

ปลูกข้าวในพื้นที่เหมาะสมเล็กน้อย (S3) 1,689,815 ไร่ และพื้นที่ไม่มีความเหมาะสม (N) 221,366 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการใช้พื้นที่ดอนมาทำนา กลุ่มชุดดินดอนที่เกษตรกรปรับสภาพพื้นที่เพื่อใช้ในการทำนา ที่สำคัญได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 40 ซึ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่มีพื้นที่มากที่สุด 1,541,162 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2559)

2.) หอมแดง สถานการณ์การปลูกหอมแดงในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ เกษตรกรจะปลูกทั้งในพื้นที่นา และพื้นที่ดอน การปลูกในที่นาส่วนใหญ่จะเป็นนาดอนโดยการปรับพื้นที่นาให้มีระดับสูง น้ำไม่ท่วมขังหรือเรียกว่า โพนหอม ส่วนการปลูกในบริเวณที่ดอน มีการปรับพื้นที่ให้มีระดับสูงกว่าพื้นที่ดินเดิมเช่นกันแต่ไม่มากนัก เป็นเพียงการปรับให้มีความสม่ำเสมอไม่ให้น้ำแช่ขัง แต่ไม่ว่าจะปลูกในพื้นที่นาหรือพื้นที่ดอน จะมีการนำดินจอมปลวกมาคลุกเคล้ากับดินปลูกทุก 2 - 3 ปี เกษตรกรนิยมปลูกเป็นแปลงใหญ่ 1 - 2 ไร่ ใน 2 ช่วง ช่วงที่ 1 ปลูกในเดือนเมษายน-พฤษภาคม (หอมต่าวหรือหอมน้ำสอง) อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 40 วัน ได้หอมแดงที่มีขนาดหัวเล็กและจำนวนหัวต่อกอจะมาก เป็นการปลูกเพื่อเก็บไว้ทำพันธุ์ และช่วงที่ 2 ปลูกในเดือนตุลาคม-มกราคม (หอมปี) ได้หอมแดงที่มีขนาดหัวใหญ่กว่า จำนวนหัวต่อกอจะน้อย เป็นการปลูกหอมเพื่อจำหน่ายสู่ผู้บริโภค พันธุ์หอมแดงที่นิยมปลูกคือพันธุ์ศรีสะเกษหรือบางช้าง และพันธุ์ลับแล (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดศรีสะเกษ ; 2560) การปลูกหอมแดงจะมีการปลูกซ้ำที่เดิมติดต่อกันประมาณ 4 -10 ปี โดยไม่มีการวิเคราะห์สมบัติดิน ใส่ปูนขาวพร้อมปลูกอัตรา 100 - 200 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทีมีจำหน่ายในท้องถิ่น อัตรา 50 -100 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูกหอมแดง ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 12 - 7 หรือ 13 -13 - 21 อัตรา 50 - 100 กิโลกรัมต่อไร่และ สูตร 0 -10 -30 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูก 15 วันและ 30 วัน เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยเคมีมากโดยไม่คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ทำให้ธาตุอาหารตกค้างสะสมอยู่ในดิน ขาดความสมดุลและดินมีสภาพเป็นกรด พบการระบาดของโรคหอมเลื้อย หนอนกระทู้หอม เพลี้ยไฟ ใช้สารเคมีป้องกันกำจัด (นวลจันทร์ : 2557) ผลผลิตเฉลี่ย 2,500 - 3,000 กิโลกรัมต่อไร่

3. มอบหมายภารกิจให้กับหน่วยงานต่าง ๆ อย่างชัดเจน ภายใต้บทบาทหน้าที่ของแต่ละหน่วยงาน สำหรับบทบาทของกรมพัฒนาที่ดินในการสนับสนุนโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ได้แก่การให้บริการปัจจัยเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดินชนิดต่าง ๆ บูรณาการลงในกระบวนการผลิตพืชหลัก เช่น การสนับสนุนปูนโดโลไมท์สำหรับการปรับปรุงพีเอชดิน ส่งเสริมการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการจัดการอินทรียวัตถุในไร่นาที่เหมาะสม เช่น ไถกลบตอซังข้าว แทนการเผา การใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ ตลอดจนการใช้น้ำหมักชีวภาพ พด. 2 เพื่อเสริมการเจริญเติบโตของพืชและการป้องกันแมลงศัตรูพืชด้วยสารชีวภาพสมุนไพรสูตรพด. 7 โดยมีตัวชี้วัด (Out put) คือ การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน และผลผลิตพืชที่ดีมีคุณภาพในรูปแบบลดการพึ่งพาสารเคมี

4. การจัดทำโครงการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชหลักที่ชัดเจนสำหรับไปสนับสนุนและส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีของกรมพัฒนาที่ดินต่อเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สนองตอบตัวชี้วัดของกรมพัฒนาที่ดิน และของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ตลอดจนเกิด

การศึกษาต่อยอดงานพัฒนาให้ได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่หลากหลาย เฉพาะเจาะจงสอดคล้องกับสภาพปัญหาในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 จึงทำโครงการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรียคุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินกับพืชหลักในพื้นที่ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ105 และหอมแดง จำนวน 2 โครงการย่อย คือ

4.1 โครงการทดลองย่อยที่ 1 ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเพื่อปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105

4.2 โครงการทดลองย่อยที่ 2 ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการผลิตหอมแดง

ทั้งสองโครงการทดลอง เป็นโครงการทดลองภายใต้นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2555-2559) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ; 2554) ในยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การอนุรักษ์เสริมสร้างและพัฒนาทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ยุทธศาสตร์การวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนและสังคม รวมทั้งการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์น้ำและที่เกี่ยวกับภัยธรรมชาติจัดอยู่ในกลยุทธ์การวิจัยที่ 2 สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการฟื้นฟูบำรุงดินรวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้แผนงานวิจัย การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นโครงการทดลองที่ดำเนินการภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียว จังหวัดศรีสะเกษ ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2559 เป็นการศึกษาถึงผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงหรือตามผลวิเคราะห์ดิน ซึ่งทั้งหมดถือเป็นเทคโนโลยีของกรมพัฒนาที่ดิน ที่ช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยการลดต้นทุนการผลิต และพัฒนาคุณภาพของผลผลิตให้กับพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่ ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ หอมแดง โดยคำนึงถึงความปลอดภัยจากสารเคมีของผู้บริโภค การวิจัยโครงการนี้จึงถือเป็นการต่อยอดงานวิจัย เพื่อช่วยเกษตรกรให้เกิดองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้วัสดุปรับปรุงดินที่ถูกต้องชัดเจนเพิ่มมากขึ้น ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสื่อมโทรมของดิน สร้างความสมดุลของธาตุอาหารในดินและช่วยลดต้นทุนการผลิต สำหรับนำไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรในพื้นที่ได้ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมต่อไป ซึ่งเป็นการจัดการดินตามภาระหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดิน และเมื่อบูรณาการร่วมกับการจัดการด้านอื่นๆ ในอนาคตจะเป็นการเพิ่มมูลค่าและนำไปสู่การรับรองสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่โครงการเมืองเกษตรสีเขียว ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ105 และ หอมแดง ภายหลังการปรับปรุงดินด้วยยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน

3. วิเคราะห์หาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ขอบเขตการศึกษา

ครอบคลุมเฉพาะการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ หอมแดง ในพื้นที่ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ และ ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ

การตรวจเอกสาร

1. ทรัพยากรดินและปัญหาการใช้ประโยชน์ในพื้นที่

ทรัพยากรดินส่วนใหญ่ของจังหวัดศรีสะเกษ เป็นดินร่วนปนทราย และดินทรายปนดินร่วน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือทรัพยากรดินในพื้นที่ดอน มีพื้นที่ 1,471,629 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 26.63 ของพื้นที่จังหวัด และดินในพื้นที่ลุ่ม มีพื้นที่ 1,551,686 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 28.09 ของพื้นที่จังหวัด ปัญหาดินที่พบในพื้นที่ที่สำคัญคือปัญหาดินทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินกรด ดินตื้น และบางส่วนเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินเค็ม ดินทรายที่พบในพื้นที่ศรีสะเกษ แยกเป็นดินทรายในพื้นที่ดอนที่ไม่มีชั้นดานอินทรีย์ กลุ่มชุดดินหลักคือกลุ่มชุดดินที่ 40 พื้นที่รวม 1,224,555 ไร่ และดินทรายในพื้นที่ลุ่ม กลุ่มชุดดินหลักคือกลุ่มชุดดินที่ 18 และ 22 พื้นที่รวม 1,551,686 ไร่ (กองสำรวจดิน ; 2540) ดินเค็มที่พบในพื้นที่ศรีสะเกษมีพื้นที่ 30,622 ไร่ ส่วนใหญ่พบในอำเภอศิลาลาด และ ราษีไศล ส่วนปัญหาดินกรดมีพื้นที่มากถึง 3,965,292 ไร่ พบกระจายอยู่ทั่วไปทั้งจังหวัด (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560)

1.1 วัตถุกำเนิดและลักษณะดินในพื้นที่

จากรายงานของ สำนักงานจังหวัดศรีสะเกษ (2560) ซึ่งอ้างถึงผลการสำรวจโดยกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2540) ทรัพยากรดินในจังหวัดศรีสะเกษ แบ่งประเภทวัตถุกำเนิดและลักษณะดิน ได้ 3 ประเภท คือ

1.) ดินเกิดจากการที่พัฒนาและทับถมโดยน้ำที่ใหม่และค่อนข้างใหม่ บริเวณนี้ ได้แก่ที่ราบลุ่มแม่น้ำท่วมถึง ริมแม่น้ำ และลำห้วยต่าง ๆ ประกอบด้วยดินหลายชนิดอยู่ปะปนกัน ลักษณะดินเป็น

ลักษณะไม่แน่นอน มีตั้งแต่ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนซิลท์ถึงดินเหนียวปนกรวด การระบายน้ำดีถึงเลว ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ปลูกพืชให้ผลผลิตค่อนข้างมาก ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชผัก พืชไร่ เช่น ยาสูบ ข้าวโพด หรือไม้ผล แต่มักมีปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ ดินที่พบในบริเวณนี้ที่สำคัญ ได้แก่ ชุดดินเชียงใหม่ เป็นต้น มีเนื้อที่ประมาณร้อยละ 3.35 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด

2.) ดินเกิดจากตะกอนที่ถูกพัดมาทับถมโดยลำน้ำมานานแล้ว ได้แก่ บริเวณที่ราบต่ำ และเป็นลูกคลื่นลอนตื้นถึงลอนชัน (ลาดตะพัดลำน้ำชั้นสูง) พบทั้งดินที่นา และดินในที่ดอน สำหรับดินนาจะอยู่ในระดับลานตะพัดลำน้ำชั้นต่ำถึงบางส่วนของลานตะพัดลำน้ำชั้นกลาง มีลักษณะเนื้อดินตั้งแต่ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ส่วนใหญเป็นดินลึกระบายน้ำค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ บางแหล่งมีลูกรังปน เช่น ชุดดินเพ็ญ บางแห่งมีชั้นแข็งของลูกรังอยู่ในดินบน ในช่วงความลึก 20 - 80 เซ็นติเมตร เช่น ชุดดินอ้ม บางแห่งมีการอัดติดแน่น และมีปริมาณเกลือค่อนข้างสูงเช่น ชุดดินกุลาร้องไห้ ทำให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ในที่ราบส่วนมากพบชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดินอุบล สำหรับในพื้นที่ดอนส่วนใหญ่ พบเป็นดินลึก เนื้อดินปนทราย ดินร่วนปนทราย การระบายน้ำดี การอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ บางแห่งเป็นดินตื้นมีกรวดตลอดหน้าดิน เช่น ชุดดินโซ่พิสัย การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด เป็นต้น ชุดดินที่พบได้แก่ ชุดดินโคราช ชุดดินน้ำพอง ชุดดินยโสธร ชุดดินวาริน เป็นต้น มีเนื้อที่ประมาณร้อยละ 80.2 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด

3.) ดินเกิดจากการสลายตัวของหินอยู่กับที่ และเกิดตามที่ราบเชิงเขา วัตถุกำเนิดเป็นพวกหินบาซอลท์ หินแอนดีไซด์ พบบริเวณที่ราบเชิงเขา กระจายอยู่ด้านตะวันออก และด้านใต้ของจังหวัดตามแนวเขาพนมดงรัก ลักษณะดินส่วนมากมักมีหินและกรวดปน บางแห่งเป็นดินลึกปานกลางถึงลึกมาก มีความลาดเทของพื้นที่ ตั้งแต่ 1 - 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเชิงเขาเนื้อดินมีตั้งแต่ร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายมีกรวดปน ถึงดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ในพื้นที่นาชุดดินที่พบ เช่น ชุดดินบุรีรัมย์ ส่วนในบริเวณที่ราบเชิงเขา พบว่าเป็นดินตื้น เนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนเหนียวปนกรวด การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ชุดดินที่สำคัญ เช่น ชุดดินสุรินทร์ ชุดดินโชคชัย ชุดดินลาดหญ้า - ท่ายาง เป็นต้น ดินบริเวณนี้ส่วนมาก (ยกเว้นดินชุดโชคชัย) เป็นดินตื้นมีกรวดปนถึงค่อนข้างมีกรวดปน

1.2 ดินที่เป็นปัญหาสำหรับการเกษตร

จากประเภทวัตถุกำเนิดและลักษณะดินทั้ง 3 ประเภท ดังกล่าวสามารถแยกปัญหาดิน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในทางการเกษตร โดยพิจารณาจากลักษณะและสมบัติของดินที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ดินปัญหาจึงเป็นดินที่มีลักษณะและสมบัติทั้งกายภาพและเคมีไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชที่ปลูก โดยสรุปแล้ว ดินที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการพัฒนาการเกษตรของจังหวัดศรีสะเกษ ที่สำคัญประกอบด้วย

1) ดินทราย (Sandy soils) หมายถึง ดินเนื้อดินเป็นทรายจัด เกิดจากการสลายตัวของหินทรายซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นดินมีเนื้อหยาบมาก มีเนื้อดินละเอียดน้อยและช่องว่างในดินขนาดใหญ่ มีเนื้อดินบนเป็นดินทรายหรือดินทรายปนร่วน เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 100 เซนติเมตร จากผิวดิน รวมถึงพื้นที่ที่มีชั้นทรายหนามากกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดินที่รองรับด้วยชั้นดาน ดินเหนียว ดินร่วน หรือพบชั้นดานอินทรีย์ภายในความลึก 100 เซนติเมตร ดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายจัด เกิดจากการสลายตัวของหินทรายซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ต่ำ เกิดการสูญเสียน้ำและธาตุอาหารออกไปจากดินได้ง่าย การยึดเกาะของเม็ดดินมีน้อย ทำให้เกิดการชะล้างพังทลาย สูญเสียหน้าดินและเกิดเป็นร่องกว้างลึก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและขาดแคลนน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558) จังหวัดศรีสะเกษพบพื้นที่ดินทรายประมาณ 635,120 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560) ปัญหาสำคัญของดินทราย ได้แก่ ดินโครงสร้างไม่ดี ดินแน่นทึบได้ง่าย ไม่อุ้มน้ำ ดินจึงมักขาดแคลนน้ำได้ง่าย ดินมีธาตุอาหารน้อย เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยจะสูญเสียไปมาก

2) ดินตื้น (Shallow soil)หมายถึงดินที่พบชั้นลูกรัง ชั้นกรวด และเศษหินหรือหินพื้นในระดับตื้นกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ปัญหาของดินตื้นคือ เป็นอุปสรรคต่อการชอนไชของรากพืช การไถพรวนดิน มีผลต่อการดูดซับน้ำและแร่ธาตุอาหารพืช ดินแห้งเร็วเมื่อเกิดฝนทิ้งช่วง พืชที่ปลูกมักไม่ค่อยเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่ำ แนวทางการจัดการ เน้นการใช้พื้นที่อย่างเหมาะสม คัดเลือกชนิดพืชที่รากตื้น หากเป็นไม้ผลไม้ยืนต้น ต้องมีการจัดการดินเฉพาะหลุมที่ค่อนข้างดี ด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558) ในจังหวัดศรีสะเกษพบดินตื้นประมาณ 431,332 ไร่ กลุ่มชุดดินที่เป็นดินตื้น พื้นที่ดอน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 49 เช่น ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินสกล และพื้นที่นา ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 25 เช่น ชุดดินเพ็ญ ชุดดินอ้น ซึ่งเป็นดินนา (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560) พบกระจายตัวอยู่ด้านตะวันออก และบริเวณที่ราบเชิงเขาด้านใต้ของจังหวัด

3) ดินกรด (Acid soil) หมายถึงดินที่มีค่าพีเอชดิน หรือค่า pH ต่ำกว่า 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินกรดก่อให้เกิดผลกระทบต่อการปลูกพืชโดยตรง ระดับธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความเป็นกรดในดิน ดินที่เป็นกรดธาตุอาหารบางชนิดจะไม่อยู่ในรูปที่เป็น ประโยชน์ต่อพืชได้ หรือบางชนิดจะละลายออกมามากในดินจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืชได้ การใช้ปูนเป็นวิธีการที่นิยมและปฏิบัติได้ง่ายในการปรับระดับ pH ของดินที่เป็นกรด วัสดุปูนที่ใช้สำหรับปรับปรุงดินกรด เพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น ได้แก่ ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนตของแคลเซียม และแมกนีเซียม (เจริญ และคณะ ; 2540) แนวทางการจัดการดินกรด ได้แก่ การใส่วัสดุปูนเพื่อปรับระดับพีเอชดิน และแก้ไขความเป็นพิษในดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเลือกชนิดพืชที่มีความทนทานต่อความเป็นกรด และการป้องกันการสูญเสียหน้าดิน ด้วยการปลูกพืชตามแนวระดับ และการปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น จังหวัดศรีสะเกษพบดินกรดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3,965,292 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560)

3) ดินเค็ม (Saline soils) หมายถึง ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไป มีกระทบต่อการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งอาจรุนแรงถึงทำให้พืชตายได้ เนื่องจากเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช พืชเกิดอาการขาดน้ำ และมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไป (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558) และ สมศรี (2539) ให้ข้อมูลว่า ความเค็มของดินจะวัดจากค่าการนำไฟฟ้า(electrical conductivity หรือ EC) ของสารละลายที่สกัดออกมาจากดินบริเวณรากพืชหยั่งถึง กล่าวคือ ดินเค็มจะมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 4 เดซิซิเมนต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งพืชที่ไวต่อความรู้สึกหรือมีความอ่อนไหวต่อความเค็ม เพียงครึ่งหนึ่งของความเค็มนี้ก็จะได้รับผลกระทบ แต่สำหรับพืชที่ทนต่อความเค็มสูงจะทนต่อความเค็มนี้ได้สองเท่า (Soil Science Society of America (SSSA) ; 2008) และมีค่า SAR (Sodium adsorption ratio) ต่ำกว่า 15 และมีค่า pH ของดินต่ำกว่า 8.5 (สมศรี ; 2539) ปัญหาสำคัญของดินเค็ม คือ บริเวณที่เป็นดินเค็มจัด และปรากฏมีคราบเกลือบนผิวดิน (บางแห่งเป็นแหล่งทำเกลือสินเธาว์) จะปลูกพืชหรือใช้ประโยชน์ทางการเกษตรไม่ได้ ส่วนบริเวณพื้นที่เค็มปานกลางหรือเค็มน้อย พืชที่ปลูกมีเจริญเติบโตไม่ดี อาจตายเป็นหย่อม ๆ และให้ผลผลิตต่ำ ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดินดินค่อนข้างเป็นทราย ดินเค็มมีคราบเกลือลอยตามผิวหน้าดิน ฤดูฝนขังน้ำนาน 3 - 4 เดือน ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บางพื้นที่สามารถใช้ประโยชน์ในการทำนาได้ ถ้ามีน้ำเพียงพอ ในบางช่วงที่มีน้ำไม่พอหรือฝนไม่ตกดินจะแห้ง ข้าวที่ปลูกมักจะตายเนื่องจากความเค็มของดิน ในฤดูแล้งไม่สามารถปลูกพืชไร่และพืชผักได้ จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่ดินเค็มประมาณ 30,622 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560) แนวทางการจัดการ คือ พื้นที่ดินเค็มจัดต้องปรับปรุงโดยวิธีวิศวกรรม เช่น การขุดคูระบายน้ำเค็มออกจากพื้นที่ และควบคุมระดับน้ำใต้ดินให้อยู่ต่ำกว่าระดับรากพืช แต่เป็นวิธีที่ลงทุนมาก จึงควรปลูกไม้และหญ้าทนเค็ม เพื่อรักษาสภาพนิเวศและป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็ม สำหรับพื้นที่ดินเค็มปานกลาง-น้อย สามารถปลูกข้าวหรือพืชอื่น ๆ ได้ การจัดการสามารถทำได้ตั้งแต่การควบคุมน้ำ ให้มีอย่างเพียงพอ การเลือกชนิดพืช และพันธุ์พืชที่มีความต้านทานดินเค็ม และต้องมีการจัดการดินด้วยวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ เช่น แกลบ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยพืชสด กลุ่มชุดดินที่เป็นดินเค็มได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 20 ชุดดินที่สำคัญ คือ ชุดดินอุดร ชุดดินกุลาร้องไห้ ชุดดินหนองแก ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ ชุดร้อยเอ็ด ประเภทที่มีคราบเกลือ และดินคล้ายอื่น ๆ (สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน ; 2557) จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่ดินเค็มประมาณ 30,622 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2560) พบกระจายตัวอยู่ด้านทิศเหนือของจังหวัด ในพื้นที่อำเภอศิลาลาด และอำเภอราษีไศล

4) ดินความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Low fertility soil) หมายถึง เป็นดินที่มีธาตุอาหารพืชเกือบทุกชนิดอยู่ในปริมาณต่ำ ทำให้พืชที่ปลูกมีการเจริญเติบโตไม่ดี และให้ผลผลิตต่ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากถึง 635,120 ไร่ อย่างไรก็ตามพบว่าดินปัญหาชนิดต่าง ๆ เช่น ดินทราย ดินเค็ม ดินตื้น และดินกรด ถือเป็นดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำด้วย แนวทางการจัดการ คือต้องปรับปรุงบำรุงดินเพื่อยกระดับความอุดมสมบูรณ์ให้สูงขึ้น ด้วยการใช้ปุ๋ย

อินทรีย์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี และสารปรับปรุงดิน (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558) จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่ดินส่วนใหญ่มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

1.3 กลุ่มชุดดินหลักในพื้นที่

จากการสำรวจทรัพยากรดิน โดยส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2548ข) พบว่าทรัพยากรดินในจังหวัดศรีสะเกษ ประกอบด้วย 24 กลุ่มชุดดิน กลุ่มชุดดินที่พบมากเรียงลำดับจาก 1-5 ประกอบด้วย 1.)กลุ่มชุดดินที่ 40 มีพื้นที่รวมประมาณ 1,541,162 ไร่ 2.) กลุ่มชุดดินที่ 22 มีพื้นที่รวมประมาณ 471,550 ไร่ 3.) กลุ่มชุดดินที่ 62 มีพื้นที่รวมประมาณ 419,968 ไร่ 4.) กลุ่มชุดดินที่ 19 มีพื้นที่ 405,754 ไร่ และ 5.)กลุ่มชุดดินที่ 18 พื้นที่รวมประมาณ 400,788 ไร่ สำหรับพื้นที่ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการใน 2 พื้นที่ ได้แก่ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย และ ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งแต่ละพื้นที่มีสภาพทรัพยากรดิน ดังนี้

1.) อำเภอยางชุมน้อย มีเนื้อที่รวมประมาณ 131,250 ไร่ เป็นพื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 124,391 ไร่ สภาพภูมิประเทศ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นพื้นที่ราบลุ่มทั่วไป โดยที่ราบอยู่ทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ส่วนด้านทิศตะวันออกเป็นที่ดอน ในอดีตเคยเป็นป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์แต่ในปัจจุบันได้ถูกบุกรุกเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่ปลูกหอมแดงไปจนหมด (กรมการปกครอง ; 2560) กลุ่มชุดดินหลักที่พบในพื้นที่เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินที่ 17,6,35 และ 40 (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2554ก) ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มชุดดินต่าง ๆ ในพื้นที่ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ

กลุ่มชุดดิน	จำนวนพื้นที่(ไร่)
กลุ่มชุดดินที่ 17	10,634
กลุ่มชุดดินที่ 6	2,875
กลุ่มชุดดินที่ 35	1,861
กลุ่มชุดดินที่ 40	22
รวม	15,392

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2554ก)

2.) อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ มีเนื้อที่รวมประมาณ ประมาณ 415,131 ไร่ เป็นพื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 124,391 ไร่ สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มทั่วไป (กรมการปกครอง ; 2560) กลุ่มชุดดินหลักที่พบในพื้นที่เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ประกอบด้วย กลุ่มชุดดินที่ 40, 24, 41, 37, 33, 38 และ 44 (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2554ข) ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กลุ่มชุดดินต่าง ๆ ในพื้นที่ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

กลุ่มชุดดิน	จำนวนพื้นที่(ไร่)
กลุ่มชุดดินที่ 40	14,495
กลุ่มชุดดินที่ 24	5,682
กลุ่มชุดดินที่ 41	2,749
กลุ่มชุดดินที่ 37	1,702
กลุ่มชุดดินที่ 33	1,062
กลุ่มชุดดินที่ 38	110
กลุ่มชุดดินที่ 44	21
รวม	33,635

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2554ข)

2. โครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City Project)

2.1 ความสำคัญโครงการ โครงการเมืองเกษตรสีเขียว เป็นโครงการที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ริเริมกำหนดให้เป็นโครงการสำคัญ (Flagship Project) ของกระทรวงที่สอดคล้องกับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศ เพื่อสร้างความเข้าใจและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในแต่ละพื้นที่ โดยชู 3 หัวใจสำคัญสู่การเป็นเมืองเกษตรสีเขียว คือ พัฒนาพื้นที่ พัฒนาสินค้า และพัฒนาคน อย่างบูรณาการครบทุกภาคส่วน โดยมีวิสัยทัศน์ “เมืองเกษตรสีเขียวเป็นรากฐานการผลิตสินค้าเกษตรที่ดีและเหมาะสม รวมทั้งขบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีคุณภาพชีวิตที่ดี ประชาชนมีความมั่นคงด้านอาหาร เป็นรากฐานสร้างรายได้ให้แผ่นดิน” สาระสำคัญคือ 1.)ร่วมกันกำหนดพื้นที่ที่จะพัฒนาให้เป็นพื้นที่สีเขียว 2.)ประสานความร่วมมือจากทุกภาคส่วนให้มีกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรที่ดี เหมาะสม (Good Agricultural Practice) ให้ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในสินค้าเกษตร 3.)ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตสู่เศรษฐกิจการเกษตรสีเขียว (Green and Cool Agricultural Economy) หัวใจสำคัญของการพัฒนาเมืองเกษตรสีเขียว คือ 1.) พัฒนาพื้นที่ให้เป็นพื้นที่ปลอดภัย ปราศจากมลพิษรบกวน มีการจัดการของเสียอย่างเป็นระบบ 2.) พัฒนาตัวสินค้าให้เป็นสินค้าที่มีคุณภาพได้มาตรฐานด้านความปลอดภัย ไม่มีสารพิษตกค้าง มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต 3.) พัฒนาคน ให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายสินค้าที่มีคุณภาพ สามารถทำการผลิต และอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน (อภิชาต ; 2557) สาระสำคัญของเกษตรสีเขียว คือการลดหรือกำจัดผลกระทบภายนอกเชิงลบ ที่เกิดจากการทำการเกษตรแบบเดิม การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) การทำเกษตรอินทรีย์ นิเวศวิทยาการเกษตร เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ รวมทั้ง

ห่วงโซ่อุปทานอาหาร เป็นตัวอย่างสำคัญของ "เกษตรสีเขียว" สรุปเกษตรสีเขียวตามแนวทาง UNEP ได้แก่

1.) แนวทางด้านเกษตรอินทรีย์ (Organic Farming Approach)

2.) แนวทางด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

3.) แนวทางด้านการค้าทางการเกษตรที่เป็นธรรม (Fair Trade)

4.) แนวทางด้านเกษตรนิเวศวิทยา (Ecological Agriculture)

5.) แนวทางด้านเกษตรเชิงอนุรักษ์ (Conservation Agriculture)

2.2 บทบาทกรมพัฒนาที่ดินในโครงการเมืองเกษตรสีเขียว

กรมพัฒนาที่ดินมีบทบาท ในโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ด้วยการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วยฐานข้อมูลดิน งานปรับปรุงบำรุงดิน งานเกษตรอินทรีย์ เขตพัฒนาที่ดิน การปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว การรณรงค์ไถกลบตอซังพืช เป็นต้น กิจกรรมเพื่อดำเนินการในปี 2557 ซึ่งอันดับแรกต้องจัดทำข้อมูลพื้นฐานของทั้ง 6 จังหวัด หาข้อมูลพื้นฐานการใช้สารเคมี ของแต่ละจังหวัด พิจารณาเขตพัฒนาที่ดิน ที่แต่ละจังหวัดทำไว้แล้ว กลุ่มเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ที่มีความเข้มแข็ง มีรูปแบบ/ต้นแบบ/ภูมิปัญญาของเกษตรกรที่ทำไว้แล้วในพื้นที่เพื่อนำมาทำ C&D ส่งเสริมให้ชุมชนมีการนำวัสดุทางการเกษตรที่เหลือจากกระบวนการผลิตมาเป็นพลังงานชีวมวล (Biomass) และการลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์ (Zero Waste) กักเก็บคาร์บอน (carbon sequestration) โดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น หากปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว จะกักเก็บคาร์บอนได้เท่าไหร่ ต้องเก็บตัวเลขเพื่อเป็นตัวชี้วัดเมืองเกษตรสีเขียว ส่งเสริมและพัฒนาหมอดินอาสาให้เป็นเกษตรกรตัวอย่างเป็น eco-farmer ของจังหวัด พื้นที่ดำเนินการทั้ง 6 จังหวัด มุ่งเน้นพัฒนาปรับปรุงคุณภาพดินอย่างเป็นระบบ เพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาในกิจกรรมกลุ่มต้นน้ำ ด้วยการมุ่งเน้นการพัฒนาการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ ให้มีประสิทธิภาพ โดยนำแนวคิดทางด้านโซ่คุณค่า (Value Chain)มาใช้ คัดเลือกเกษตรกรที่มีความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการ โดยบูรณาการร่วมกับหน่วยงานภายในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ โดยการใช้ข้อมูลกลุ่มชุดดิน ผนวกกับข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินและแผนที่การวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อดูความเหมาะสมของดินกับการปลูกพืช การถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยจัดฝึกอบรมเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน วิธีการเพิ่มผลผลิตพืชตามหลักวิชาการ และสาธิตวิธีการดำเนินงาน สนับสนุนปัจจัยการผลิตต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการจัดหาเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดให้เกษตรกรในครั้งแรก เพื่อใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนสนับสนุนสารเร่งพด. และอุปกรณ์ในการทำ ได้แก่ ถังหมัก กากน้ำตาล และวัสดุ ให้กับเกษตรกรนำไปทำน้ำหมักชีวภาพ รวมถึงปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

3. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ได้ให้ความหมาย ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ไว้ว่า คือปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้ว ผสมกับวัสดุอินทรีย์หรือ อนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง สมบัติทางเคมีมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ (OM) ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ไม่เกิน 20/1 มีค่านำไฟฟ้า (EC) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 เดซิซีเมนต่อเมตร ค่าพีเอชดิน (pH) 5.5-10 มีไนโตรเจน 3-4 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 5-9 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1-2 เปอร์เซ็นต์ ผลรวมของธาตุอาหารหลักทั้งหมดอยู่ระหว่าง 9-20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ และต้องไม่มีสารโลหะหนักเกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กฎหมายกำหนด (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2550) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน มีการใช้สารเร่งพด.1, 2 และ 9 เป็นสารเร่งในกระบวนการผลิตด้วย ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มีธาตุอาหารที่ครบถ้วน และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี แม้ว่าจะใช้เป็นปริมาณที่มากกว่าสารเคมี 2 เท่า แต่เทียบราคาต่อหน่วยแล้วจะทำให้เกษตรกรประหยัดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการบำรุงดินและพืชลงได้ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2553) นอกจากการใช้วัตถุดิบที่มีธาตุอาหารสูงแล้ว ได้นำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการแปรสภาพแร่ธาตุต่างๆให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืชจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมันและละลายฟอสเฟตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่ง Belimovetal *et al.* (1995) รายงานว่าการใช้จุลินทรีย์ *Azospirillum lipoferum, Arthrobacter mysorens* และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น นอกจากนี้วัสดุที่เป็นส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เช่น หินฟอสเฟต กระดูกสัตว์ มูลสัตว์ต่างๆ ประกอบด้วยธาตุอาหารรอง โดยเฉพาะแคลเซียม ซึ่งจะทำให้ต้นพืชแข็งแรงต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคพืช การนำจุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและจุลินทรีย์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งฟอสฟอรัส เช่น หินฟอสเฟต และ กระดูกป่น โดยมีคุณสมบัติที่ให้ธาตุอาหารหลักในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น และปลดปล่อยให้แก่พืชช้าๆ ลดการสูญเสียธาตุอาหาร มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อดินและพืช ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีหลายสูตร แต่ละสูตรจะใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกันไปขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง คือ วัตถุดิบ และขบวนการผลิต วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอินทรีย์คุณภาพสูงมีหลากหลาย ขึ้นกับสูตรและเป้าหมายของการผลิตว่าต้องการให้ได้คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารหลักชนิดใด ซึ่งวัตุดิบต่าง ๆ ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณธาตุอาหาร ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่ใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

วัตถุดิบ	ปริมาณธาตุอาหาร (ร้อยละ)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
กากเมล็ดถั่วเหลือง	7-10	2.13	1.12-2.70
ปลาป่น	9-10	5-6	3.8
เลือดแห้ง	8-13	1.5	0.8
รำข้าว	1.9-2.3	4-6	1.09
มูลสุกร/ไก่/วัว	1.2-3.3	1.2-3.3	1.3-2.0
กระดูกป่น	3-4	15-23	0.68
มูลค้างคาว	1-3	12-15	1.84
หินฟอสเฟต	0.15	15-17	0.10

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

ตารางที่ 4 จำนวนวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรต่าง ๆ ปริมาณ 100 กิโลกรัม

(หน่วย:กิโลกรัม)

วัตถุดิบ	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 1	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตร 2	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรฟอสฟอรัส
กากเมล็ดถั่วเหลือง	40	40	40	-
ปลาป่น	-	30	-	-
รำละเอียด	10	10	-	10
มูลสัตว์	10	10	40	-
ปุ๋ยหมัก	-	-	-	10
หินฟอสเฟต	24	24	-	80
กระดูกป่น	8	16	-	
มูลค้าวคาว	8	-	-	
สารเร่งซุปเปอร์ พด.1	1 ซอง	1 ซอง	1 ซอง	
สารเร่งซุปเปอร์ พด.3	1 ซอง	1 ซอง	-	
สารเร่งซุปเปอร์ พด.9	1 ซอง	1 ซอง	-	1 ซอง
สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล	26-30 ลิตร	26-30 ลิตร	26-30 ลิตร	26-30 ลิตร

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ให้ข้อมูลว่ามีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1) ผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน ตามส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่ละสูตร

2) นำสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซองใส่ลงไปในสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อแล้ว จำนวน 26-30 ลิตร คน 10-15 นาที เทลงในวัตถุดิบ โดยคลุกเคล้าให้ทั่ววัตถุดิบอย่างสม่ำเสมอ

3) ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้มีความสูง 30-50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมเพื่อรักษาความชื้น

4) กลับกองปุ๋ยทุก 5 วัน และควบคุมความชื้นในระหว่างการหมัก 30 เปอร์เซ็นต์

5) ในระหว่างการหมักจะสังเกตเห็นเชื้อจุลินทรีย์เจริญในกองปุ๋ย และอุณหภูมิจะสูงขึ้น 45-55 องศาเซลเซียส หลังจากการหมักประมาณ 3 วัน

6) กองปุ๋ยไว้จนกะทั่งอุณหภูมิลดลงเท่ากับภายนอก ใช้เวลาประมาณ 9-12 วัน

7) ใส่สารเร่งซุปเปอร์ พด.3 และสารเร่งซุปเปอร์ พด.9 อย่างละซอง คลุกเคล้าให้ทั่วกองและหมักไว้เป็นเวลา 3 วัน จึงนำไปใช้

โดยสรุปปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงดิน และส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตพืช เนื่องจากเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชสูง ประกอบด้วยวัสดุที่เป็นแหล่งธาตุอาหารรองและจุลธาตุแก่พืช มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อดินและพืช การปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ให้แก่พืชจะเป็นแบบช้าๆ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการทดแทนหรือลดการใช้ปุ๋ยเคมี เกษตรกรสามารถผลิตใช้เองได้ การใช้อินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตข้าว สุวรรณภา และกัญญาพร (2556) รายงานว่าจากการศึกษาการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินและปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าการจัดการดินปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ทำให้พีเอชดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมงกานิส ในดินมีค่าที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าการไม่มีการจัดการดินโดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 401.20 และ 367.44 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 3.07 และ 3.11 กรัม ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 43.54 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีการจัดการดิน ทำให้มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุด 6,018.00 บาทต่อไร่ ให้ค่าผลตอบแทนสูงที่สุด 2,773 บาทต่อไร่ และมีต้นทุนต่อกิโลกรัมในการผลิตต่ำที่สุดคือ 8.09 บาทต่อกิโลกรัม

4. ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12

ปุ๋ยหมัก (Composts) คือ เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้จากการนำชิ้นส่วนของพืชมาหมักในรูปของการกองซ้อนกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม เศษชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผุพังตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านี้มากองรวมกันรดน้ำให้ชื้นแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตัวโดย

กิจกรรมของจุลินทรีย์จึงนำไปใช้ปรับปรุงดิน ในการเตรียมกองปุ๋ยหมักอาจใส่ปุ๋ยเคมีลงไปเพื่อช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและเป็นการเพิ่มคุณค่าด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก เศษชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักนั้น จะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายจนแปรสภาพไปจากรูปเดิม โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จนกระทั่งได้สารอินทรียวัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น มีสีน้ำตาลปนดำ และมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยหมักที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางตรงและทางอ้อม แต่ปัจจัยหลัก คือ การเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ซึ่งจะเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและรองแก่พืช ทำให้ดินมีความสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยหมัก หรือ ปุ๋ยคอก (มูลสัตว์) ลงในดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มและยกระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551)

ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 กรมพัฒนาที่ดิน (2551) และสำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2552) ให้ข้อมูลว่า คือปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (สารเร่ง พด.12) ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินและสร้างฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช โดยนำไปขยายเชื้อในปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว กลุ่มจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.12 ประกอบด้วย 4 สายพันธุ์ ได้แก่

1. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน สามารถเตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยกิจกรรมเอนไซม์ไนโตรจิเนส ได้แก่ *Azotobacter chroococcum*

2. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์ละลายสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลาย เช่น หินฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้

3. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม เป็นจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยกรดอินทรีย์ช่วยละลายแร่ธาตุที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในกลุ่มไมก้า เช่น ไบโอไทต์ มัสโคไวต์ และกลุ่มของเฟลด์สปาร์ เช่น ไมโครไคลท์ ออโทเคลส ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ *Bacillus megaterium*

4. จุลินทรีย์ที่สร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช ช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากขนอ่อน และช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวราก ทำให้ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น

การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 สำหรับปริมาณ 300 กิโลกรัม ต้องใช้วัตถุดิบประกอบด้วยปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายแล้ว 300 กิโลกรัม รำข้าว 3 กิโลกรัม สารเร่ง พด.12 1ซอง (100 กรัม) ส่วนวิธีการขยายเชื้อ มีขั้นตอนดังนี้

1. ผสมปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และรำข้าว ในน้ำ 20 ลิตร ผสมให้เข้ากันนาน 5 นาที

2. รดสารละลายปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ลงบนกองปุ๋ยหมัก และคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นให้ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจสอบความชื้นด้วยการกำปุ๋ยหมักเป็นก้อนและไม่มีน้ำไหลออกมา เมื่อคลายมือออก ปุ๋ยหมักยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ได้โดยไม่แตก

3. ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยม ให้มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตรและใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ยเพื่อรักษาความชื้น

4. ตั้งกองปุ๋ยหมักไว้ในร่มเป็นระยะเวลา 4 วันแล้วจึงนำไปใช้ อัตราที่แนะนำคือ 300 กิโลกรัมต่อไร่

ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติของดินและผลผลิตพืช มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดิน การเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ซึ่งจะเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและรองแก่พืช ทำให้ดินมีความสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยหมัก หรือ ปุ๋ยคอก (มูลสัตว์) ลงในดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มและยกระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551 และ มุกดา ; 2544) ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางกายภาพของดิน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงลงดิน จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น สารประกอบฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารที่แสดงอำนาจประจุลบ ซึ่งจะดูดยึดกับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก ช่วยให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน รวมทั้งช่วยปรับโครงสร้าง และระบายอากาศของดินให้ดีขึ้น ลดการแน่นทึบของดิน ทำให้ระบบรากของพืชแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง ส่งผลให้พืชดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งเสริมความสามารถในการอุ้มน้ำและการซึมผ่านของน้ำในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นได้นานกว่าในดินที่มีโครงสร้างแน่นทึบ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นผลดีต่อการช่วยควบคุมการเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (Soil erosion) (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551)

ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางเคมีของดิน การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยหมักมีธาตุอาหารหลักและรองที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโต ค่อนข้างครบถ้วน รวมทั้งธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (จุลธาตุอาหาร) ซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวจะค่อย ๆ ปลดปล่อยอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอให้แก่พืชในระยะยาว ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักจึงมีประสิทธิภาพสูง พืชตอบสนองได้ดีไม่ค่อยเกิดการเป็นพิษต่อพืช และปุ๋ยหมักยังเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ค่อนข้างสูง ช่วยให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปประจุบวกบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไปและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารมากขึ้น รวมทั้งช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของดิน (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช นอกจากนี้แล้วการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มักปรากฏผลต่อสมบัติทางเคมีดินในลักษณะเอื้ออำนวยและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้ดีขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2544 และ สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551)

โดยสรุปแล้วปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีประโยชน์ดังนี้ 1.) เพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดิน 2.) เพิ่มการละลายของหินฟอสเฟต 15 - 45 เปอร์เซ็นต์ 3.) เพิ่มการละลายของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ 10 เปอร์เซ็นต์ 4.) สร้างฮอร์โมนออกซินกระตุ้นการงอกของเมล็ด ส่งเสริมการเจริญของรากและต้นพืช 5.) เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างน้อย 30 เปอร์เซ็นต์ 6.) เพิ่มผลผลิตพืช 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551) ดังที่ได้กล่าวถึงคุณสมบัติปุ๋ยชีวภาพที่มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับพืชนั้น สอดคล้องกับรายงานหลายฉบับเกี่ยวกับบทบาทของเชื้อราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ในรากพืชช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอาศัยในภาวะที่ดินมีความสมบูรณ์ต่ำ รวมทั้งในภาวะดินกรดด้วย (Yano and Takaki ; 2005) เนื่องจากคุณสมบัติของปุ๋ยชีวภาพ (พด. 12) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์กับพืช ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการชักนำให้มีการเพิ่มไนโตรเจน เพิ่มการละลายได้ของหินฟอสเฟต เพิ่มการละลายได้ของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ สร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของรากและต้นพืช จึงอาจส่งผลต่อการได้รับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น และสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ จากรายงาน อยุธย์ และ เบญจวรรณ (2550) พบว่า ในดินกรดธาตุฟอสฟอรัสมักถูกตรึงโดยคอลลอยด์ดินและจับตัวกับอลูมินัมไอออนแล้วตกตะกอน ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลงและพืชตระกูลถั่วต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณมาก โดยเฉพาะถั่วที่พึ่งพาไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียปมถั่ว การใส่เชื้อไมคอร์ไรซาทำให้ถั่วพุ่มที่ปลูกในดินกรดมีการเจริญเติบโตและสร้างปมได้ดีขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลของการที่ไมคอร์ไรซาทำให้ถั่วพุ่มดูดใช้ฟอสฟอรัสได้มากขึ้นด้วย

การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ในการผลิตพืชต่างๆ ประพิน (2554) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับหินฟอสเฟต อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และแร่เฟลสปาร์ อัตรา 68 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักหัวสดของกะหล่ำปลีสูงใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และ วรารัตน์ (2554) ได้ศึกษาการจัดการดินที่เหมาะสมด้วยปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินเขาพลอง (กลุ่มชุดดินที่ 44) พบว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ขยายเชื้อ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้สมบัติทางเคมีดินเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ พีเอชดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้น

5. การใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่มีต้นทุนในสัดส่วนที่สูงสำหรับการผลิตพืชทุกชนิดเกษตรกรมีการใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับปุ๋ยเคมีที่ใช้นั้นประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศปีละหลายล้านบาท แม้ว่าประเทศไทยสามารถผลิตปุ๋ยบางส่วนได้เองก็ตาม จากสถิติที่รายงานโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549) พบว่า การนำเข้าปุ๋ยเคมีของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่าในปี 2543-2548 โดยในปี 2543 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ รวม 2,621,705 ตัน มูลค่า 16,030 ล้าน

บาทและปี 2548 ได้เพิ่มเป็น 3,316,305 ตัน มูลค่า 33,276 ล้านบาท) รวมทั้ง สถิติของปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเกษตรในปี 2537 - 2547 ของไทย ก็เพิ่มขึ้น เช่นกัน ในปี 2537 ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ 3,387,804 ตัน และในปี 2547 เพิ่มเป็นประมาณ 3,919,766 ตัน ซึ่งข้อมูลจากส่วนวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ระบุว่ามีการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวมากกว่าพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรยังคงเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของข้าวต่อไร่ให้สูงขึ้น แม้ว่าจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวกันอย่างกว้างขวางแต่พบว่าส่วนใหญ่ยังไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ผลการใช้ปุ๋ยยังไม่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวทั่วประเทศได้มากนัก (สถาบันวิจัยข้าว ; 2547) และจากรายงานการใช้ปุ๋ยในจังหวัดปทุมธานี พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีการใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสูง (กรมวิชาการเกษตร ; 2548)

5.1 โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง กรมพัฒนาที่ดิน(2556) และ อัธยะ (2554). ให้ข้อมูลว่า โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง หรือโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เป็นโปรแกรมสารสนเทศที่ให้คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ถูกพัฒนาขึ้นโดยการบูรณาการข้อมูลการจัดการดินของกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกับคำแนะนำการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร และผลงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ แล้วจึงจัดทำระบบติดต่อผู้ใช้ให้สามารถคัดกรองข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ประโยชน์ที่ได้รับ เกษตรกรสามารถรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยได้ แม้ไม่ส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ เนื่องจากโปรแกรมมีผลวิเคราะห์ดินพื้นฐานประจำชุดดินอยู่แล้ว แต่ในกรณีที่เกษตรกรส่งดินมาตรวจวิเคราะห์กับกรมพัฒนาที่ดิน สามารถระบุผลการวิเคราะห์ดินเข้าไปในโปรแกรมจะทำให้ได้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยที่มีความจำเพาะเป็นรายแปลง ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น และสามารถลดต้นทุนด้านการผลิตลง ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน ตลอดจนให้กำไรสูงสุด ปัจจุบันโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสามารถให้คำแนะนะการจัดการดินและปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจหลัก ๆ ของประเทศเท่านั้น เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น แต่ยังไม่ครอบคลุมถึงพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ซึ่งหอมแดงก็เป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ยังไม่มีคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยจากโปรแกรม ดังนั้นการปุ๋ยเคมีกับหอมแดงในการทดลองย่อยที่ 2 จึงเป็นการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

วิธีการใช้งานโปรแกรม เพียงมีโปรแกรมนี้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็สามารถเปิดใช้โปรแกรมได้ โดยเมื่อเปิดโปรแกรม “ปุ๋ยรายแปลง” จะมีหัวข้อให้เลือก คือ การจัดการดินและปุ๋ย จากนั้นเลือกสถานที่ตั้งของแปลงแยกเป็นรายจังหวัด อำเภอ ตำบล และเลือกชุดดินที่ต้องการ ระบบจะปรากฏชนิดพืชที่ต้องการคำแนะนำ เมื่อเลือกข้อมูลครบแล้ว ผลลัพธ์จะแบ่งเป็นการจัดการดินและการจัดการปุ๋ย จากนั้นกดเข้าไปที่การจัดการดินระบบจะแสดงลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดิน และวิธีการจัดการดินสำหรับปลูกพืช หรือ กดเข้าไปที่การจัดการปุ๋ย ระบบจะแสดงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการต่อไร่ ช่วงเวลาและวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสม หากต้องการรายละเอียดเพิ่ม ให้กดที่คำแนะนำเพื่อให้โปรแกรมแสดงสูตรและอัตราปุ๋ยที่ต้องใช้ เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามคำแนะนำ โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เป็นโปรแกรมช่วย

ตัดสินใจ ในการจัดการดินตามค่าวิเคราะห์ของดินตามพื้นที่ แสดงการจัดการดินเบื้องต้น รวมถึงชนิด ปริมาณ และเวลา ในการใส่ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงในการผลิตข้าว สุวรรณภา และกัญญาพร (2556) รายงานว่า การจัดการดินตามโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงทำให้ผลผลิตข้าวเป็นไปตามโปรแกรมที่คาดคะเนผลผลิตไว้ 308 - 467 กิโลกรัมต่อไร่ ในตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ โดยให้ผลผลิตข้าว 367.44 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 43.73 เมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ซึ่งมีผลผลิตเพียง 226.48 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงยังให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการลงทุนที่ดีกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ คือ 2,491 บาทต่อไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการลงทุนเพียง 1,347 บาทต่อไร่

5.2 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ การใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ได้จากการนำเฉพาะผลวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในดินที่เป็นปัจจุบัน มาเทียบกับคู่มือที่นักวิจัยได้จัดทำไว้ เพื่อได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและความต้องการธาตุอาหารของพืช การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องตามความต้องการของพืช ทั้งยังไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว โดยนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ดินมาประกอบสำหรับการเลือกใช้สูตร และอัตราปุ๋ยในการให้กับพืชที่ปลูก ซึ่งการวิเคราะห์ดินนั้น เป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือประเมินธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเลือกใช้อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียมได้ตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้สามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง และสามารถลดต้นทุนการผลิตอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการดินและใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับคุณภาพของดินและสอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรอย่างยั่งยืน เพราะต้นทุนในการผลิตข้าวสูง อันเนื่องมาจากการปุ๋ยเคมีเป็นส่วนใหญ่ เป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 (นิตยา ; 2543) โดยเกษตรกรต้องวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ย เพื่อทราบปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K ที่มีอยู่ในดิน ณ ปัจจุบัน และนำมาเทียบกับคู่มือหรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่นักวิจัยได้จัดทำไว้ เพื่อได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและความต้องการของพืช ซึ่งแนะนำให้เกษตรกรผสมแม่ปุ๋ยใช้เองให้ได้สูตรปุ๋ยตามคำแนะนำ เนื่องจากแม่ปุ๋ยมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารสูง ไม่มีสารตัวเติม และสามารถนำมาผสมเป็นปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งแม่ปุ๋ยที่นิยมใช้ ได้แก่ แม่ปุ๋ยสูตร 18 - 46 - 0, 46 - 0 - 0 และ 0 - 0 - 60 ทั้งนี้ แนะนำให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยเพื่อปรับโครงสร้างของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี (ประทีป ; 2552)

การใช้ปุ๋ยเคมีโดยใช้ตามค่าวิเคราะห์ดิน จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตข้าวโดยใช้ตามหลักวิชาการและปุ๋ยเคมีที่ใส่จะเกิดประสิทธิภาพลดการสูญเสียจากการใส่ปุ๋ยเคมีทั้งจากการใส่มาก

หรือใส่น้อยเกินไปซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ดิน ซึ่งภายหลังจากการเก็บตัวอย่างดินแบบรวม (Composite sample) และเมื่อวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการแล้วจะได้ผลวิเคราะห์ดิน ซึ่งการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้น สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณานั้นประกอบด้วยปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ รวมทั้งชนิดพืชที่ปลูก ซึ่งเกษตรกรสามารถเลือกปลูกข้าว ซึ่งประกอบไปด้วยข้าวไวแสง คือข้าวนาปี และต้องพิจารณาปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่เพิ่มเติมร่วมด้วย โดยคิดเป็นน้ำหนักของแม่ปุ๋ย 16 - 20 - 0, 46 - 0 - 0 และ 0 - 0 - 60 ผลการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน พบชาย (2554) ได้สรุปผลการศึกษาการปลูกข้าวหอมไชยาโดยใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินได้ผลผลิตข้าวหอมไชยา 468 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าไม่ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 30.6 เปอร์เซ็นต์

การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ยุพิน และพรรณี (2550) ได้ศึกษาการจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าวจังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่าการปลูกข้าวโดยกรรมวิธีของเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 513 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโดยมีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ปรากฏว่าได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 585 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีต้นทุนต่ำสุด 328.85 บาทต่อไร่ รองลงมาเป็นการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร และการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตรมีต้นทุนเท่ากับ 392.16 บาทต่อไร่ และ 460.57 บาทต่อไร่

6. ข้าวขาวดอกมะลิ 105

6.1 ความสำคัญ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดศรีสะเกษ ทำรายได้มากเป็นอันดับ 1 ของจังหวัด มีการเพาะปลูกทุกอำเภอ โดยในปีเพาะปลูก 2560 จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่ปลูกข้าวรวม 3,000,750 ไร่ มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 2,781,252 ไร่ ผลผลิตรวม 1,016,850 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 366 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวที่ปลูกในพื้นที่มีทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ร้อยละ 86.64 เป็นข้าวเจ้า (สำนักงานจังหวัดศรีสะเกษ ; 2560) โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากคือ ขาวดอกมะลิ 105 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิจังหวัดศรีสะเกษ จะทยอยสู่ตลาดช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม โดยมีช่องทางการจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง โรงสีข้าวในท้องถิ่นที่รวบรวมข้าวเปลือกสีเป็นข้าวสาร จำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ปัจจุบันข้าวขาวดอกมะลิเป็นที่ต้องการของตลาดมาก โดยเฉพาะข้าวขาวดอกมะลิอินทรีย์ ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิจากจังหวัดศรีสะเกษเป็นข้าวขาวดอกมะลิที่ได้คุณภาพ เป็นที่ต้องการของตลาดและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค กรมส่งเสริมการเกษตร (2542) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือหอมมะลิ ถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อการแข่งขัน 1 ใน 12 ผลิตภัณฑ์หลักของประเทศ ประมาณกันว่าปัจจุบัน ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวพันธุ์นี้ 16 ล้านไร่ คิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ และได้รับผลผลิตข้าวเปลือกจำนวนประมาณ 5 ล้านตัน หรือคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตข้าวเปลือกทั้งประเทศ (อรรถ ; 2545)

6.2 ประวัติและลักษณะทั่วไป ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีถิ่นกำเนิดในท้องที่ของอำเภอแปลงยาว จังหวัดชลบุรี ต่อมาได้มีผู้นำไปปลูกที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้ผลผลิตดีจนได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในท้องที่นี้อย่างแพร่หลาย กรมการข้าวได้อนุมัติให้ขยายพันธุ์เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 ในชื่อ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งหมายเลข 105 หมายถึงข้าวรวงที่ 105 ที่ใช้ในการปลูกคัดเลือกในปีแรกนั่นเอง ต่อมาชื่อของข้าวเพี้ยนไปเป็นหอมมะลิคงจะเนื่องจากความหอมเป็นประการสำคัญ (ประสูติ ; 2537) ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวขาวดอกมะลิ105 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง สูงประมาณ 140 - 150 เซนติเมตร ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ ออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม และสุกแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 20 พฤศจิกายนของทุกปี เมล็ดข้าวเปลือกมีลักษณะเรียวยาวก้นงอนสีฟาง ยาว7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้ได้แก่ มีคุณภาพการขัดสีดี เมล็ดข้าวสารใส แข็ง มีท้องไข่น้อย เมื่อนำมาหุงต้มจะได้เมล็ดข้าวที่อ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะ เป็นพันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็มปานกลาง นอกจากนั้นยังง่ายต่อการนวดเพราะเมล็ดข้าวเปลือกจะหลุดร่วงจากรวงได้ง่ายเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ส่วนลักษณะด้อยที่สำคัญได้แก่ไม่ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด เช่น โรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคไหม้ โรคใบหงิก แมลงบั่ว และ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นต้น ลักษณะด้อยอีกอย่างคือลำต้นอ่อนล้มง่าย โดยเฉพาะถ้าปลูกในบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง (กรมส่งเสริมการเกษตร ; 2542)

6.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ข้าวขาวดอกมะลิ 105 สามารถปลูกได้ทั่วประเทศแต่ที่มีคุณภาพดีที่สุดมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 2.1 ล้านไร่ และเป็นพื้นที่ที่มีผลกระทบจากดินเค็ม ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัดได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด และ ยโสธร (อรรถ ; 2545) เคยมีผู้นำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปปลูกในประเทศอื่น ๆ แต่คุณภาพผลผลิตที่ได้ไม่อาจเทียบเคียงกับที่ผลิตในภูมิภาคนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งผลิตข้าวขาวดอกมะลิที่ดีที่สุดของโลก (ประสูติ และจุลมณี ;ไม่ระบุปีที่พิมพ์) เหตุที่เป็นเช่นนั้นสันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะสภาพดินฟ้าอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะดินที่เอื้ออำนวย (ประสูติ ; 2537) หรือสอดคล้องกับความต้องการของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งนี้เพราะข้าวพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง เป็นข้าวขาวดอกมะลิที่ปลูกได้ดีในเขตดินเค็มและทนต่อสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ อีกทั้งไม่ค่อยตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยเคมีมากนักซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นคุณสมบัติที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะมีลักษณะดินเป็นทรายความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณน้ำฝนก็ไม่สูงเกินไป อีกทั้งมีการกระจายไม่สม่ำเสมอ แต่มีเวลาสิ้นสุดของฤดูฝนที่แน่นอนคือ ประมาณต้นเดือน พ.ย ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวออกรวง และเมื่อข้าวสุกดินก็จะแห้งพอดี จึงสะดวกต่อการเก็บเกี่ยว ตากและนวด

6.4 ระยะการเจริญเติบโต ข้าวขาวดอกมะลิ 105 หากปลูกในช่วงเวลาที่เหมาะสม การเจริญเติบโตของข้าวตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงเก็บเกี่ยวจะใช้เวลาประมาณ 120 - 130 วัน โดยจะแยกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้ 1.) การเจริญเติบทางลำต้น นับตั้งแต่งอกจากเมล็ดจนถึงแตกกอเต็มที่ใช้เวลาประมาณ

60 วัน 2.) การเจริญเติบโตของรวงและดอก โดยนับตั้งแต่การเริ่มสร้างช่อรวงอ่อนจนถึงการออกรวง ใช้เวลาประมาณ 30 วัน และ 3.) การเจริญเติบโตของเมล็ด จะเริ่มตั้งแต่เริ่มออกรวงจนถึงเมล็ดสุกพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 30 วัน (ประพาส ; 2531) ค่าเฉลี่ยผลผลิตระดับประเทศของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จำนวน 313 กิโลกรัมต่อไร่ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งตามศักยภาพการผลิตของข้าวพันธุ์นี้ในพื้นที่ สามารถปรับปรุงให้มีค่าสูงขึ้นถึง 500-600 กิโลกรัมต่อไร่ (อรรถ ; 2545)

6.5 สถานการณ์การปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ ข้าวถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัด ซึ่งจากข้อมูล Zoning by Agri-Map ข้าวนาปีของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลในปีเพาะปลูก 2560/2561 มีพื้นที่ทำนารวม 3,366,266 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 82.74 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งจังหวัด (4,068,247 ไร่) ในพื้นที่จำนวนนี้เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูง (S1) 397,443 ไร่ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) 1,443,051 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) 2,089,939 ไร่ พื้นที่ไม่มีความเหมาะสม (N) 989,255 ไร่ และพบว่ามีการปลูกข้าวในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว (N)และ (S3) มากถึง 9,564,989 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการใช้พื้นที่ดอนมาทำนา ด้วยการปรับแต่งคันนา ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อการกักเก็บน้ำให้เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว จึงมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว และได้ผลผลิตที่ต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์ข้าว การทำนาได้พัฒนาจากการทำนาดำเป็นนาหว่าน ซึ่งทำให้เวลาการทำนาลดลง แต่เพิ่มค่าใช้จ่ายเรื่องสารกำจัดวัชพืชหรือยาฆ่าหญ้าที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม กลุ่มชุดดินดอนที่เกษตรกรปรับสภาพพื้นที่เพื่อใช้ในการทำนา ที่สำคัญได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 40 ซึ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่มีพื้นที่มากที่สุด 1,541,162 ไร่ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน ; 2559) ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสูง (นันทนา และคณะ ; 2556) และที่ผ่านมาพบว่าการผลิตข้าวให้ได้คุณภาพและปริมาณยังขาดข้อมูลแนวทางการจัดการดินที่เหมาะสมโดยเฉพาะในด้านการลดการใช้สารเคมีเพื่อเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ขาดข้อมูลในด้านการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ

7. หอมแดง

7.1 ความสำคัญ หอมแดงเป็นพืชเศรษฐกิจ มีถิ่นกำเนิดในเขตตะวันออกกลาง ซึ่งเป็นเขตร้อนกึ่งร้อนชื้น ปัจจุบัน ปลูกกันมากในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม (จิราภา ; 2546) ปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกกันมากในจังหวัด ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และยโสธร เป็นต้น หอมแดงเป็นพืชผักเศรษฐกิจท้องถิ่นที่สำคัญของจังหวัดศรีสะเกษ สามารถทำรายได้ให้จังหวัดประมาณ 400 - 700 ล้านบาทต่อปี เป็นจังหวัดที่มีการปลูกหอมแดงมากที่สุดในประเทศ พื้นที่ผลิตที่สำคัญอยู่ในอำเภอยางชุมน้อย อำเภอราษีไศล อำเภอกันทรารมย์ และอำเภอวังหิน โดยพื้นที่อำเภอยางชุมน้อย เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญที่สุดของจังหวัด ซึ่งในปีเพาะปลูก 2559/60 มีพื้นที่เพาะปลูก 22,073

ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,914 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวม 64,320 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ; 2560) จังหวัดศรีสะเกษเป็นแหล่งปลูกหอมแดงขนาดใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่เพาะปลูกมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่เพาะปลูกของทั้งภาค

7.2 ลักษณะทางพันธุศาสตร์ หอมแดงชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ Shallot มีถิ่นกำเนิดในเมืองเอสคาลอน (Ascalon) ประเทศซีเรีย เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าหัวสะสมอาหาร (Bulbs) เป็นส่วนของกาบใบที่เรียงซ้อนกันแน่นจากด้านในของหัวออกมา เป็นแหล่งสะสมอาหาร และน้ำ มีลักษณะเป็นกระเปาะ มีลำต้นภายใน มีลักษณะเป็นก้อนเล็กๆสีขาว ซึ่งเป็นที่เกิดของหัวหอม หัวหอมจะแตกใหม่ออกมาจากหัวเดิม โดยเฉลี่ย 2 - 10 หัวต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวประมาณ 1.5 - 3.5 ซม. ใบหอมแดงจะแทงออกจากลำต้นหรือหัว มีลักษณะเป็นหลอดกลม ด้านในกลวง มีสารสีนวลเป็นไขเคลือบผิวใบ ใบมีลักษณะตั้งตรงสูงประมาณ 15-50 ซม. แตกออกเป็นชั้นถี่ 5 - 8 ใบ ใบอ่อนสดของหอมแดงใช้ในการบริโภค หัวหอมสดประกอบด้วย น้ำมัน ระเหย (volatile oil) ในน้ำมัน ประกอบด้วยสาร diallyl disulphide และ มี flavonoid glyco sides pectin และ glucokinin สารเหล่านี้มีคุณสมบัติ ฆ่าเชื้อ bacteria ได้ ช่วยย่อยอาหาร เจริญอาหาร ทำให้ความดันโลหิตต่ำ ลดไขมันในเลือด มีประโยชน์ในคนที่เป็นโรคหัวใจ คนไทยและคนแถบเอเชียนิยมรับประทาน มีประโยชน์ทั้งในด้านการประกอบอาหาร และเป็นพืชสมุนไพร (สุดารัตน์. ; 2553)

7.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เป็นพืชที่มีระบบรากตื้นสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดแต่ชอบดินร่วนเหนียวที่มีการระบายน้ำดี มีค่าพีเอชดินระหว่าง 6.5 - 7.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25 องศาเซนเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่เหมาะสมระหว่าง 60 -70 เปอร์เซ็นต์ (กรมการค้าต่างประเทศ ; 2555) อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมประมาณ 20 - 35 องศาเซนเซียส ดินร่วนปนทราย pH 5.0 - 6.5 ความต้องการธาตุอาหารของหอมแดงจากดินคือไนโตรเจน 21 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 10 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนมากจะมีระดับน้ำใต้ดินตื้น และมีน้ำเพียงพอ ความชื้นในดินควรสูงในขณะที่เจริญเติบโต แต่ในช่วงเริ่มลงหัวหรือหัวเริ่มแก่ดินและอากาศต้องแห้ง หอมแดงปลูกกันมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สนั่น ; 2532) โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกกันมากในจังหวัดศรีสะเกษ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และยโสธร เป็นต้น พื้นที่ปลูกหอมแดงส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอนกลุ่มชุดดินที่มีการปลูกหอมแดงกันมากได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 35, 40, 41 และ 44 และมีบางส่วนโดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอราษีไศลที่ปลูกในดินนา กลุ่มชุดดินที่ 17 โดยยกระดับพื้นที่ให้สูงกว่าดินเดิม

7.4 การปลูกและการดูแลรักษา กรองทอง (2530) รายงานว่า การปลูกหอมแดงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นส่วนมากปลูกในบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น และมีน้ำเพียงพอ ปกติหอมแดงปลูกได้ตลอดปี เพียงแต่การแตกกอ ขนาดของหัว จำนวนหัว และผลผลิตต่อไร่ไม่เหมือนกัน พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ หอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษหรือบางช้าง ซึ่งเป็นหอมแดงที่มีเปลือกนอกสีม่วงปนแดงเข้ม เปลือกหนาและเหนียว ด้านในมีสีม่วง หัวมีขนาดใหญ่และสม่ำเสมอ หัวมีลักษณะกลม ใน 1 หัวมี 1-2 กลีบ กลิ่นฉุนแรง มีรสหวาน เกษตรกรนิยมปลูกหลังจากช่วงเก็บเกี่ยวข้าวนาปี ช่วงเวลาปลูกที่ได้ผลดี คือ ตั้งแต่เดือน

พฤศจิกายน - มีนาคม (สนั่น ; 2530) แปลงปลูกควรไถพรวนดินตากแดดไว้ก่อน 2 - 3 วัน แล้วย่อยดินให้เป็นก้อนเล็ก อย่าให้ละเอียดมาก เพราะจะทำให้ดินแน่น หอมลงหัวยาก ควรใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยมูลสัตว์ลงไปคลุกเคล้าให้ทั่ว เก็บเศษวัชพืช หรือรากหญ้าอื่น ๆ ออกให้หมด แล้วรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยเคมี สูตร 15 - 15 - 15 หรือ 13 -13 - 21 ในปริมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ หัวหอมพันธุ์ที่จะใช้ปลูกควรเตรียมไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 เดือน เพราะหัวหอมที่จะใช้ปลูกควรมีระยะพักตัวอยู่สักระยะหนึ่งแต่ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 6 เดือน เพราะระยะนี้หอมจะเริ่มแทงยอดอ่อนสีเขียวพ้นหัวเก่ามาแล้ว ให้นำหัวหอมพันธุ์มาตัดแต่งทำความสะอาด ตัดเล็มรากเก่า และใบแห้งทิ้งให้หมด หากเห็นว่ายอดอ่อนยาว อาจตัดทิ้งเสียสัก 1 ใน 10 เพื่อเร่งให้งอกไวเมื่อปลูกแล้ว ในพื้นที่ปลูก 1 ไร่จะใช้หัวหอมพันธุ์ประมาณ 200 กิโลกรัม ก่อนปลูกหากเห็นว่าหัวหอมพันธุ์เป็นโรคราดำ หรือมีเน่าปะปนมา ต้องฉีดพ่นหรือจุ่มน้ำสารละลายป้องกันกำจัดเชื้อรา ตามอัตราที่กำหนดในฉลาก ระยะปลูกที่นิยม ควรปลูกในแปลงขนาดกว้าง 1 - 1.5 เมตร ความยาวของแปลงให้เป็นไปตามความสะดวกในการปฏิบัติงาน ควรใช้ระยะปลูก 15 x 20 เซนติเมตรหรือ 20 x 20 เซนติเมตร การปลูกหอมแดงจะปลูกในพื้นที่ที่เรียกว่า “โพน” ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกปรับ และยกพื้นที่สูงขึ้นจากดินเดิมประมาณ 50 - 100 เซนติเมตร มีทั้งที่ในพื้นที่ดอนหรือพื้นที่ไร่ และพื้นที่นาส่วนใหญ่เป็นนาดอน การปลูกมี 2 ช่วงเวลาคือ ปลูกเพื่อทำพันธุ์ (หอมน้ำสองหรือหอมต่าว) จะปลูกในช่วงต้นฝนประมาณเดือนเมษายน-พฤษภาคม และปลูกเพื่อการจำหน่าย (หอมปี) จะปลูกในช่วงปลายฝนต้นหนาว ระหว่างเดือนกันยายน-กลางเดือนธันวาคม รูปแบบการผลิตเป็นการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี การผลิตในเชิงเกษตรอินทรีย์ยังมีน้อย ราคาผลผลิตไม่แน่นอน (นวลจันทร์ และคณะ ; 2557)

7.5 งานวิจัยการจัดการเพื่อการเพิ่มผลผลิต ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ (2528) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกในการปลูกหอมแดงในชุดดินเรณู อัตรา 4 ตันต่อไร่ จะให้ผลผลิต 2,740 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ไม่ใส่ปุ๋ยคอกจะให้ผลผลิตเพียง 1,880 กิโลกรัมต่อไร่ และ ที (2540) รายงานว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินนากลุ่มชุดดินที่ 17 เพื่อปลูกหอมแดง วิธีการที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือวิธีการที่ใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตันต่อไร่ และแกลบอัตรา 3 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 14 - 14 - 21 อัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตหอมแดง 3,249 กิโลกรัมต่อไร่ และให้กำไรสุทธิประมาณ 27,238 บาทต่อไร่

การผลิตหอมแดงให้ได้คุณภาพและปริมาณยังขาดข้อมูลแนวทางการจัดการดินที่เหมาะสม โดยเฉพาะในด้านการลดการใช้สารเคมีเพื่อเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์รวม ทั้งในด้านการอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์หอม ด้านการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ หอมแดงจึงเป็นพืชที่สามารถสร้างงานสร้างรายได้ให้กับคนในท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้นี้มาจากต้นทุนที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกันมาก จนน่าเป็นห่วงเรื่องสารพิษตกค้างในผลผลิตซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรผู้ผลิตและประชาชนผู้บริโภค แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง คือแนะนำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนขบวนการผลิตหอมแดงที่พึ่งพิงสารเคมีเป็นหลักให้ลดการใช้สารเคมีลง แล้วมาใช้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ให้มากขึ้น กรมพัฒนาที่ดิน เป็นอีก

หน่วยงานที่สำคัญในการสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาใช้สารอินทรีย์ทดแทนสารเคมี โดยส่งเสริมให้ใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และสารอินทรีย์ชีวภาพต่าง ๆ ที่ผลิตจากสารเร่งจุลินทรีย์ ในชื่อของ “สารเร่ง พด.” ตลอดจนแนะนำให้เกษตรกรมีการปรับสภาพดินด้วยวัสดุปูน เป็นต้น หอมแดงจึง เป็นพืชอาหารอีกชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตเนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในทุกขบวนการผลิตอย่างเข้มข้นและกว้างขวาง ผลผลิตที่ได้จึงมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของสารเคมีหรือสารพิษ ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งผลโดยอ้อมต่อความเสื่อมโทรมของดินและสภาพแวดล้อม กรมพัฒนาที่ดินเป็นอีกหน่วยงานหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตดังกล่าว โดยแนะนำส่งเสริมให้ใช้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยพืชสด และ สารเร่งจุลินทรีย์ ในชื่อของ “สารเร่ง พด.” สำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ชีวภาพ ทดแทนการใช้สารเคมี อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การแนะนำส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์กับการผลิตหอมแดง เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาข้อมูลผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ และเทคโนโลยีของกรมพัฒนาที่ดินให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สำหรับนำไปต่อยอดงานส่งเสริมหรืองานพัฒนาพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพในโอกาสต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105

คำนำ

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2555 - 2559) ในยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การอนุรักษ์เสริมสร้างและพัฒนาทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ยุทธศาสตร์การวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนและสังคมรวมทั้งการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์น้ำและที่เกี่ยวกับภัยธรรมชาติ กลยุทธ์การวิจัยที่ 2 สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการฟื้นฟูบำรุงดินรวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพและการฟื้นฟูบำรุงดิน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ; 2554)

ข้าว เป็นพืชชนิดหนึ่งที่เกษตรกรมีการปลูกต่อเนื่องกันมาอย่างยาวนาน ตั้งแต่อดีต เกษตรกรมีความถนัดในการผลิต จึงนับเป็นพืชที่มีความสอดคล้องกับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และภูมิปัญญา ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญอย่างมากต่อวิถีชีวิตของเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอื่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นทั้งพืชอาหารและเป็นพืชที่สร้างรายได้ให้กับครอบครัว มีการปลูกทั้งข้าวเหนียวและข้าวจ้าว ข้าวเหนียวส่วนใหญ่ปลูกไว้เพื่อการบริโภคในครอบครัว ส่วนข้าวจ้าวนิยมปลูกเพื่อการจำหน่าย พันธุ์ข้าวจ้าวที่นิยมปลูกกันมาก คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากเป็นข้าวพันธุ์ดี คุณภาพข้าวหุงอ่อนนุ่มรสชาติดี และมีกลิ่นหอม เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ สามารถจำหน่ายได้ราคาที่ดี รูปแบบการทำนาส่วนใหญ่จะเป็นนาหว่านข้าวแห้งรอฝน ข้าวมีความผูกพันกับวิถีชีวิตของคนในพื้นที่มายาวนานตั้งแต่อดีต เกษตรกรมีความชำนาญในการผลิตมากกว่าพืชชนิดอื่น ปัจจุบันจึงพบว่าเกษตรกรมีการใช้พื้นที่เพื่อการทำนากันมากกว่าพืชชนิดอื่น แต่ผลผลิตยังไม่ดีตามศักยภาพของพันธุ์ เกษตรกรจึงมีการใช้สารปรับปรุงดิน และปุ๋ยเคมี ชนิดและอัตราที่หลากหลายตามการโฆษณาชวนเชื่อกันมากขึ้น เกิดความเสี่ยงต่อการได้วัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีที่ไม่มีคุณภาพ อันเป็นสาเหตุให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าที่ควรจะเป็น และที่สำคัญการทำนาได้พัฒนาจากการทำนาดำเป็นนาหว่าน แม้จะทำให้เวลาการทำนาลดลง แต่เพิ่มค่าใช้จ่ายคือยาฆ่าหญ้า ที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ปัจจุบันการผลิตข้าวมีการแข่งขันกันอย่างกว้างขวางมากขึ้น ทำให้ต้องเร่งการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีปริมาณมาก เพื่อเพิ่มผลผลิตมากกว่าที่จะปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลให้ดินอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมทั้งทางเคมีและกายภาพ สูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปอย่างรวดเร็ว ดินแห้งแข็งไม่ร่วนซุย ประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารลดลง ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นแต่ได้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า

ดังนั้นเพื่อเป็นการหาแนวทางการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เหมาะสม และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อมุ่งหวังในการลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกร ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 จึงได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งการใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง สามารถเลือกใช้สูตรและอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟตและโพแทสเซียมได้ตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้สามารถใช้ปุ๋ยได้ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพดินซึ่งเป็นแหล่งอาหารของพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ซึ่งข้อมูลที่ชัดเจนเพิ่มขึ้น สนองตอบตัวชี้วัดของกรมฯ และของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ตลอดจนเกิดการศึกษาต่อยอดงานพัฒนาให้ได้ข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่หลากหลายเฉพาะเจาะจงสอดคล้องกับสภาพปัญหาในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการดินตามภาระหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเมื่อรวมกับการจัดการด้านอื่นๆในอนาคตจะทำให้เป็นการเพิ่มมูลค่าและนำไปสู่การรับรองสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของของข้าวขาวดอกมะลิ105
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง
3. วิเคราะห์หาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ขอบเขตการศึกษา

ครอบคลุมเฉพาะการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ 2556
สิ้นสุดเดือน ธันวาคม พ.ศ 2559

สถานที่ดำเนินการ

ดำเนินการในพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของเกษตรกร หมู่ที่ 2 บ้านยาง ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ กลุ่มชุดดินที่ 40B

พิกัด N 446740.68 E 1666066.71 (15 04’10”N 104 30’16”E)

โดยปลูกข้าวปีละ 1 ครั้ง ต่อเนื่องกัน 3 ปี ดังนี้

- ปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2557 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2557 เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว เมื่อ 20 พฤษภาคม 2557 และเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง เมื่อ 30 ธันวาคม 2557

- ปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2558 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2558 เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว เมื่อ 22 พฤษภาคม 2558 และเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองเมื่อ 25 ธันวาคม 2558

- ปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2559 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2559 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว เมื่อ 30 พฤษภาคม 2560 และเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองเมื่อ 20 ธันวาคม 2559

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1.) เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.) ปุ๋ยหมักชีวภาพชีวภาพ พด.12 วัสดุประกอบด้วยปุ๋ยหมัก รำละเอียด สารเร่ง พด.12

3.) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง วัสดุในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงประกอบด้วย กากถั่วเหลือง ปลาป่น หินฟอสเฟต ปุ๋ยคอก รำละเอียด สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล และสารเร่งซุปเปอร์ พด.9

4.) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน เช่น ถุงพลาสติก ถังพลาสติก เสียมหรือพลั่วตักดิน

5.) ถุงตาข่ายสำหรับเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าว และตัวอย่างต้น-ฟางข้าว

6.) ปุ๋ยเคมีสูตรสูตร 16 -16 - 8 สูตร 46 - 0 - 0 และ สูตร 0 - 0 - 60

7.)เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 4 ตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับที่ 1 วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง คือ ไนโตรเจน อัตรา 9 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุหลักที่ได้จากการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด

Treatment	ปุ๋ยมีธาตุหลักที่ใส่ลงไปในดิน (กิโลกรัม:ไร่)		
	N	P_2O_5	K_2O
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	8	8	4
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	9	6	9
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	1.93	1.99	1.52
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.79+4.5	0.48+3	0.56+4.5

2. ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 การคัดเลือกพื้นที่และเตรียมพื้นที่ คัดเลือกพื้นที่เป็นแหล่งผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยจำนวน 16 แปลง ขนาด 10 x 10 เมตร รวมพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ โดยแต่ละแปลงย่อยทำคันนากว้าง 70 เซนติเมตร แบ่งแต่ละแปลงย่อย ส่วนคันนาที่แบ่งแต่ละซ้ำ กว้าง 1 เมตร

2.2 ผลิตปุ๋ยชีวภาพ พด.12 โดยมีส่วนผสมในการผลิต สำหรับจำนวน 100 กิโลกรัม ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม รำข้าว 1 กิโลกรัม ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 จำนวน 1 ซอง เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จนำตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

2.3 ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต ปริมาณ 100 กก. ประกอบด้วย กากถั่วเหลือง 40 กก. หินฟอสเฟต 24 กก. รำละเอียด 10 กก. กระดูกป่น 8 กก.มูลสัตว์ 10 กก. สารเร่งซุปเปอร์พด.1 สารเร่งซุปเปอร์พด.2 และสารเร่งพด.9 อย่างละ 1 ซอง สารเร่งซุปเปอร์พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาลจำนวน 26 - 30 ลิตร เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จนำตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

2.4 การเตรียมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไถเตรียมดินจำนวน 2 ครั้ง คือ ไถดะ 1 ครั้ง และไถแปร 1 ครั้ง (หลังการใส่ปุ๋ยอินทรีย์)

2.5 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ตามที่กำหนดในตำรับการทดลอง กล่าวคือ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7เปอร์เซ็นต์) อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการหว่านพร้อมการไถแปรเตรียมดินก่อนหว่านข้าว (ตารางที่ 6) โดยหว่านกระจายให้ทั่วแปลง และคราดดินกลบ อัตราตามที่กำหนดในตำรับการทดลอง (300 กิโลกรัมต่อไร่)

2.6 การปลูกข้าว ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านข้าวแห้ง เนื่องจากเป็นวิธีการที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปฏิบัติกัน รวมทั้งพื้นที่บริเวณนี้มีการกระจายตัวของน้ำฝนไม่แน่นอน พันธุ์ข้าวที่ใช้คือ ขาวดอกมะลิ 105 ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเป็นการควบคุมให้ปริมาณของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่หว่านในแต่ละแปลงย่อยมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ จึงต้องชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับใช้แต่ละแปลงย่อย คือ 0.95 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย (ขนาด 10 x 10 เมตร) แบ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวออกเป็นสองส่วน แล้วหว่านสลับกันสองครั้งต่อแปลงย่อย โดยหว่านข้าวหลังการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งช่วงเวลาการหว่านข้าวในแต่ละปี แสดงในตารางที่ 6

2.7 การดูแลรักษา

1.) การใส่ปุ๋ยเคมี ในวิธีการที่กำหนดให้ใช้ปุ๋ยเคมี ตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่คือไนโตรเจน 9 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 9 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 6 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นเพื่อให้ได้ธาตุอาหารหลักตามที่กำหนด จึงใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 16 - 8 อัตรา 56.25 กิโลกรัมต่อไร่ (ซึ่งจะได้ไนโตรเจน 9 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 9 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 4.5 กิโลกรัมต่อไร่) โพแทสเซียมยังขาดอีก 1.5 กิโลกรัม จึงเพิ่มด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 0 - 0 - 60 อัตรา 2.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีของเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46 - 0 - 0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกวิธีการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่1 (Top dress 1) ใส่ระยะข้าวแตกกอ หรือหลังจากหว่านข้าวประมาณ 40 วัน และครั้งที่ 2 (Top dress 2) ใส่ระยะที่ข้าวกำเนิดช่อดอก หรือหลังจากหว่านข้าวประมาณ 60 วัน

2.) การกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช การเก็บวัชพืชออกจากแปลง และใช้สารป้องกันและกำจัดโรคแมลงดำเนินการตามความเหมาะสม

3.) การควบคุมระดับน้ำในแต่ละแปลงย่อย ตรวจสอบคันนาให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์สามารถกักเก็บน้ำได้ หากพบชำรุดทำการแก้ไขเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำในแต่ละแปลงย่อย

4.) การเก็บเกี่ยวข้าว เก็บเกี่ยวเมื่อรวงข้าวในแปลงสุกเหลืองเต็มที่ โดยรวงจะโน้มลง เมล็ดในรวงมีสีฟางหรือเหลือง โคนรวงมีเมล็ดเขียวบ้างเล็กน้อย หรือที่เรียกว่า ระยะพลับพลึงซึ่งเป็นระยะหลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 30 - 35 วัน (ประภาส ; 2531) โดยการเกี่ยวด้วยมือ ซึ่งช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวในแต่ละปีจะอยู่ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน - ต้นธันวาคม ตามตารางที่ 6

5.) การจัดการตอซังหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ทำการไถกลบตอซังและเศษฟางข้าวรวมไปถึงวัชพืชในแปลงคลุกเคล้าลงไปในดิน ประมาณปลายเดือนพฤศจิกายน ของทุกปี ซึ่งช่วงเวลาการไถกลบตอซังในแต่ละปี ตามตารางที่ 6

2.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.) เก็บบันทึกรายละเอียดสภาพพื้นที่ (Site characterization)

2.) ข้อมูลดิน ก่อนการทดลองของแต่ละปี เก็บตัวอย่างดินระดับความลึก 0 -15 ซม. โดยเก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ บริเวณด้านบนของแปลง ส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง

แล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกมา 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละวิธีการ จำนวน 16 ตัวอย่าง ซึ่งช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม และหลังการทดลองอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม ตามตารางที่ 6 นำส่งตัวอย่างดินที่กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 เพื่อวิเคราะห์พีเอชดิน (pH) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง pH meter ใช้ ดิน : น้ำ อัตราส่วน 1 : 1 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ Walkley Black modified acid-dichromate digestion, FeSO4 titration method (Walkley and Black ; 1947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai.P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurt ; 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extr.K ;Available Potassium) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc1N pH 7 และวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (K) ด้วยเครื่อง Flame spectrophotometer (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน ; 2547) หลังการทดลองปี 2559 และ 2560 เก็บตัวอย่างดิน เช่นเดียวกับก่อนการทดลอง กล่าวคือ แยกตามวิธีการ บริเวณด้านบนของแปลง ส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง แล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกมา 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละวิธีการ รวม 16 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนธันวาคม ตามตารางที่ 6 และส่งวิเคราะห์สมบัติดินเช่นเดียวกับก่อนการดำเนินงานทดลอง

ตารางที่ 6 ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างดิน การใส่ปุ๋ย การปลูกและเก็บเกี่ยวข้าว

กิจกรรม	ปี		
	2557	2558	2559
1. การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว			
ก่อนปลูกข้าว	20 พ.ค	22 พ.ค	30 พ.ค
หลังการเก็บเกี่ยว	30 ธ.ค	25 ธ.ค	20 ธ.ค
2. การเตรียมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์	9 มิ.ย	10 มิ.ย	20 มิ.ย
3. การปลูกข้าว	10 มิ.ย	12 มิ.ย	21 มิ.ย
4. การใส่ปุ๋ยเคมี			
ครั้งที่1 (Top dress 1)หลังหว่าน 40 วัน	20 ก.ค	22 ก.ค	31 ก.ค
ครั้งที่2 (Top dress 2)หลังหว่านข้าว60 วัน	11 ส.ค	14 ส.ค	20 ส.ค
5. การเก็บเกี่ยวข้าว	30 พ.ย	1 ธ.ค	27 พ.ย
6. การไถกลบตอซังข้าว	5 ธ.ค	5 ธ.ค	5 ธ.ค

3.) ข้อมูลสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 พบว่าโดยเฉลี่ยมีค่าพีเอช 6.5 อินทรียวัตถุ 30.46 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน 2.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 2.42 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K_2O) 1.84 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวกที่ 6)

4.) ข้อมูลสมบัติของปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 เก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 และกลุ่มวิจัยและพัฒนาจุลินทรีย์ทางการเกษตรกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 พบว่ามีพีเอชเท่ากับ 7.9 อินทรียวัตถุ 11 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้ ไนโตรเจน 0.36 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.22 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K_2O) 0.27 เปอร์เซ็นต์ มีจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน 3.4×10^4 จุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส 3.5×10^6 จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม 2.5×10^6 จุลินทรีย์สร้างฮอร์โมนพืช 3.6×10^4 (ตารางภาคผนวกที่ 3 และ 4)

5.) ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวในช่วงการเก็บเกี่ยวข้าว จากทุกวิธีการ ในพื้นที่ 2 x 2 ตารางเมตร วิธีการละ 2 จุด นำไปผึ่งให้แห้ง วัดความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์ นำแต่ละตัวอย่างไปเก็บข้อมูล ดังนี้

- ความสูงของข้าว เก็บข้อมูลในช่วงเก็บเกี่ยว โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้น ของแต่ละวิธีการ
- นับจำนวนต้นต่อตัวอย่าง วัดความสูงแต่ละต้น และชั่งน้ำหนักต้นรวม
- นับจำนวนรวงต่อตัวอย่าง และนวดเอาเมล็ด นำไปชั่งเป็นข้อมูลผลผลิตข้าว แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย
- นำเมล็ดข้าวที่ได้จากแต่ละตัวอย่าง สุ่มไปชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ด และ แยกเมล็ดดี เมล็ดลีบ และคำนวนหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และเมล็ดลีบ

6.) เก็บข้อมูลราคาผลผลิตข้าวเปลือกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ราคาปุ๋ยเคมีตามราคาตลาดและแรงงานในการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อหาผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ

7.) เก็บบันทึกข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่าง ๆ ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าดูแลรักษา ค่าวัสดุการเกษตร ค่าเก็บเกี่ยว แยกตามวิธีการ เพื่อหาค่าผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ

2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลอง ดังนี้

1.) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance (ANOVA)) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.) เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และวิจารณ์ สมบัติทางเคมีของดิน

3.) วิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ จากข้อมูล ผลผลิตข้าวต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่) ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท) มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท) ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท) และผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.รายละเอียดสภาพพื้นที่ (Site characterization)

จากการสำรวจและตรวจวิเคราะห์พื้นที่ที่ดำเนินการวิจัย โดยกลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ให้ข้อมูลว่า พื้นที่แปลงวิจัยบ้านยาง ตำบลยาง อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ อยู่ในชุดดินโนนแดง (Ndg-sLB) สถิระ และคณะ (2558) ให้รายละเอียดชุดดิน ดังนี้ ชุดดินโนนแดง (Nondang series : Ndg-sLB) จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40B

การจำแนกดิน (USDA) : Coarseloamy,siliceous,semiactive,isohyperthermic Aquic Hapustalfs.

สภาพพื้นที่ : ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความลาดชัน 1 - 5 เปอร์เซ็นต์

ภูมิสัณฐาน : พื้นที่เกือบราบหรือที่เกือบราบ (peneplain)

วัตถุต้นกำเนิด : เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบที่ถูกชะมาทับถมอยู่บริเวณพื้นที่เหลือค้างจาการกัดกร่อน

การระบายน้ำ : ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว การซึมผ่านได้ของน้ำ : ปานกลาง

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน : ปานกลาง

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วน สีเทาหรือสีเทาปนน้ำตาล ปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทรายในตอนล่างลึก ๆ สีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาปนชมพูในดินล่างลึกลงไป พบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีเหลืองปนแดงภายในความลึกก่อน 100 เซนติเมตร จากผิวดิน อาจพบก้อนเหล็กสะสมในดินล่าง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ในดินบน และเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.5) ในดินล่าง บางบริเวณอาจได้รับอิทธิพลจากดินเค็มที่พบใกล้เคียง ข้อจำกัด เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อขาดแคลนน้ำสำหรับพืชในฤดูเพาะปลูก ข้อเสนอแนะ : ดินมีโอกาสขาดแคลนน้ำได้โดยเฉพาะในช่วงฝนทิ้งหากใช้ปลูกข้าว และทำทางระบายน้ำออกจากพื้นที่หากใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น ควรมีระบบการจัดการน้ำเพื่อให้พอเพียงต่อความต้องการของพืชในช่วงหน้าแล้ง ควรจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมกับชนิดพืช

สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าอินทรียวัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ความอิ่มตัวเบส ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในทุกระดับความลึกของดิน 0 - 25, 25 - 50 และ 50 - 100 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในระดับต่ำ

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 พีเอชดิน (pH)

พื้นที่แปลงวิจัยอยู่ในชุดดินโนนแดง (Ndg-sLB) กลุ่มชุดดินที่ 40B ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการ (ปี 2557) ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าค่าพีเอชดินวัดได้ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 4.0 - 4.7 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) ถึงกรดจัดมาก (very strongly

acid) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีค่าพีเอชดินสูงสุด (pH 4.7) และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีค่าพีเอชดินในลำดับรอง (pH 4.4) ซึ่งทั้งสองตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีค่าพีเอชดิน 4.1 และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีค่าพีเอชดินต่ำสุด คือ 4.0 ซึ่งทั้งสองตำรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ทุกตำรับการทดลองมีค่าพีเอชดิน เฉลี่ย 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ปี 2559) หลังเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าค่าพีเอชดินเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง วัดได้ค่าพิสัย อยู่ในช่วง 5.0 - 5.3 (เฉลี่ย 5.1) ซึ่งยังอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวไม่มีการจัดการดิน และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง วัดค่าพีเอชดินได้ 5.0 เท่ากัน ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีค่าพีเอชดิน วัดได้ 5.1 และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีค่าพีเอชดินวัดได้ 5.3 ซึ่งทุกตำรับการทดลองค่าพีเอชดินอยู่ในระดับเป็นกรดจัด (strongly acid) เช่นกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามตารางที่ 7 และ เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชดินในแต่ละตำรับการทดลองระหว่างก่อนการทดลอง (2557) กับหลังการทดลอง (2559) ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าทุกตำรับการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 12)

ตารางที่ 7 ค่าพีเอชดิน (pH) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	pH (ดิน:น้ำ 1:1)	
	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง(2559)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	4.7a	5.0a
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4.4ab	5.0a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4.0c	5.1a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4.1abc	5.3a
เฉลี่ย	4.3	5.1
F-test	*	ns
C.V. (%)	4.93	3.52

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

หลังการทดลอง ค่าพีเอชดินเฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 5.1 อยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์และประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดินของกรมพัฒนาที่ดินระหว่างปี 2547 - 2552 ซึ่งเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศไปวิเคราะห์ พบว่า พีเอชดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในช่วงกรดจัดถึงกรดจัดมาก โดยมีค่าพีเอชดินอยู่ระหว่าง 4.6 - 5.5 คิดเป็นร้อยละ 53.81 ของข้อมูลที่เก็บจากทั้งประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558) ถึงแม้ทุกตำรับการทดลอง มีค่าพีเอชดินหลังการทดลองที่เพิ่มขึ้น แต่โดยเฉลี่ยแล้วยังอยู่ในระดับที่ดินเป็นกรดจัด แสดงให้เห็นว่าอินทรียวัตถุที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 รวมถึงการไถกลบตอซังและเศษวัชพืช ไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชดิน ซึ่งสอดคล้องกับ ปัทมา (2558) อธิบายว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอื่นๆ การย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นโดยอาศัยจุลินทรีย์ในดินที่ต้องการออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญ ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมักเป็นพวกออกไซด์ เช่น ไนเตรต (NO_3^-) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ และพลังงาน อินทรียวัตถุในดินมีผลโดยตรงต่อสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพและเคมีของดิน สำหรับผลในด้านเคมี ถึงแม้ว่าจะไม่มีผลต่อการทำให้ค่าพีเอชดินเพิ่มขึ้น แต่อินทรียวัตถุช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอชดิน (buffer capacity) เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีจำนวนประจุลบอยู่เป็นจำนวนมากสามารถจะดูดซับไอออนบวกได้เป็นปริมาณมากด้วย ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุสูงสามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชได้ดี

อย่างไรก็ตาม เจริญ และคณะ (2540) ได้อธิบายไว้ว่าดินเป็นกรด เป็นดินที่มีปัญหาทั้งในด้านเคมี ชีวภาพและกายภาพ ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกพืช โดยพบว่าดินกรดจะมีอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้และปริมาณความอิ่มตัวด้วยอะลูมินัม (Al-saturation) สูงกว่าดินปกติ แต่มีปริมาณจุลินทรีย์ในดินต่ำ ซึ่งปริมาณอะลูมินัมและปริมาณความอิ่มตัวด้วยอะลูมินัมในสารละลายดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความเป็นกรดของดินและกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช จึงอาจกล่าวได้ว่าความเสียหายที่เกิดจากความเป็นกรดของดินต่อพืชเกิดจากอะลูมัมเป็นเรื่องหลัก ดังนั้นการปรับปรุงดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด จึงขึ้นกับการจัดการปริมาณอะลูมินัมในดินเป็นสำคัญ ซึ่งแนวทางการยกพีเอชดินให้สูงขึ้นที่สำคัญได้แก่การใส่ปูน แต่การใช้อินทรียวัตถุตลอดจนการเลือกพันธุ์และชนิดของพืชที่ทนทานต่ออะลูมินัม ก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งในส่วนของการใช้อินทรียวัตถุมีรายงานว่า สารประกอบที่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กในอินทรียวัตถุ เช่น กรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะเกิดปฏิกิริยาเชิงซ้อนกับอะลูมินัมได้ง่าย ทำให้อะลูมินัมในสารละลายดินลดลงได้ในดินที่มีอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ พด.12 และมีการจัดการตอซังด้วยการไถกลบหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งมีส่วนทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ซึ่งการที่มีอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้น มีส่วนทำให้อะลูมินัมในสารละลายดินลดลง และน่าจะมีส่วนทำให้ค่าพีเอชของดินหลังการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ เจริญ และคณะ (2540) ที่อ้างถึง Tawonmas at al. (1984) ว่าการใช้ปุ๋ยหมักเพื่อแก้

ความเป็นพิษของของอะลูมินัมในดิน kaoliniite Paleustult ปรากฏว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะช่วยเพิ่มค่าพีเอชของดินให้สูงขึ้นจาก 4.5 เป็น 4.7 และลดปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินจาก 303 mg/kg เป็น 216 mg/kg นอกจากนั้น เรวัติ และคณะ (2538) ได้มีการศึกษาเบื้องต้นเพื่อการจัดการดินกรดในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชุดดินพลวงด้วยวัสดุปูน และปุ๋ยหมัก ทั้งที่ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งและใช้ร่วมกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ก็ช่วยทำให้ค่าพีเอชดินเพิ่มสูงขึ้นได้ แต่จะมีความแปรปรวนตามฤดูกาลหรือตามปริมาณความชื้นในดิน เช่นเดียวกับตำรับการใช้ปูนอัตรา 300 กิโลกรัมCCE ต่อไร่ สอดคล้องกับ วรรณลดา และคณะ (2534) ที่จัดการชุดดินปากช่องด้วยปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ซึ่งพบว่าปุ๋ยหมักนอกจากจะมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสในดินแล้ว ยังช่วยทำให้ความชื้น และค่าพีเอชดินเพิ่มสูงขึ้น

ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตามค่าวิเคราะห์ดิน สุวรรณภา และกัญญาพร (2556) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้ค่าพีเอชของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมแคลเซียม และแมงกานิส ในดินมีค่าที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง สอดคล้องกับ มาทินี และคณะ (2554) ซึ่งให้ข้อมูลว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปุ๋ยพืชสดคือถั่วพุ่มสามารถยกระดับค่าพีเอชดินให้สูงขึ้น

2.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC)

คือค่าการนำไฟฟ้าของดินจากสารละลายที่สกัดจากดินขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$C มีหน่วยเป็น dS/m ก่อนการทดลองพบว่าทุกวิธีการทดลองมีค่าความเค็มอยู่ในระดับปกติ หรือไม่มีความเค็ม โดยมีค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) อยู่ระหว่าง 0.02 - 0.03 dS/m เฉลี่ย 0.022 dS/m ซึ่งอยู่ในระดับที่ปกติ ไม่มีความเค็ม ตามเกณฑ์ประเมินระดับความเค็มของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 5) และทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าทุกวิธีการทดลองค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลอง โดยมีค่า EC อยู่ระหว่าง 0.02 - 0.03 dS/m เฉลี่ย 0.022 dS/m ซึ่งอยู่ในระดับที่ปกติ ไม่มีความเค็ม และทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับก่อนการทดลอง ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	EC (dS/m)	
	ก่อนการทดลอง(2557)	หลังการทดลอง(2559)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	0.02a	0.02a
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.02a	0.03a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.03a	0.02a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.02a	0.02a
เฉลี่ย	0.022	0.022
F-test	ns	ns
C.V. (%)	29.63	34.74

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

2.3.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : OM)

ผลการวิเคราะห์ดิน ก่อนดำเนินการ (ปี 2557) ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าระหว่าง 0.36 - 0.59 เปอร์เซ็นต์ ได้ค่าเฉลี่ย 0.477 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมากตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน และพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในตำรับการทดลองส่วนใหญ่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด (OM 0.59 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (OM 0.50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งตำรับการทดลองนี้ก็ไม่แตกต่างกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร (OM 0.46 เปอร์เซ็นต์) ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด (OM 0.36 เปอร์เซ็นต์) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณอินทรียวัตถุจากตำรับอื่น ๆ ตามตารางที่ 9

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ปี 2559) หลังเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่น ๆ วัดปริมาณอินทรียวัตถุได้ 0.74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกร มีปริมาณอินทรียวัตถุที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกัน แต่มีค่าที่

เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองเช่นกัน โดยวัดปริมาณอินทรียวัตถุได้ 0.64, 0.55, และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามตารางที่ 9 อย่างไรก็ตามแม้ว่าในทุกตำรับการทดลอง จะมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง แต่ปริมาณอินทรียวัตถุยังอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุในแต่ละตำรับการทดลองระหว่างก่อนการทดลอง (2557) กับหลังการทดลอง (2559) ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าทุกตำรับการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 13)

ตารางที่ 9 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter : OM) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	OM (%)	
	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	0.46b	0.55b
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.36c	0.55b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.59a	0.74a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.50ab	0.64ab
เฉลี่ย	0.47	0.62
F-test	*	*
C.V. (%)	12.06	13.66

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

หลังการทดลองปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนการทดลองในทุกตำรับการทดลอง ทั้งในตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกร และตำรับที่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง) และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเหตุผลที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นในตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนหนึ่งมาจากการไถกลบลงไปในดินพร้อมวัชพืชต่าง ๆ ในช่วงการไถดะเตรียมดิน ซึ่งในแต่ละตำรับมีน้ำหนักแห้งตอซังข้าวในนาแต่ละปีมี เฉลี่ย 1,289 1,005 และ 1,058 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ เฉลี่ย ทั้ง 3 ปี 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 14 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะโดยทั่วไปในนาข้าวจะมีตอซังและฟางข้าวในปริมาณ 0.32-1.6 ตันต่อไร่ (กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน ; 2540) ดังนั้นจึงมีส่วนในการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้ ซึ่งสอดคล้องกับ เครือมาศ (2554) ที่รายงานว่า การใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผา ในดินชุดกำแพงแสนในกระถางเพื่อปลูกข้าวพันธุ์

ปทุมธานี 1 ในกระถาง หลังจากการปลูกข้าวหนึ่งฤดูกาลได้วิเคราะห์คุณสมบัติของดินเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของดินก่อนการเพาะปลูก พบว่าหลังจากการเพาะปลูกข้าวในดินผสมฟางข้าวแห้งมี ธาตุอาหารเปอร์เซ็นต์ OM และ เปอร์เซ็นต์ OC มากที่สุด และมีค่า P และ K ในดินสูงกว่าดินธรรมดา และมีค่า bulk density น้อยที่สุด ชี้ให้เห็นว่าฟางข้าวแห้งมีแนวโน้มที่จะใช้ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดการไถพรวนและมีแนวโน้มในการเก็บกักธาตุคาร์บอนไว้ในดินในพื้นที่ปลูกข้าวได้มากที่สุด ซึ่งฟางแห้งสับช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์ OC เป็น 2.02 ซึ่งมากกว่าการปลูกข้าวในดินธรรมดาที่มีเปอร์เซ็นต์ OC เป็น 1.80 ร้อยละ 11 และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลโดยอ้อมจากการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อสมบัติของดิน นิพนธ์ และ วรรณวิภา (2561) ให้ข้อมูลว่าจากการศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกอ้อย พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสองเท่าของอัตราแนะนำ มีส่วนทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น โดยอธิบายได้ว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยดีขึ้นทั้งในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินหรือระบบราก กล่าวคือทำให้อ้อยมีระบบรากเพิ่มขึ้นผันแปรตามอัตราของปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งรากอ้อยจะปลดปล่อย สารอินทรีย์ (Root exudate) ที่ง่ายต่อการย่อยสลาย และไปกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในบริเวณรากพืช จากกระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ และเพิ่มอินทรียวัตถุในดินมากขึ้น และจากการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุของดินในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนนอกจากมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุแล้ว ยังส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เพราะโดยทั่วไปฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หลังจากการใส่ปุ๋ยเคมีมีสูญเสียง่ายจากการชะล้าง (Leaching) โดยเฉพาะในดินที่มีลักษณะดินทราย ดังนั้น อินทรียวัตถุของดินที่เพิ่มขึ้นสามารถดูดยึดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลังจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมปลูกสองเท่าของคำแนะนำและป้องกันการสูญเสียโดยการชะล้าง

สำหรับในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 เหตุผลที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง เนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด. 12 มีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เฉลี่ยเท่ากับ 30.43 และ 11.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ดังนั้น เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้ประมาณ 25.07 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้ประมาณ 24.19 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองจึงพบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ที่เพิ่มขึ้น

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการทดลอง (ปี 2557) ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก มีค่าระหว่าง 2.0 - 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำมาก - ต่ำ ได้ค่าเฉลี่ย 3.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน และตำรับการทดลองส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด โดยมีค่า Available P 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับอื่น ๆ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เท่ากัน ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำสุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับอื่น ๆ ตามตารางที่ 10 การที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก เหตุผลส่วนหนึ่งน่าจะมาจากพื้นที่แปลงทดลอง เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวมาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตข้าว รวมไปถึงการที่ดินก่อนการทดลองมีค่าพีเอชดินอยู่ในระดับที่เป็นกรดรุนแรงจึงมีผลทำให้ ฟอสฟอรัสในดินถูกตรึง ทำให้ผลวิเคราะห์ดินหลังการทดลองมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับที่ต่ำมาก ตามตารางที่ 10

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ปี 2559) หลังเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าในทุกตำรับการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด วัดได้ 9.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่าที่ได้จากตำรับอื่น ๆ สำหรับในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกัน วัดได้ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เท่ากันแต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์ประเมินระดับสมบัติของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำหรับในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ วัดได้ 7.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่าที่ได้จากตำรับอื่น ๆ ตามตารางที่ 9 อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในทุกตำรับยังคงอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในแต่ละตำรับการทดลองระหว่างก่อนการทดลอง (2557) กับหลังการทดลอง (2559) ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าทุกตำรับการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 14)

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	Available P (mg/kg)	
	ก่อนการทดลอง 2557	หลังการทดลอง 2559
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	2c	5c
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	5a	7b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4b	5c
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4b	9a
เฉลี่ย	3.75	6.5
F-test	*	*
C.V. (%)	14.05	12.64

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

เหตุผลที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง เนื่องมาจากทุกตำรับการทดลองไม่มีการเผาตอซัง แต่มีการไถกลบลงไปในดินพร้อมวัชพืชต่าง ๆ ในช่วงการไถดะเตรียมดิน ซึ่งในแต่ละตำรับมีน้ำหนักแห้งตอซังข้าวในนาแต่ละปีมี เฉลี่ย 1,289, 1,005 และ 1,058 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ เฉลี่ย ทั้ง 3 ปี 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 14 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติเพราะโดยทั่วไปในนาข้าวจะมีตอซังและฟางข้าวในปริมาณ 0.32 - 1.6 ตันต่อไร่ (กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน ; 2540) ซึ่งจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในฟางข้าวพบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 0.14 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2535) เมื่อคิดจากน้ำหนักฟางที่เหลือในแปลงนา สามารถให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลงไปในดินได้ เฉลี่ย 1.56 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับ เครือมาศ (2554) รายงานการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผาในดินชุดกำแพงแสนในกระถางเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในกระถาง หลังจากการปลูกข้าวหนึ่งฤดูกาลได้วิเคราะห์สมบัติของดินเปรียบเทียบกับสมบัติของดินก่อนการเพาะปลูก พบว่าหลังจากการเพาะปลูกข้าวในดินผสมฟางข้าวแห้ง มีค่าฟอสฟอรัสในดินสูงกว่าดินธรรมดา โดยดินผสมฟางข้าวแห้ง มีค่าฟอสฟอรัส 101.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในดินธรรมดา มีค่าฟอสฟอรัส 97.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าดินก่อนการปลูกข้าว คือมีค่า 65.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งฟอสฟอรัสที่ได้จากการไถกลบตอซัง ในภาพรวมทำให้ระบบนิเวศทางดินดีขึ้น (ประเสริฐ และคณะ ; 2529)

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงหลังการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น เหตุผลส่วนหนึ่งเนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับใส่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้กับดินได้ 1.99 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง เนื่องจากคุณสมบัติหลักในปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ประกอบด้วยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับช่วยเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้กับดินได้ประมาณ 0.48 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับ วรรณลดา และคณะ (2534) ที่ศึกษาการจัดการชุดดินปากช่องด้วยปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ พบว่ามีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสในดิน และทำให้ความชื้น และค่าพีเอชดินเพิ่มสูงขึ้น ยงยุทธ และคณะ (2551) ให้ข้อมูลว่าโดยทั่วไปธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมักมีต่ำกว่า 1เปอร์เซ็นต์ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีในดิน ส่วนฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักสามารถปลดปล่อยออกมาในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ 20 - 40 เปอร์เซ็นต์ โดยกระบวนการ minerralization การใส่ปุ๋ยหมักจึงเป็นการเพิ่มระดับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองจึงพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว

นอกจากนั้น การที่สมบัติของดินหลังการทดลองมีค่าพีเอชดินที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับที่เป็นกรดแก่มีค่าพีเอชดินระหว่าง 5.0 - 5.3 ซึ่งเป็นผลมาจากการไถกลบฟางหรือตอซังข้าว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งในสภาพดินที่เป็นกรดแก่ดังกล่าว ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะไม่ถูกตรึง แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาในสารละลายดินได้อย่างปกติหรือเพิ่มขึ้น แต่ในดินกรดจัดเหล็กและอะลูมินัมละลายได้ดี จึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต (ศิราณี ; 2557) ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินจะคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่าย และมีปริมาณมากที่ค่าพีเอชของดินช่วงหนึ่ง ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนั้น ๆ ก็เปลี่ยนสภาพเป็นรูปที่ยากที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชดึงดูดไปใช้ได้ง่ายเมื่อดินมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0 - 7.0 ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดินก็ลดน้อยลง เพราะไปทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินได้ง่ายขึ้น และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ปุ๋ยฟอสเฟตที่เราใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้มากที่สุดก็เมื่อดินมีค่าพีเอชดินอยู่ในช่วงดังกล่าว ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเราเรียกว่าฟอสเฟตถูกตรึง ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้นไปกว่านี้ได้อีก ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงค่าพีเอชดังกล่าวข้างต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541)

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดหลักมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน แต่การสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดิน จึงสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้ เช่นเดียวกับไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-}) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่า แม้ในดินจะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง นอกจากนั้นแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไปดินประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่ควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินเพราะยิ่งจะทำให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยากับธาตุต่าง ๆ ในดินได้เร็วยิ่งขึ้น แต่ควรจะใส่แบบเป็นจุดหรือโรยเป็นแถบให้ลึกลงไปในดินในบริเวณรากของพืช ปุ๋ยฟอสเฟตนี้ถึงแม้จะอยู่ใกล้ชิดกับรากก็จะไม่เป็นอันตรายแก่รากแต่อย่างใด (ปิยะ ; 2553)

2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการ (ปี 2557) ที่ระดับความลึก 0 -15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าระหว่าง 15.0 - 22.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่าเฉลี่ย 18.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง ตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตร และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าตำรับอื่น วัดได้ 22 และ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองตำรับนี้มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับที่ปุ๋ยหมักชีวภาพพด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่ต่ำกว่า วัดได้ 17 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองตำรับนี้มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตามตารางที่ 11 อย่างไรก็ตามในทุกตำรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์คงอยู่ในระดับต่ำมากตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ปี 2559) หลังเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงจากก่อนการทดลองเล็กน้อย วัดได้ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองเล็กน้อย วัดได้ 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยทั้งสองตำรับมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตร ซึ่งมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์วัดได้ 24 และ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จากทั้งสองตำรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่า

ตำรับการทดลองส่วนใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ยกเว้นตำรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงซึ่งมีค่าลดลงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จากทุกตำรับยังอยู่ในระดับต่ำมาก-ต่ำ ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในแต่ละตำรับการทดลองระหว่างก่อนการทดลอง (2557) กับหลังการทดลอง (2559) ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 15)

ตารางที่ 11 ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K : mg/kg) ของดินก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	Exchangeable K (mg/kg)	
	ก่อนการทดลอง 2557	หลังการทดลอง 2559
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	22a	28a
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	21a	24a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	15b	18b
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	17b	16b
เฉลี่ย	18.75	21.50
F-test	*	*
C.V. (%)	12.51	10.95

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

หลังการทดลองจะเห็นได้ว่าตำรับการทดลองส่วนใหญ่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง สาเหตุเนื่องมาจากทุกตำรับการทดลองไม่มีการเผาตอซัง แต่มีการไถกลบลงไปในดินพร้อมวัชพืชต่าง ๆ ในช่วงการไถดะเตรียมดินของทุกฤดูการผลิต ซึ่งในแต่ละตำรับมีน้ำหนักแห้งตอซังข้าวในนาแต่ละปี เฉลี่ย 1,289, 1,005 และ 1,058 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ เฉลี่ย ทั้ง 3 ปี 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 15 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะโดยทั่วไปในนาข้าวจะมีตอซังและฟางข้าวในปริมาณ 0.32 - 1.6 ตันต่อไร่ (กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน ; 2540) ซึ่งจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในฟางข้าวพบว่ามีโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.20

เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2535) เมื่อคิดจากน้ำหนักฟางที่เหลือในแปลงนา สามารถให้โพแทสเซียมลงไปในดินได้ เฉลี่ย 13.41 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ เครือมาศ (2554) ที่รายงานการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผา ในดินชุดกำแพงแสนในกระถางเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในกระถาง หลังจากการปลูกข้าวหนึ่งฤดูกาลได้วิเคราะห์คุณสมบัติของดินเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของดินก่อนการเพาะปลูก พบว่าหลังจากการเพาะปลูกข้าวในดินผสมฟางข้าวแห้งมีธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินสูงกว่าดินธรรมดา โดยในดินที่ใส่ฟางข้าวแห้งมีปริมาณโพแทสเซียม 88.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในดินธรรมดามีปริมาณโพแทสเซียม 61.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 หลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เหตุผลนอกจากไม่มีการเผาตอซัง แต่มีการไถกลบลงไปในดิน แล้วส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งมีโพแทสเซียม 1.84 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง(ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับใส่โพแทสเซียมให้กับดินได้ 1.52 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7เปอร์เซ็นต์) อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับใส่โพแทสเซียมให้กับดินได้ 0.59 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีเกษตรกร ที่ใช้ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองมากกว่าทุกตำรับ สาเหตุส่วนหนึ่งน่าจะเนื่องมาจากมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนการทดลองที่สูงกว่าทุกตำรับอยู่แล้ว และเมื่อมีการไถกลบตอซังลงไปในดินพร้อมวัชพืชต่าง ๆ ในช่วงการไถดะเตรียมดิน ซึ่งในฟางข้าวมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 1.20 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2535) จึงช่วยให้ได้ปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น และอีกส่วนหนึ่งด้วยตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตที่ต่ำ โพแทสเซียมจึงถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตข้าวที่น้อยกว่า

โพแทสเซียมในดินส่วนมากจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ รากพืชจะดูด K^+ จากดินด้วยกลไกที่มีความจำเพาะเจาะจง โพแทสเซียมในดินทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ 1.) โพแทสเซียมอิออน (K^+) ในสารละลายดิน 2.) โพแทสเซียมที่ดูดซับบนผิวคอลลอยด์ดิน ที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ 3.) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ จะถูกตรึงอยู่ในหลืบของแร่ดินเหนียว 4.) เป็นส่วนประกอบของแร่ ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นในดินที่มีแร่ดินเหนียวเป็นส่วนประกอบจะมีโพแทสเซียมในดินสะสมอยู่ในปริมาณมาก (ยงยุทธ และคณะ ; 2551) การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้คือ โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และโพแทสเซียมในสารละลายดิน (Soluble K) การเป็นไปของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อ Soluble K สูญเสียไปกับการดูดกินของพืชหรือมีการสูญเสียไปกับการชะละลาย Exchangeable K ก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาทดแทน โพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน (K^+) เท่านั้นที่พืชจะดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์

ได้ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก (K^+) พืชก็ยังดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ไม่ได้ อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำในดิน หรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียวก็ได้ ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้สูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืช ก็สามารถดึงดูดธาตุนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ๆ พอกันกับเมื่อมันละลายอยู่ในน้ำในดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจจะใส่แบบคลุกเคล้าให้เข้ากับดินก่อนปลูกพืชได้ หรือจะใส่โดยโรยบนผิวดิน แล้วพรวนกลบก็ได้ถ้าปลูกพืชไว้ก่อนแล้ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541)

อย่างไรก็ตามแม้ผลวิเคราะห์ดินหลังการทดลองพบว่าทุกตำรับการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าระหว่าง 18 - 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำตามเกณฑ์ประเมินระดับสมบัติของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์และประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดินของกรมพัฒนาที่ดินระหว่างปี 2547 - 2552 โดยเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศไปวิเคราะห์ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำโดยมีค่าน้อยกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากภูมิภาคนี้ดินเป็นดินร่วนปนทรายวัตถุต้นกำเนิดมาจากหินทรายที่มีแร่ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมน้อยอยู่แล้วตามธรรมชาติ แม้จะใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแต่ดินมีข้อจำกัดในการดูดซับธาตุโพแทสเซียมได้น้อยหรืออาจมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้ภาคนี้ดินมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์น้อยในปัจจุบัน นอกจากนั้น การใช้ดินมาอย่างต่อเนื่องโดยมีการบำรุงรักษาไม่ถูกต้องทำให้ธาตุอาหารพืช ซึ่งแต่เดิมก็มีน้อยอยู่แล้วถูกพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตยิ่งทำให้มีปริมาณที่ต่ำลง (ผลผลิตข้าว 1 ตันทำให้ดินสูญเสียโพแทสเซียม 27 กิโลกรัม (สรสิทธิ์ ; 2535)

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

3.1 ผลผลิตข้าว

ปี 2557 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ยระหว่าง 390 - 477 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ย 442.20 กิโลกรัมต่อไร่) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงที่สุด เฉลี่ย 477 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยให้ผลผลิตข้าว 458 และ 443 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ทั้งตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ให้ผลผลิตข้าวที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกร) ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่ำที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับผลผลิตข้าวจากตำรับการทดลองอื่น ๆ โดยมีผลผลิต 390 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 12

ปี 2558 ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ยระหว่าง 388 - 449 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ย 424.78 กิโลกรัมต่อไร่) โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงที่สุด เฉลี่ย 449 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โดยให้ผลผลิตข้าว 445 และ 415 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกร) ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่ำที่สุด ผลผลิต 388 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อย่างไรก็ตามทุกตำรับการทดลองให้ผลผลิตข้าวที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 12

ปี 2559 ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ยระหว่าง 329 - 400 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ย 380.05 กิโลกรัมต่อไร่) โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงที่สุด เฉลี่ย 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตข้าวเท่ากันคือ 395 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ทั้งตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ให้ผลผลิตข้าวที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกร) ให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่ำที่สุด ผลผลิต 329 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2557-2559 (กิโลกรัมต่อไร่)

Treatment	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)		
	2557	2558	2559
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กก.ไร่)	390.60b	388.73a	329.2b
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	458.00a	415.60a	395.6a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	477.20a	449.20a	395.0a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ +ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	443.63ab	455.60a	400.4a
F-test	*	ns	*
CV	9.12	11.35	2.39

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

จากผลการทดลองทั้งสามปีจะเห็นได้ว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในแต่ละปี ที่ได้จากตำรับต่าง ๆ แม้จะอยู่ในช่วงของเกณฑ์ค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ประเมินโดยโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ซึ่งคาดคะเนผลผลิตข้าวระหว่าง 308 - 467 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ยังต่ำกว่าศักยภาพผลผลิตของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้สูงถึง 600 กิโลกรัมต่อไร่ (ประสูติ ; 2537) ซึ่งเหตุผลน่าจะมาจากดินในพื้นที่ทำแปลงวิจัย มีสมบัติทางเคมีก่อนการทดลองไม่ค่อยเหมาะสม กล่าวคือ มีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชต่ำ และดินมีความเป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid) มีค่าpH เฉลี่ย 4.3 ถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ช่วยให้ดินมีความเป็นกรดลดลงจากกรดรุนแรงมากก่อนการทดลอง มาอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัด (strongly acid) ค่าpH 5.0 - 5.3 แต่ยังอยู่ในระดับที่ไม่เอื้อต่อการทำให้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายโดยเฉพาะฟอสฟอรัส การที่ดินอยู่ในระดับกรดจัดจึงทำให้ข้าวได้รับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองไม่เพียงพอที่จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวสูงหรือใกล้เคียงตามศักยภาพของพันธุ์ข้าวได้ และดินที่เป็นกรดจัด เหล็กและอะลูมินัมจะละลายได้ดีจึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต (ศิราณี ; 2557) ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินจะคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายและมีปริมาณมากที่ค่าพีเอชดินช่วงหนึ่ง ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนั้น ๆ ก็เปลี่ยนสภาพเป็นรูปที่ยากที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชดึงดูดไปใช้ได้ง่าย เมื่อดินมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0 - 7.0 ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดินก็ลดน้อยลง เพราะไปทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินได้ง่ายขึ้น และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ปุ๋ยฟอสเฟตที่เราใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้มากที่สุด ก็เมื่อดินมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงดังกล่าว ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดินแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเราเรียกว่าฟอสเฟตถูกตรึง ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้นไปกว่านี้ได้อีกถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงค่าพีเอชดังกล่าวข้างต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541)

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าทุกตำรับการทดลองในปีที่ 1 และ 2 (ยกเว้นในปีที่ 3) โดยให้ผลผลิต 477, 449 และ 395 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เหตุผลเนื่องมาจากดินในแปลงวิจัยเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก ค่าอินทรียวัตถุ (OM) เฉลี่ย 0.47 และมีธาตุอาหารพืชที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 3.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เฉลี่ย 18.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งสมบัติหลัก ประกอบด้วยปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 26.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการย่อยสลาย อินทรียวัตถุหรือฮิวมัสจะช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอชดิน (buffer capacity) เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีจำนวนประจุลบอยู่เป็นจำนวนมากสามารถจะดูดซับไอออนบวกได้เป็นปริมาณมากด้วย ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุสูงสามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชได้ดี (ปัทมา ; 2558) หลังการทดลองพบว่าดินมีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง (pH 5.1) นั่นหมายถึงความเป็น

กรดของดินลดลง จึงมีผลโดยตรงต่อการเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (เจริญ และคณะ ; 2540) นอกจากนั้นพบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ยังให้ผลผลิตข้าวที่สูงกว่าผลผลิตข้าวจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสามปีการทดลอง โดยให้ผลผลิตสูงกว่า 18.15, 13.49 และ 16.65 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ สาเหตุที่ผลผลิตข้าวจากตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ให้ผลผลิตข้าวที่สูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (วิธีเกษตรกร) เนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ช่วยลดระดับความเป็นกรดของดินได้ดีกว่าตำรับที่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ดินจึงมีความเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรมากขึ้น และเอื้อต่อการทำให้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายโดยเฉพาะฟอสฟอรัส ในขณะที่ดินหลังการทดลองในตำรับที่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวยังอยู่ในระดับกรดจัดมาก pH 5.0 มีส่วนทำให้เหล็กและอะลูมินัมละลายได้ดี และตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต (ศิราณี ; 2557) จึงทำให้ข้าวได้รับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองไม่เพียงพอที่จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่สูง นอกจากนี้สมบัติของดินในพื้นที่ยังเป็นดินที่มีธาตุอาหารพืชต่ำ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 26.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อย่อยสลายจึงสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีขึ้น ทำให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของข้าวได้ดีกว่าการไม่ใส่

อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งสามปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับผลผลิตข้าวจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง นั่นแสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราและสูตรที่ตรงกับค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืช ก็สามารถได้ผลผลิตที่ดีได้ เพียงแต่ต้องดูข้อมูลด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้การจัดการดินและปุ๋ยด้วยวิธีการใด

ในภาพรวม พบว่าผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากทุกตำรับการทดลองแต่ละปีเฉลี่ย 442.20 424.78 และ 380.05 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่สูงตามศักยภาพของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้สูงเฉลี่ย 600 กิโลกรัมต่อไร่ (ประสูติ ; 2537) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากทรัพยากรดินของภูมิภาคนี้ ส่วนใหญ่มีศักยภาพทางการเกษตรต่ำ เนื่องจากดินมีข้อจำกัดในเรื่องเนื้อดิน เช่น มีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทรายทำให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำต่ำ และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์และประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดินของกรมพัฒนาที่ดินระหว่างปี 2547 - 2552 โดยเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศไปวิเคราะห์ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากที่สุด ร้อยละ 71.53 ของจุดเก็บตัวอย่าง ปริมาณฟอสฟอรัส มีปริมาณต่ำโดยมีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณโพแทสเซียมก็พบว่ามีปริมาณต่ำโดยมีค่าน้อยกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากภูมิภาคนี้ดินเป็นดินร่วนปนทรายวัตถุต้นกำเนิดมาจากหินทรายที่มีแร่ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมน้อยอยู่แล้ว

ตามธรรมชาติ แม้จะใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมแต่ดินมีข้อจำกัดในการดูดซับธาตุโพแทสเซียมได้น้อยหรืออาจมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้ภาคนี้ดินมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์น้อยในปัจจุบัน (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558)

3.2 องค์ประกอบผลผลิตข้าว

3.2.1น้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด

ปี 2557 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.70 กรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.71 กรัม และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.64 กรัม โดยทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักเมล็ดต่อ100 เมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อ100 เมล็ด ต่ำสุดเฉลี่ย 2.53 กรัม

ปี 2558 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ100 เมล็ด เฉลี่ย 2.67 กรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ100 เมล็ด เฉลี่ย 2.67 กรัม และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา ตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.61 กรัม โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ต่ำสุดเฉลี่ย 2.58 กรัม

ปี 2559 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.63 กรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.62 กรัม และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 2.60 กรัม และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ต่ำสุดเฉลี่ย 2.57 กรัม อย่างไรก็ตามทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 น้ำหนัก 100 เมล็ดของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 (กรัม) ปี 2557-2559

Treatment	ปีที่ 1 (2558)	ปีที่ 2 (2559)	ปีที่ 3 (2560)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กก.ไร่)	2.53b	2.58b	2.57a
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	2.71a	2.67a	2.62a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	2.70a	2.67a	2.63a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ +ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	2.64ab	2.61ab	2.60a
F-test	*	*	*
CV	3.05	1.79	1.63

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

ในภาพรวมน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดของผลผลิตข้าวขาวมะลิ 105 เฉลี่ยสามปีการทดลอง พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ระหว่าง 2.63 -2.70 กรัม เฉลี่ย 2.66 กรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ระหว่าง 2.62 - 2.71 กรัม เฉลี่ย 2.66 กรัม และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ระหว่าง 2.60 - 2.64 กรัม เฉลี่ย 2.61 โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด จากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด ต่ำสุดระหว่าง 2.53 - 2.58 กรัม เฉลี่ย 2.56 กรัม สอดคล้องกับ สุวรรณภา และกัญญาพร (2556) ซึ่งรายงานว่า การจัดการดินด้วยปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ได้ผลผลิตข้าวขาวมะลิ 105 ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีน้ำหนัก 3.11, 3.07 และ 3.05 กรัม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติกับน้ำหนัก 100 เมล็ด จากวิธีการของเกษตรกรซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

3.3 ความสูงของข้าวในช่วงเก็บเกี่ยว

ปี 2557 ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงเก็บเกี่ยว พบว่าทุกตำรับมีความสูงเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 119 -135 เซนติเมตร โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 135 เซนติเมตร ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงเฉลี่ย 126 เซนติเมตร และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ย 227 เซนติเมตร และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 119 เซนติเมตร ตามลำดับ ตามตารางที่ 14 ปี 2558 ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงเก็บเกี่ยว พบว่าทุกตำรับมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 118 - 122 เซนติเมตร โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 122 เซนติเมตร ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงเฉลี่ย 120 เซนติเมตร และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 119 เซนติเมตร โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดคือ 118 เซนติเมตร แต่พบว่ามีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับความสูงของต้นข้าวจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 14

ปี 2559 ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงเก็บเกี่ยว พบว่าทุกตำรับมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 116 - 127 เซนติเมตร โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 127 เซนติเมตร ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงเฉลี่ย 126 เซนติเมตร และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดคือ 122 เซนติเมตร โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดคือ 116 เซนติเมตร และเป็นความสูงที่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง แต่มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปี 2557-2559

Treatment	ความสูงต้นข้าว (เซนติเมตร)		
	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กก.ไร่)	119.30a	119.50ab	116.1c
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	135.55a	118.80b	122.3b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	126.40a	120.00ab	126.0a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ +ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	127.10a	122.20a	127.0a
F-test	ns	*	*
CV	9.32	1.60	2.17

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

3.4 น้ำหนักฟางและตอซังข้าว

ปี 2557 ทุกตำรับมีน้ำหนักฟางและตอซังข้าว ระหว่าง 1,210 - 1,355 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวมากที่สุด เฉลี่ย 1,355 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ย 1,286 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ย 1,305 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,210 กิโลกรัมต่อไร่ และเป็นน้ำหนักที่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ตามตารางที่ 15

ปี 2558 ทุกตำรับมีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ย ระหว่าง 950 - 1,048 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบว่าทุกตำรับมีน้ำหนักฟางที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวมากที่สุด เฉลี่ย 1,048 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่มี มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ยน้อยที่สุด 950 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 15

ปี 2559 ทุกตำรับมีน้ำหนักฟางและตอซังข้าว ระหว่าง 706 - 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ยมากที่สุด 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ย 1,145 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ย 1,184 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทั้งสามตำรับการทดลองมีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ยน้อยที่สุด 706 กิโลกรัมต่อไร่ และเป็นน้ำหนักที่แตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฟางข้าวในช่วงเก็บเกี่ยว

Treatment	น้ำหนักฟางต่อไร่ (กิโลกรัม)			เฉลี่ย
	2557	2558	2559	
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กก.ไร่)	1,210a	1,031a	706b	982
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	1,286a	990a	1,184a	1,153
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	1,355a	995a	1,145a	1,150
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	1,305a	1,048a	1,200a	1,184
เฉลี่ย	1,289	1,005	1,058.75	1,118
F-test	ns	ns	*	
CV	5.65	12.18	4.53	

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

โดยสรุปแล้วน้ำหนักฟางและตอซังข้าว ในตำรับการทดลองต่าง ๆ แต่ละปีมีน้ำหนักแห้งตอซังข้าวในนา เฉลี่ย 1,289, 1,005 และ 1,058 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ เฉลี่ยทั้ง 3 ปี 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 15 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะโดยทั่วไปในนาข้าวจะมีตอซังและฟางข้าวในปริมาณ 0.32 - 1.6 ตันต่อไร่ (กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน ; 2540) โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีน้ำหนักฟางและตอซังข้าวเฉลี่ยมากที่สุด 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีเกษตรกรมีน้ำหนักฟางน้อยที่สุด สอดคล้องกับ กรมพัฒนาที่ดิน (2532) ที่ให้ข้อมูลว่าประเทศไทยมีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณตอซังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจึงนับได้ว่ามีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตอซังพืชชนิดอื่นโดยมีปริมาณฟาง

ข้าวและตอซังมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือจำนวน 13.7 และ 9.1 ล้านตันต่อปี ในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ มีปริมาณฟางข้าวและตอซัง โดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม ตอซังข้าวหรือฟางข้าวเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เฉลี่ย 99 : 1 มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โปแทสเซียมเฉลี่ย 0.51, 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืช ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และ ซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.47 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ มัจฉา (2556) รายงานผลการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0 - 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าว ว่าการไถกลบฟางข้าว 1 - 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักฟางข้าวอยู่ระหว่าง 1,377 - 1,487 กิโลกรัมต่อไร่ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งน้ำหนักฟางข้าวเพียง 770 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักฟางข้าว 1,025 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณฟางและตอซังข้าวมีความสอดคล้องกับผลผลิตข้าว กล่าวคือ ตำรับที่มีน้ำหนักฟางที่สูงกว่า จะได้ผลผลิตข้าวที่มากกว่าตามไปด้วย การไถกลบฟางข้าวในอัตราดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวอยู่ระหว่าง 660 -757 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับแปลงควบคุมซึ่งได้ผลผลิตข้าวเพียง 283 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าความหนาแน่นรวมของดินหลังฤดูปลูก มีค่า 1.27-1.17 g/cm3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับของดินก่อนทดลอง (1.45 g/cm3) การไถกลบฟางข้าวทุกอัตราร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินในช่วงฤดูปลูก แต่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

สำหรับการประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากการใช้การใช้เทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน เช่น ปุ๋ยเคมีอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ทั้งที่ใช้เฉพาะอย่าง กับที่ใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ที่มีต่อผลผลิตข้าว โดยคำนวณจากต้นทุนผันแปรหลัก ๆ ได้แก่ ค่าจ้างไถดะและไถแปรเตรียมดิน และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าวัสดุทางการเกษตร ได้แก่ ค่าพันธุ์ข้าว ค่าปุ๋ยเคมี เมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ย 3 ปี (2557-2559) พบว่า ด้านต้นทุน เมื่อคิดต้นทุนผันแปร พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีค่าต้นทุนผันแปรสูงที่สุด 3,987 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนผันแปร 2,750 บาทต่อไร่ และวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กก.ไร่) มีต้นทุนผันแปร 2,620 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีต้นทุนผันแปรต่ำสุด 2,624 บาทต่อไร่ ด้านรายได้ พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้สูงที่สุด คือ 4,730 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีรายได้ 4,719

บาทต่อไร่ และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีรายได้ 4,653 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กก.ไร่ มีรายได้ต่ำสุด คือ 4,059 บาทต่อไร่ ตามตารางที่ 16

กำไรสุทธิ ซึ่งคำนวณจากรายได้ทั้งหมดและต้นทุนผันแปร พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ได้กำไรสุทธิสูงที่สุด คือ 2,029 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีกำไรสุทธิเท่ากับ 1,980 บาทต่อไร่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไรสุทธิ 1,439 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ได้กำไรสุทธิต่ำสุด คือ 732 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ตามตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ105 เฉลี่ย 3 ปี (2557-2559)

Treatment	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)	รายได้จากข้าว (บาท/ไร่)	ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กก.ไร่)	369	4,059	2,620	1,439
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	423	4,653	2,624	2,029
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	430	4,730	2,750	1,980
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ +ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	429	4,719	3,987	732

หมายเหตุ : ราคาขายผลผลิตข้าวขาวมะลิ 105 กิโลกรัมละ 11 บาท

สรุปผลการทดลอง

ด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าทุกตำรับการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่ในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มว่าทำให้สมบัติทางเคมีของดินในด้านพีเอชดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากก่อนการทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 0.43 เปอร์เซ็นต์ เป็นระหว่าง ระหว่าง 0.50 - 0.53 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 0.53 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 30.43 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) เมื่อใส่ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) จึงช่วยทำให้เพิ่มอินทรียวัตถุได้ประมาณ 25.07 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นทุกตำรับทดลอง โดยเพิ่มจาก 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มขึ้นเป็นระหว่าง 4.0 - 9.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งส่วนหนึ่งได้ฟอสฟอรัสเพิ่มจากปุ๋ย

อินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง โดยเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในตำรับใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 22.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ก่อนการทดลอง) เพิ่มเป็น 28.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเหตุผลน่าจะมาจากผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงของเกษตรกร และอีกส่วนหนึ่งด้วยตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตที่ต่ำ โพแทสเซียมจึงถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตข้าวที่น้อยกว่า ดังนั้นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จึงมีค่าที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองและมากกว่าตำรับการทดลองอื่น โดยสรุปการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน และปรับระดับพีเอชดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมดีขึ้น และช่วยเพิ่มธาตุอาหารทั้งฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง

ด้านผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าทุกตำรับที่ใช้เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ยเคมี ต่างให้ผลผลิตข้าวที่ดีกว่าวิธีการของเกษตรกร สอดคล้องกันทั้งสามปี โดยชัดเจนในตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดีกว่าวิธีของเกษตร 18.14 13.46 และ 16.65 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2557, 2558 และ2559 ตามลำดับ ด้านความสูงต้นทั้งสามตำรับการทดลองที่มีการจัดการดินและปุ๋ย มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความสูงที่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 - 16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีต้นทุนที่ใกล้เคียงกับวิธีการของเกษตรกร แต่มีกำไรสุทธิที่สูงกว่า ประมาณ 27 -29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีต้นทุนที่สูงกว่าวิธีการของเกษตรกร และตำรับอื่น ๆ ประมาณ 33.05 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เป็นตำรับที่ได้กำไรที่ต่ำกว่าทุกตำรับการทดลอง

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการผลิตหอมแดง

คำนำ

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการย่อยหนึ่งของโครงการวิจัยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ โดยดำเนินการภายใต้นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2555 - 2559) ในยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การอนุรักษ์เสริมสร้างและพัฒนาทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ยุทธศาสตร์การวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนและสังคมรวมทั้งการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์น้ำและที่เกี่ยวกับภัยธรรมชาติ กลยุทธ์การวิจัยที่ 2 สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการฟื้นฟูบำรุงดินรวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วย 3 แผนงานวิจัยดังนี้คือการวิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางดิน การวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพและการฟื้นฟูบำรุงดิน และการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ; 2554)

จังหวัดศรีสะเกษ เป็นจังหวัดที่มีการปลูกหอมแดงมากที่สุดในประเทศ หอมแดงถือเป็นพืชผักเศรษฐกิจท้องถิ่นที่สำคัญของจังหวัด สามารถทำรายได้ให้จังหวัดประมาณ 400 - 700 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ; 2560) พื้นที่ผลิตที่สำคัญอยู่ในอำเภอยางชุมน้อย อำเภอราษีไศล อำเภอกันทรารมย์ และอำเภอวังหิน อำเภอยางชุมน้อย เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญที่สุดของจังหวัด สถานการณ์การผลิตหอมแดงในปัจจุบัน พบว่าเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกันมากในการผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 2,914 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดศรีสะเกษ ; 2560) ราคาผลผลิตไม่แน่นอนขึ้นกับคุณภาพและปริมาณของหอมแดงที่เข้าสู่ตลาด การผลิตในเชิงเกษตรอินทรีย์ยังมีน้อย ผลผลิตที่ได้มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของสารเคมี ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรและผู้บริโภค และอาจมีผลโดยอ้อมต่อความเสื่อมโทรมของดินและสภาพแวดล้อมในระยะยาว นโยบายของภาครัฐในการแก้ปัญหา คือให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ปรับเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ชีวภาพให้มากขึ้น ให้ความสำคัญกับการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือใช้ปุ๋ยเคมีให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ สอดคล้องกับสมบัติดินและความต้องการของพืชที่ปลูก เป้าหมายเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ลดการตกค้างของสารพิษ และลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพในการผลิตหอมแดง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาถึงผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน และผลผลิตหอมแดง

โดยข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะเป็นประโยชน์และสร้างความมั่นใจสำหรับการส่งเสริมให้กับเกษตรกรในพื้นที่ เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตจากการพึ่งพาสารเคมีเป็นหลัก มาเป็นการผลิตที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์กันมากขึ้น เป็นการสนองนโยบายภาครัฐที่ต้องการให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร และลดต้นทุนการผลิต และที่สำคัญข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาต่อยอดสู่การผลิตหอมแดงในระบบอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง ในพื้นที่โครงการเมืองเกษตรสีเขียว
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
3. เพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ขอบเขตการศึกษา

ครอบคลุมเฉพาะการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหอมแดง ในพื้นที่ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการ 1 ฤดูการผลิต เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ 2557 สิ้นสุดเดือน มกราคม พ.ศ 2558

สถานที่ดำเนินการ

ดำเนินการในพื้นที่ปลูกหอมแดง ของเกษตรกร หมู่ที่ 3 บ้านยางชุมน้อย ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ชุดดินพระทองคำ (Pratongkam series : PtK) กลุ่มชุดดินที่ 35

พิกัด N 436803.97 E1690087.87 (15 17’11”N 104 24′ 41″ E)

โดยปลูกหอมแดง เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2557 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557 อายุเก็บเกี่ยว 70 วัน และเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกหอมแดง เมื่อ 25 กันยายน 2557 และเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง เมื่อ 20 ธันวาคม 2557

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1.) หัวพันธุ์หอมแดง พันธุ์ศรีสะเกษ

2.) ปุ๋ยหมักชีวภาพชีวภาพ พด.12 วัสดุประกอบด้วยปุ๋ยหมัก รำละเอียด สารเร่ง พด.12

3.) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง วัสดุในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงประกอบด้วย กากถั่วเหลือง ปลาป่น หินฟอสเฟต ปุ๋ยคอก รำละเอียด สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล และสารเร่งซุปเปอร์ พด.9

4.) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน เช่น ถุงพลาสติก ถังพลาสติก เสียมหรือพลั่วตักดิน

5.) ถุงตาข่ายสำหรับเก็บตัวอย่างผลผลิตหอมแดง และตัวอย่างต้น

6.) ปุ๋ยเคมีสูตร สูตร 15 -15 -15 สูตร 13 -13 -21 สูตร 46 - 0 - 0 และสูตร 0 - 0 - 60

7.) เครื่องชั่งน้ำหนัก

8.) ฟางข้าว สำหรับคลุมแปลงหลังปลูกหอมแดง

9.) สารเคมีคุมวัชพืชก่อนงอก และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (สำหรับใช้ในวิธีการของเกษตรกร)

วิธีการดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 4 ตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับที่ 1 วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมีสูตร 13 -13 -21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ ไนโตรเจน อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

ตำรับที่ 4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน (ไนโตรเจน อัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่**)**

2. ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 การคัดเลือกพื้นที่และเตรียมพื้นที่ คัดเลือกพื้นที่เป็นแหล่งผลิตหอมแดง ในโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดศรีสะเกษ แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยจำนวน 16 แปลง ขนาด 4 x 6 เมตร

2.2 ผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 โดยมีส่วนผสมในการผลิต สำหรับจำนวน 100 กิโลกรัม ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม รำข้าว 1 กิโลกรัม สารเร่งจุลินทรีย์ พด.12 จำนวน 1 ซอง เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ นำตัวอย่างส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

2.3 ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตปริมาณ100 กิโลกรัมประกอบด้วย กากถั่วเหลือง 40 กิโลกรัม หินฟอสเฟต 24 กิโลกรัม รำละเอียด 10 กิโลกรัม กระดูกป่น 8 กิโลกรัม มูลสัตว์ 10 กิโลกรัม สารเร่งซุปเปอร์พด.1 สารเร่งซุปเปอร์พด.2 และสารเร่งพด.9 อย่างละ 1 ซอง สาร

เร่งซุปเปอร์พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาลจำนวน 26 - 30 ลิตร เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จนำตัวอย่างส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารหลัก ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4

2.4 การเตรียมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไถเตรียมดินจำนวน 4-5 ครั้ง เพื่อให้ดินมีความร่วนซุยให้มากที่สุด แล้วใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ตามที่กำหนดในตำรับการทดลอง โดยการหว่านพร้อมการไถแปรเตรียมดินก่อนปลูกหอมแดง

2.5 การปลูกหอมแดง คัดเลือกหัวพันธุ์ ที่มีลักษณะที่ดี แก่จัดแห้งสนิท หัวแน่น ไม่ฝ่อ และผ่านการพักตัวมาแล้วระยะหนึ่ง นำมาตัดแต่งทำความสะอาด ตัดส่วนรากเก่าและยอดแห้งทิ้งให้หมด แล้วนำหัวพันธุ์ที่เตรียมไว้ปลูกในแปลงที่มีการเตรียมดินไว้อย่างดี ก่อนปลูกต้องรดน้ำแปลงให้มีความชื้นพอเหมาะ ให้ลึกประมาณครึ่งหัว โดยใช้ระยะปลูก 16 x 16 เซนติเมตร จำนวน 25 x 37 หัว (925 หัว) ต่อ 1 แปลงปลูก (ขนาด 4 x 6 เมตร) ปลูกหอมแดงกลางเดือนตุลาคมพร้อมกันทุกแปลง หลังปลูกในวิธีการของเกษตรกรฉีดพ่นสารคุมวัชพืชก่อนงอก อัตรา 100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร (1ถัง) ฉีด 4 ถังต่อไร่ จากนั้นคลุมแปลงด้วยฟางข้าว โดยใช้ในอัตราประมาณ 800 กิโลกรัมต่อไร่ (สนั่น ; 2530)

2.6 การดูแลรักษา

1.) การใส่ปุ๋ยเคมี ด้วยโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีเฉพาะพืชเศรษฐกิจหลัก ๆ ของประเทศเท่านั้น เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น แต่ยังไม่มีคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับหอมแดง ดังนั้น โครงการทดลองนี้จึงใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งหอมแดง ต้องการธาตุอาหารหลักจากดินคือไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัมต่อไร่ และ โพแทสเซียม 10 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร ; 2553) แต่ตามคำแนะนำจากผลวิเคราะห์ดิน ดินมีเปอร์เซ็นต์ OM น้อยกว่า 1.5 ค่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) น้อยกว่า 10 mg/kg และโพแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ (K_2O) น้อยกว่า 60 mg/kg ต้องให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2556) ดังนั้นเพื่อให้ได้ธาตุอาหารหลักตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดิน จึงใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15 -15 -15 จำนวน 66.70 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 46 - 0 -0 อัตรา 10.86 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกหลังปลูก 15 วัน ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูก 45 วัน การใส่ปุ๋ยเคมีใช้วิธีหว่านให้ทั่วแปลงก่อนการให้น้ำ สำหรับในวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมปลูก ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 13 -13 - 21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูก 30 วัน ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 13 -13 -21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 เมื่อหอมแดงมีอายุ 45-50 วัน (เริ่มเป็นหัว) ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 0 -10 -30 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

2.) การให้น้ำ ใช้เครื่องปั๊มน้ำ สูบน้ำส่งผ่านทางสายยางฉีดรดทั้งแปลงให้ชุ่มชื้น โดยจะให้น้ำทุกวันในตอนเช้า แต่ในช่วงที่หอมมีอายุมากและใกล้เก็บเกี่ยวให้น้ำวันเว้นวัน (เพื่อกระตุ้นให้หอมเป็นหัวดีขึ้น)

3.) การป้องกันกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช วิธีการของเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการคุมวัชพืช และป้องกันกำจัดโรคพืช ส่วนตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และ ตำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ฉีดพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชจากสารเร่ง พด.7 ทุก 15 วัน (จำนวน 4 ครั้ง)

2.7 การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวเมื่อหอมแดงมีอายุ 70 วัน (โคนใบตรงที่ต่อกับหัว อ่อน นิ่ม ไม่แน่นแข็ง ต้นเริ่มเอนล้มลง) นำหอมแดงที่เก็บเกี่ยวแล้ว มัดเป็นกำนำไปผึ่งในที่ร่ม จนกระทั่งใบแห้ง (ประมาณ 10 - 15 วัน) จากนั้นทำความสะอาด คัด ขนาด และมัดเป็นกำหรือจุก

2.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.) ข้อมูลรายละเอียดสภาพพื้นที่ (Site characterization)

2.) ข้อมูลดิน ก่อนการทดลองเก็บตัวอย่างดินระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ในช่วงเดือนพฤษภาคม โดยเก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ บริเวณด้านบนของแปลง ส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง แล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกมา 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละวิธีการ นำส่งวิเคราะห์หาค่าพีเอชของดิน วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง pH meter ใช้ ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1 : 1 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ Walkley and Black;1947 (Walkley Black modified acid-dichromate digestion, FeSO4 titration method) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai.P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurt ; 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extr.K) (Available Potassium)วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc1N pH 7 และวิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame spectrophotometer (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน ; 2547) หลังการทดลองปี 2559 และ 2560 เก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนมกราคม โดยเก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ และส่งวิเคราะห์ดินเช่นเดียวกับก่อนการดำเนินงานทดลอง

3.) ข้อมูลสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และธาตุอาหารพืช โดยกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 (2557) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยเฉลี่ยมีค่าพีเอชดิน (pH) 6.5 อินทรียวัตถุ (OM) 30.46 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้ ไนโตรเจนเท่ากับ 2.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส(P_2O_5) เท่ากับ 2.42 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 1.84 เปอร์เซ็นต์ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีค่าพีเอชดิน (pH) 7.9 อินทรียวัตถุ (OM) 11 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้ ไนโตรเจนเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P_2O_5) เท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์

4.) ข้อมูลผลผลิตของหอมแดง สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตในช่วงการเก็บเกี่ยว จากทุกวิธีการ ในพื้นที่ 2 x 2 ตารางเมตร วิธีการละ 2 จุด นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม วัดความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์ นำไปชั่งน้ำหนักต่อตารางเมตร และนำไปคำนวนผลผลิตต่อไร่ ส่วนองค์ประกอบผลผลิตหอมแดง จะเก็บข้อมูลจำนวนหัวต่อกิโลกรัม ซึ่งถ้าจำนวนหัวน้อยแสดงว่ามีขนาดของหัวใหญ่ เป็นที่ต้องการของตลาด

5.) ข้อมูลราคาผลผลิตหอมแดง ราคาปุ๋ยเคมีตามราคาตลาดและค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อหาผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ

6.) เก็บบันทึกข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่าง ๆ ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าดูแลรักษา ค่าวัสดุการเกษตร ค่าเก็บเกี่ยว แยกตามวิธีการ เพื่อหาค่าผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ

7.) การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลอง ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีวิเคราะห์ความแตกต่างตามแผนการทดลองสถิติและเปรียบเทียบความ แตกต่างของข้อมูลโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

(2) เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และวิจารณ์ สมบัติทางเคมีของดิน ผลผลิตหอมแดง และจำนวนหัวต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม

(3) วิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ จากข้อมูล ผลผลิตหอมแดงต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่) ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท) มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท) ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท) ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตต่อไร่ (บาท) และผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.รายละเอียดสภาพพื้นที่ (Site characterization)

จากการสำรวจและตรวจวิเคราะห์พื้นที่ที่ดำเนินการวิจัย โดยกลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 ให้ข้อมูลว่า พื้นที่แปลงวิจัยอยู่ในชุดดินพระทองคำ (PtK) จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 40B ซึ่ง สถิระ และคณะ (2558) และสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (2548ก) ให้รายละเอียดว่า ชุดดินพระทองคำ (Korat series : PtK) กลุ่มชุดดินที่ 40B ดังนี้

การจำแนกดิน (USDA) Coars-Loamy,Siliceous, isohyperthermic Typic (Oxyaquic) Kandiustalts วัตถุต้นกำเนิดเกิดจากวัสดุตกค้างจากหินทราย สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยมีความลาดชัน1-5 เปอร์เซ็นต์ ภูมิสัณฐาน :พื้นที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน การระบายน้ำดีปานกลางถึงดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง การใช้ประโยชน์ ทำนา ลักษณะสมบัติของดินเป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นทรายปนดินร่วน สีน้ำตาลเข้มหรือมีสีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อยค่าพีเอชดิน 5.5 - 6.5 ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอ่อน พบจุดปะสีน้ำตาลแก่หรือเหลืองปนแดง ในช่วงความลึก 75 - 100 เซนติเมตร จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลางค่าพีเอชดิน 5.5 - 7.0 ข้อจำกัด : เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำหากฝนทิ้งช่วง และพื้นที่มีความลาดชันเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลาย ข้อเสนอแนะ : เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำการไถพรวนแต่น้อย ปลูกพืชหมุนเวียน จัดหาแหล่งน้ำสำรองโดยเฉพาะพื้นที่ปลูก ไม้ผล จัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม โดยใช้วิธีพืช หรือวิธีกล หรือทั้งสองวิธีร่วมกัน

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 พีเอชดิน (pH) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการ (กันยายน 2557) ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าค่าพีเอชดิน วัดได้ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 4.5 - 5.0 ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) ถึงกรดจัดมาก (very strongly acid) เฉลี่ย 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) เมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังเก็บเกี่ยวหอมแดง (ธันวาคม 2557) พบว่าค่าพีเอชดินเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทุกวิธีการทดลอง วัดได้ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 5.0 - 5.5 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) โดยวิธีการแบบเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรปลูกหอมแดง โดยใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว วัดค่าพีเอชดินได้ 5.0 ซึ่งอยู่ในระดับกรดจัด (strongly acid) การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าพีเอชดินวัดได้ 5.0 วิธีการที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าพีเอชดิน วัดได้ 5.5 อยู่ในระดับกรดจัด (strongly acid) การใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าพีเอชดิน วัดได้ 5.4 ซึ่งอยู่ในระดับเป็นกรดจัด (strongly acid) เช่นกัน ตามตารางที่ 16 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าวิธีการแบบเกษตรกร และตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 17)

ตารางที่ 17 ค่าพีเอชดิน (pH) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	pH (ดิน:น้ำ 1:1)	
	ก่อนการทดลอง (ก.ย 2557)	หลังการทดลอง (ธ.ค 2557)
T1 วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา100 กก.ไร่)	4.8ab	5.0a
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.0a	5.0a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4.9a	5.5a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.5b	5.4a
เฉลี่ย	4.8	5.2
F-test	*	ns
C.V. (%)	3.18	4.75

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

หลังการทดลองพบว่าค่าพีเอชดินเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทุกวิธีการทดลอง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วัดได้ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 5.0 - 5.5 ซึ่งอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) ซึ่งสอดคล้องกับ กรมพัฒนาที่ดิน (2558) การวิเคราะห์และประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระหว่างปี 2547 - 2552 โดยเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศไปวิเคราะห์ พบว่าพีเอชดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในช่วงกรดจัดถึงกรดจัดมาก โดยมีค่าพีเอชดินอยู่ระหว่าง 4.6 - 5.5 คิดเป็นร้อยละ 53.81 ของข้อมูลที่เก็บจากทั้งประเทศ อย่างไรก็ตามแม้ว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 พีเอชของดินหลังการทดลองมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนการทดลอง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test (ตารางภาคผนวกที่ 16) แต่ค่าพีเอชดินยังอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) เช่นเดียวกับก่อนการทดลอง เหตุผลเนื่องจากอินทรียวัตถุ (OM) ที่ได้เพิ่มจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชดิน ซึ่งสอดคล้องกับ ปัทมา (2558) อธิบายว่า ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอื่นๆ การย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นโดยอาศัยจุลินทรีย์ในดินที่ต้องการออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญ ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมักเป็นพวกออกไซด์ เช่น ไนเตรต (NO_3^-) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้ำ และ พลังงาน อินทรียวัตถุในดินมีผลช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอชดิน (buffer capacity) เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีจำนวนประจุลบอยู่เป็นจำนวนมากสามารถจะดูดซับไอออนบวกได้เป็นปริมาณมาก ดังนั้น ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงสามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชได้ดี

อย่างไรก็ตาม เรวัติ และคณะ (2538) ได้มีการศึกษาเบื้องต้นเพื่อการจัดการดินกรดในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชุดดินพลวงด้วยวัสดุปูน และปุ๋ยหมัก ทั้งที่ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งและใช้ร่วมกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ก็ช่วยทำให้ค่าพีเอชดินเพิ่มสูงขึ้นได้ แต่จะมีความแปรปรวนตามฤดูกาลหรือตามปริมาณความชื้นในดิน เช่นเดียวกับตำรับการใช้ปูนอัตรา 300 กิโลกรัม CCE ต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณลดา และคณะ (2532) ที่จัดการชุดดินปากช่องด้วยปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ซึ่งพบว่าปุ๋ยหมักนอกจากจะมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสในดินแล้ว ยังช่วยทำให้ความชื้น และค่าพีเอชดินเพิ่มสูงขึ้น

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชดิน สุวรรณภา และกัญญาพร (2556) รายงานว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราตามคำแนะนำคือ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความเป็นกรดของดินลดลง โดยมีค่าพีเอชดิน เพิ่มขึ้นจาก 4.4 ก่อนการทดลอง เป็น 5.20 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สำหรับการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีผลต่อการการเปลี่ยนแปลงพีเอชดิน การใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง 25 - 30 เปอร์เซ็นต์ ลดต้นทุนการผลิต สร้างความสมดุลของธาตุอาหารพืช เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุ

ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดิน รวมทั้งปรับปรุงโครงสร้างดินให้โปร่งร่วนซุย ช่วยให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีและผลผลิตพืชสูงขึ้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน ; 2551) สอดคล้องกับ วรารัตน์ (2554) ซึ่งรายงานการจัดการดินที่เหมาะสมด้วยปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินเขาพลอง (กลุ่มชุดดินที่ 44) พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ขยายเชื้อ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้สมบัติทางเคมีดินเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ พีเอชดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน เพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับรายงานของ สุวรรณภา และคณะ (2558) การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และสารเร่งซุปเปอร์ พด. 3 ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกพริกอินทรีย์ ในจังหวัดอุบลราชธานี ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติพีเอชดินไปในทิศทางที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง โดยค่าพีเอชของดิน เปลี่ยนแปลงจาก 6.4 เป็น 6.0

2.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC)

เป็นค่าการนำไฟฟ้าของดินจากสารละลายที่สกัดจากดินขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$C มีหน่วยเป็นเดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ก่อนการทดลองพบว่าทุกวิธีการทดลองมีค่าอยู่ในระดับปกติ คือไม่มีความเค็ม โดยมีค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) อยู่ระหว่าง 0.01 - 0.02 dS/m เฉลี่ย 0.015 dS/m ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าทุกตำรับการทดลองค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนการทดลอง โดยมีค่า EC อยู่ระหว่าง 0.02 - 0.03 dS/m เฉลี่ย 0.022 dS/m ซึ่งอยู่ในระดับที่ปกติไม่มีความเค็ม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับก่อนการทดลอง ตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	EC (dS/m)	
	ก่อนการทดลอง (ก.ย 2557)	หลังการทดลอง (ธ.ค 2557)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี13-13-21 อัตรา100 กก./ไร่)	0.01a	0.02a
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.02a	0.03a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.01a	0.02a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.02a	0.02a
เฉลี่ย	0.015	0.022
F-test	ns	ns
C.V. (%)	31.43	34.74

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

2.3.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : OM)

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการ ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 0.47 - 0.53 ได้ค่าเฉลี่ย 0.50 ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด โดยมีค่า OM 0.53 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับอื่น ๆ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากัน โดยมีค่า OM 0.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด ค่า OM 0.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่า OM ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า OM จากตำรับอื่น ๆ ตามตารางที่ 19

เมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังเก็บเกี่ยวหอมแดง พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ซึ่งมีค่า OM 0.52 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุที่ลดลง ซึ่งมีค่า OM 0.50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกรปริมาณอินทรียวัตถุไม่เปลี่ยนแปลงจากกันการทดลอง ซึ่งมีค่า OM 0.50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 19 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired

comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าตำรับที่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง (ตารางภาคผนวกที่ 17)

ตารางที่ 19 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter : OM) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	OM (%)	
	ก่อนการทดลอง (ก.ย 2557)	หลังการทดลอง (ธ.ค 2557)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี13-13-21 อัตรา100 กก./ไร่)	0.50b	0.50a
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.53a	0.50a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.50b	0.52a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.47c	0.51a
เฉลี่ย	0.50	0.50
F-test	*	ns
C.V. (%)	2.11	4.67

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

หลังการทดลองจะเห็นได้ว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด. 12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน เท่านั้นที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น จากก่อนการทดลอง ซึ่งเหตุผลน่าจะเนื่องจากคุณสมบัติหลักในปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 และ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 11.0 และ 30.43 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7เปอร์เซ็นต์) อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง(ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมีการย่อยสลายเป็นอินทรียวัตถุ จึงสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินได้ประมาณ 24.19 และ 25.11 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับ สุวรรณภา และคณะ (2558) ที่รายงานการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และสารเร่งซุปเปอร์ พด. 3 ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกพริกอินทรีย์ ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดินไปในทิศทางที่ดีขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง โดยค่า OM ของดิน เปลี่ยนแปลงจาก 0.63 เพิ่มเป็น 1.38 เปอร์เซ็นต์

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนดำเนินการทดลอง (กันยายน พ.ศ. 2557) ที่ระดับความลึก 0 -15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าระหว่าง 14.0 - 18.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (medium) ถึงค่อนข้างสูง (moderately high) ได้ค่าเฉลี่ย 15.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (medium) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สูงกว่าตำรับอื่น ๆ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับอื่น ๆ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับอื่น ๆ โดยมีค่า 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 15 และ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากทั้งสองตำรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 19 จะเห็นได้ว่าผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับปานกลางถึงสูง เหตุผลส่วนหนึ่ง น่าจะมาจากพื้นที่แปลงทดลองเป็นพื้นที่ที่เกษตรกรเคยนำดินจอมปลวก ซึ่งเป็นดินเหนียวมาผสมมาอย่างต่อเนื่อง 3 - 4 ปี ต่อครั้งซึ่งดินจอมปลวกเป็นดินที่มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่ค่อนข้างสูง เฉลี่ย 54.70 ppm (ส่งศักดิ์ ; 2543) ดังนั้นแม้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตหอมแดง แต่ยังคงมีเหลือค้างในดินจนวัดค่าได้ในระดับค่อนข้างสูงดังกล่าว

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตหอมแดง พบว่าในทุกตำรับการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับอื่น ๆ โดยมีค่า 36 และ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ต่ำกว่า โดยมีค่า 26 และ 24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากทั้งสองตำรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 20 อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในทุกตำรับถือว่าอยู่ในระดับสูง (high) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่าทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 18)

ตารางที่ 20 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	Available P (mg/kg)	
	ก่อนการทดลอง (ก.ย 2557)	หลังการทดลอง (ธ.ค 2557)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา100 กก.ไร่)	18a	24.2b
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	15bc	26.2b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	14c	36.4a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	16b	40.0a
เฉลี่ย	15.75	31.70
F-test	*	*
C.V. (%)	6.03	8.27

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

สาเหตุที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง เนื่องมาจากทุกตำรับการทดลอง จากการที่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง(ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่จึงเท่ากับใส่ฟอสฟอรัสให้กับดินได้ 1.99 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากคุณสมบัติหลักในปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ประกอบด้วยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.22 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ จึงช่วยเพิ่มฟอสฟอรัสให้กับดินได้ 0.48 กิโลกรัมต่อไร่ และสอดคล้องกับ การศึกษาของสุวรรณภา และกัญญาพร (2556) มีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่เพิ่มขึ้น โดยค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ดิน เปลี่ยนแปลงจาก 61.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 138.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการที่ค่าพีเอชของดินหลังการทดลองลดลง อยู่ในระดับที่เหมาะสมมากขึ้น คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) อธิบายว่า ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินจะคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายและมีปริมาณมากที่ค่าพีเอชช่วงหนึ่ง ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนั้น ๆ ก็เปลี่ยนสภาพเป็นรูปที่ยากที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ธาตุฟอสฟอรัส จะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชดึงดูดไปใช้ได้ง่าย เมื่อดินมีค่าพีเอช อยู่ระหว่าง 6.0 - 7.0 ถ้าดินมีค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์

ของธาตุฟอสฟอรัสในดินก็ลดน้อยลง เพราะไปทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินได้ง่ายขึ้น และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ปุ๋ยฟอสเฟตที่เราใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้มากที่สุด ก็เมื่อดินมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงดังกล่าว ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเราเรียกว่าฟอสเฟตถูกตรึง ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้นไปกว่านี้ได้อีก ถ้าดินมีพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงพีเอชดังกล่าวข้างต้น

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดหลักมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน แต่การสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดิน จึงสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-}) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่า แม้ในดินจะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยาก และแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไปดินประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดิน กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่ควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินเพราะยิ่งจะทำให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยากับธาตุต่าง ๆ ในดินได้เร็วยิ่งขึ้น แต่ควรจะใส่แบบเป็นจุดหรือโรยเป็นแถบให้ลึกลงไปในดินในบริเวณรากของพืช ปุ๋ยฟอสเฟตนี้ถึงแม้จะอยู่ใกล้ชิดกับรากก็จะไม่เป็นอันตรายแก่รากแต่อย่างใด (ปิยะ ; 2553) การที่สมบัติของดินหลังการทดลองมีค่าพีเอชดินที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับที่เป็นกรดแก่มีค่าพีเอชดิน ระหว่าง 5.3 - 5.5 ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งในสภาพดินที่เป็นกรดแก่ดังกล่าว ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะไม่ถูกตรึงแต่จะถูกปลดปล่อยออกมาในสารละลายดินได้อย่างปกติหรือเพิ่มขึ้น แต่ในดินกรดจัดเหล็กและอะลูมินัมละลายได้ดี จึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟตเมื่อใส่ปูนลงไปจะลดการละลายของเหล็กและอะลูมินัมลง ทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น (ศิราณี ; 2557)

การจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง เนื่องจากคุณสมบัติหลักปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.22 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นเมื่อปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีการย่อยสลายจึงเป็นการเพิ่มฟอสฟอรัสให้กับดินได้ส่วนหนึ่ง ปิยะ (2553) ให้ข้อมูลว่าธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดหลักมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน แต่การสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ดังนั้น การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 นอกจากจะได้ธาตุไนโตรเจนแล้วก็ยังได้ฟอสฟอรัสด้วย ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$

และ HPO_4^{2-}) ซึ่งละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่า แม้ในดินจะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง นอกจากนั้นแร่ธาตุต่างๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้น ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ เมื่อใส่ลงไปดิน ประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่ควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินเพราะยิ่งจะทำให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยากับธาตุต่าง ๆ ในดินได้เร็วยิ่งขึ้น แต่ควรจะใส่แบบเป็นจุดหรือโรยเป็นแถบให้ลึกลงไปในดินในบริเวณรากของพืช ปุ๋ยฟอสเฟตแม้จะอยู่ใกล้ชิดกับรากก็จะไม่เป็นอันตรายแก่ราก นิพนธ์ และ วรรณวิภา (2561) อธิบายว่า โดยทั่วไป หลังจากใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จะสูญเสียง่ายจากการชะล้าง (Leaching) โดยเฉพาะในดินทราย ดังนั้นอินทรียวัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นสามารถดูดยึดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลังจากการใส่ปุ๋ยและป้องกันการสูญเสียโดยการชะล้างได้

2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

ผลการวิเคราะห์ดิน ก่อนดำเนินการ ที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 16.0 - 29.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่าเฉลี่ย 21.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก (very low) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด วัดได้ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด วัดได้ 29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน และ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ วัดได้ 18 และ 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลอง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น วัดได้ 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าที่ได้จากตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ วัดได้ 31 และ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุด วัดได้ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามตารางที่ 21 อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จากทุกตำรับ ยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ - ต่ำมาก (low - very low) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน (ตารางภาคผนวกที่ 7) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง โดย

การวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ (paired comparison) โดยวิธี paired T Test พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับการทดลองอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 19)

ตารางที่ 21 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K : mg/kg) ก่อนและหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	Exchangeable K (mg/kg)	
	ก่อนการทดลอง (ก.ย 2557)	หลังการทดลอง (ธ.ค 2557)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา 100 กก.ไร่)	22b	28.0ab
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	16d	27.0b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	29a	31.0ab
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	18c	35.0a
เฉลี่ย	21.25	30.25
F-test	*	*
C.V. (%)	4.71	11.97

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองจะเห็นได้ว่าในทุกตำรับการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 27.0 - 35.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน หลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น เหตุผลส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 1.84 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ความชื้น 17.63 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับใส่โพแทสเซียมให้กับดินได้ 1.52 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (ความชื้น 26.7 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเท่ากับใส่โพแทสเซียมให้กับดินได้ 0.59 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกรซึ่งใช้ปุ๋ยเคมี 13 - 13 - 21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ หลังการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากดินก่อนการทดลอง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมากกว่าตำรับอื่นอยู่แล้ว เหตุผลที่สองน่าจะมาจากผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงของเกษตรกร และอีกส่วนหนึ่งด้วยตำรับ

ที่ใช้ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตที่ต่ำ โพแทสเซียมจึงถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตที่น้อยกว่า และเหตุผลที่สาม เพราะดินในแปลงทดลองเป็นดินที่เคยนำดินจอมปลวกซึ่งเป็นดินเหนียวมาผสม ซึ่งในดินที่มีแร่ดินเหนียวเป็นส่วนประกอบจะมีโพแทสเซียมในดินสะสมอยู่ในปริมาณมาก (ยงยุทธ ; 2552) รวมทั้งวิธีเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่าทุกตำรับทำให้มีธาตุอาหารเหลือตกค้างในดินมากกว่า จึงช่วยให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่เพิ่มขึ้นกว่าทุกตำรับดังกล่าว

โพแทสเซียมในดินส่วนมากจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ รากพืชจะดูด K^+ จากดินด้วยกลไกที่มีความจำเพาะเจาะจง โพแทสเซียมในดินทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ 1.) โพแทสเซียมอิออน (K^+) ในสารละลายดิน 2.) โพแทสเซียมที่ดูดซับบนผิวคอลลอยด์ดิน ที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ 3.) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ จะถูกตรึงอยู่ในหลืบของแร่ดินเหนียว 4.) เป็นส่วนประกอบของแร่ ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้คือ โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และโพแทสเซียมในสารละลายดิน (Soluble K) การเป็นไปของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อ Soluble K สูญเสียไปกับการดูดกินของพืชหรือมีการสูญเสียไปกับการชะละลาย Exchangeable K ก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาทดแทน โพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน (K^+) เท่านั้นที่พืชจะดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก (K^+) พืชก็ยังดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ไม่ได้ อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำในดิน หรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียวก็ได้ ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้สูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืช ก็สามารถดึงดูดธาตุนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ๆ พอกันกับเมื่อมันละลายอยู่ในน้ำในดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจจะใส่แบบคลุกเคล้าให้เข้ากับดินก่อนปลูกพืชได้ หรือจะใส่โดยโรยบนผิวดิน แล้วพรวนกลบก็ได้ถ้าปลูกพืชไว้ก่อนแล้ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541) อย่างไรก็ตามแม้ผลวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง พบว่าทุกตำรับมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าระหว่าง 27 - 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำมาก (very low) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสมบัติของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์และประเมินผลความอุดมสมบูรณ์ของดินของกรมพัฒนาที่ดินระหว่างปี 2547-2552 โดยเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศไปวิเคราะห์ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำโดยมีค่าน้อยกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากภูมิภาคนี้ดินเป็นดินร่วนปนทรายวัตถุต้นกำเนิดมาจากหินทรายที่มีแร่ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมน้อยอยู่แล้วตามธรรมชาติ นอกจากนั้นการใช้ดินมาอย่างต่อเนื่องแต่มีการบำรุงรักษาไม่ถูกต้องทำให้ธาตุอาหารพืช ซึ่งแต่เดิมก็มีน้อยอยู่แล้วถูกพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตยิ่งทำให้มีปริมาณที่ต่ำลง (กรมพัฒนาที่ดิน ; 2558)

3. ผลผลิตหอมแดงและองค์ประกอบผลผลิต

3.1 ผลผลิตหอมแดง

เก็บเกี่ยวหอมแดงเมื่ออายุ 70 วัน หลังนำหอมแดงที่เก็บเกี่ยวแล้ว มัดเป็นกำและนำไปผึ่งในที่ร่ม ใช้เวลาประมาณ 10 วัน จนกระทั่งใบแห้ง สางทำความสะอาด และมัดเป็นกำหรือจุกนำไปชั่งน้ำหนักแต่ละตำรับการทดลองแล้วคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 3,113.20 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด. 12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลผลิตเฉลี่ย 3,097 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,004 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งทุกตำรับที่มีการจัดการดินด้วยเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดินให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการใช้ปุ๋ยเคมี 13 - 13 - 21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหอมแดงต่ำกว่าทุกตำรับดังกล่าวข้างต้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,824 กิโลกรัมต่อไร่ ตามตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลผลิตหอมแดง (หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตหอมแดง (กิโลกรัมต่อไร่)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา 100 กก.ไร่)	2,824b
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	3,004a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	3,113a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	3,097a
F-test	*
CV	2.66

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

การใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตหอมแดงระหว่าง 3,004 - 3,097 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นผลผลิตที่ดีกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตจากวิธีการของเกษตรกรซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งให้ผลผลิตเพียง 2,824 กิโลกรัมต่อไร่ เหตุผลน่าจะมาจากวิธีการของเกษตรกรไม่มีการเติมอินทรียวัตถุให้กับดิน และมีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูง ทำให้ดินมีค่าพีเอชดินหลังการทดลอง (pH 5.0) เปลี่ยนแปลงจากค่าก่อนการทดลอง (pH 4.8) ไม่มากนัก และดินยังคงมีพีเอชดิน ในระดับที่เป็นกรดจัด

มาก (very strongly acid) ซึ่งในดินที่เป็นกรดจัดมาก เหล็กและอะลูมินัมจะละลายได้ดี จึงไปตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต ทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์กับพืชได้น้อยลง (ศิราณี ; 2557) ถึงแม้ว่าจะใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ก็ไม่สามารถทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อหอมแดงได้เต็มที่ เพราะปุ๋ยใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด โดยเฉพาะปุ๋ยฟอสฟอรัส แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเราเรียกว่าฟอสเฟตถูกตรึง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541) นอกจากนั้นยังถูกชะล้างโดยน้ำลงสู่ดินชั้นล่าง

การใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตหอมแดงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกัน ซึ่งเหตุผลน่าจะมาจากการที่ดินในพื้นที่ทำแปลงวิจัย มีสมบัติทางเคมีก่อนการทดลอง ที่ไม่ค่อยเหมาะสมกล่าวคือ มีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชต่ำ และดินมีพีเอชดินในระดับที่เป็นกรดรุนแรง การใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ แม้จะเป็นอัตราที่แนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดินแต่ในสภาพดินที่มีไม่เหมาะสมดังกล่าว แต่ปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากการใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ลงสู่ดินยังค่อนข้างน้อยไม่สามารถที่จะทำให้หอมแดงได้รับธาตุอาหาร ทั้งอาหารหลักและอาหารรองไม่เพียงพอที่จะทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นได้ โดยให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในดินเพียง 0.36, 0.22 และ 0.27กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ในทำนองเดียวกันการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ก็ยังมีประมาณที่ต่ำเกินไป เพราะเมื่อคำนวณเป็นธาตุอาหารหลักที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราดังกล่าว ก็ยังต่ำกว่าที่หอมแดงต้องการ โดยให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ยเพียง 2.35, 2.42 และ 1.84 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) ในขณะที่หอมแดงต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินที่สูงถึง 15, 5 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร ; 2553)

ส่วนในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 -15 จำนวน 66.66 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 46 - 0 - 0 อัตรา 10.86 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อให้ได้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 15, 10 และ10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แม้จะเป็นอัตราที่ตรงตามที่ดินขาดและสอดคล้องกับหอมแดงต้องการ แต่การที่ดินไม่มีสมบัติที่เหมาะสม เพราะดินที่เป็นกรดรุนแรง ไม่มีการเติมอินทรียวัตถุให้กับดิน ธาตุอาหารฟอสฟอรัสบางส่วนจึงถูกตรึงอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ; 2541)

3.2 จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัม

จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมเป็นตัวชี้วัดอย่างหนึ่งว่าหอมแดงมีคุณภาพดี นอกจากสีเปลือกและการไม่เน่าเสียแล้ว ถ้าจำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมน้อย แสดงว่าหัวหอมมีขนาดใหญ่ ซึ่งถือเป็นหอมที่มีคุณภาพตรงตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนหัวของหอมแดงต่อกิโลกรัม ระหว่าง 82 - 88 หัวต่อหอมแดง 1 กิโลกรัม แต่พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีตามตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมที่น้อยกว่าวิธีเกษตรกร ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมี 13 - 13 - 21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีจำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัม เฉลี่ย 92 หัว นั่นหมายความว่า มีขนาดของหัวที่โตได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาดมากกว่า และแสดงว่าหัวหอมแดงจากวิธีเกษตรกร มีขนาดที่เล็กกว่าผลผลิตจากตำรับการทดลองอื่น

ตารางที่ 23 จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัม

ตำรับการทดลอง	จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัม (หัว)
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา 100 กก.ไร่)	92.0a
T2 ปุ๋ยเคมีสูตรตามค่าวิเคราะห์ดิน	88.5a
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	82.0a
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	85.0a
F-test	ns
CV	6.61

หมายเหตุ: * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การประเมินค่าใช้จ่ายของการผลิตหอมแดง ซึ่งเกิดจากการใช้เทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน เช่น ปุ๋ยเคมีอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 โดยคิดคำนวณจากต้นทุนผันแปรหลัก ๆ ได้แก่ ค่าจ้างไถดะและไถแปรเตรียมดิน ค่าปลูก ค่าให้น้ำ ค่าวัสดุทางการเกษตร เช่น ค่าพันธุ์หอมแดง ค่าปุ๋ยเคมี ค่าเก็บเกี่ยวและมัดจุก เป็นต้น เมื่อนำไปคิดต้นทุนผันแปร พบว่า การใช้

ปุ๋ยเคมี 13 -13 -21อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีของเกษตรกร) มีต้นทุนมากที่สุด คือ 16,330 บาทต่อไร่ ขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีต้นทุนผันแปรต่ำที่สุดคือ 11,600 บาทต่อไร่ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนผันแปร 11,750 บาทต่อไร่ การใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีต้นทุนผันแปร 13,470 บาทต่อไร่ ด้านรายได้จากการขายผลผลิตหอมแดง โดยในช่วงที่ทำการวิจัยหอมแดงมีราคา 8 -12 บาทต่อกิโลกรัม (เฉลี่ย 10 บาทต่อกิโลกรัม) พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้จากการขายผลผลิตหอมแดงมากที่สุด คือ 31,130 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีรายได้จากการขายผลผลิตหอมแดง 30,970 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมี 13 - 13 - 21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีของเกษตรกร) มีรายได้ต่ำสุด คือ 28,240 บาทต่อไร่ ตามตารางที่ 24

สำหรับด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของหอมแดง โดยดูจากกำไรสุทธิซึ่งได้จากนำรายได้จากการขายผลผลิตทั้งหมด ลบด้วยต้นทุนผันแปร พบว่า ทุกตำรับการทดลองให้ผลตอบแทนที่เป็นกำไร โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีกำไรสุทธิมากที่สุด 19,380 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยเคมีปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้กำไรสุทธิ 18,440 บาทต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีกำไรสุทธิ 17,500 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ตามตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของหอมแดง

Treatment	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม)	รายได้จากหอมแดง (บาท/ไร่)	ต้นทุน ผันแปร (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)
T1 วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี 13-13-21อัตรา 100 กก.ไร่)	2,824	28,240	16,330	11,910
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	3,004	30,040	11,600	18,440
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	3,113	31,130	11,750	19,380
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12อัตรา300 กก./ไร่ +ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	3,097	30,970	13,470	17,500

หมายเหตุ : ราคาขายผลผลิต 10 บาทต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่าการใช้เทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าทุกตำรับการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่ในตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มว่าทำให้สมบัติทางเคมีของดินในด้านพีเอชดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากก่อนการทดลอง โดยเปลี่ยนแปลงพีเอชดินจากเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) ถึงกรดจัดมาก (very strongly acid) ค่า pH 4.0 - 5.0 เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) วัดได้ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 5.0 - 5.4 ซึ่งมีผลดีต่อการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักของพืชในดิน โดยเฉพาะฟอสฟอรัส สำหรับอินทรียวัตถุในดินพบว่าในทุกตำรับการทดลองปริมาณอินทรียวัตถุมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองมีค่าระหว่าง 0.50 - 0.55 เปอร์เซ็นต์ โดยเพิ่มขึ้นชัดเจนในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.55 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ที่อยู่ในระดับต่ำมาก - ต่ำ

สำหรับในด้านธาตุอาหารพืช ทั้งฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ก็มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยหลังการทดลองทุกตำรับการทดลองมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เพิ่มจากระหว่าง 14.0 -18.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มเป็นระหว่าง 24.0 - 40.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยเพิ่มขึ้นชัดเจนในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งวัดได้ 36.4 และ 40.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง (high) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองในทุกตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตามยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ (low) - ต่ำมาก (very low) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน

ผลผลิตหอมแดง ทุกตำรับที่มีการจัดการดินด้วยเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดินทั้งการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ให้ผลผลิตหอมแดงที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 3,004 - 3,113 กิโลกรัมต่อไร่ แต่จะให้ผลผลิตหอมแดง ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับผลผลิตจากวิธีเกษตรกรซึ่งใช้ปุ๋ยเคมี 13 -13 - 21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ผลผลิต 2,824 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย ที่มากกว่าระหว่าง 6.37 - 9.28 เปอร์เซ็นต์

จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมพบว่าเมื่อเทียบระหว่างวิธีเกษตรกรซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนหัว

หอมแดงต่อกิโลกรัมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนหัวของหอมแดงต่อกิโลกรัม ระหว่าง เฉลี่ย 82 - 92 หัวต่อหอมแดง 1 กิโลกรัม ซึ่งถ้าจำนวนหัวมีน้อยแสดงว่าหัวหอมแดงมีขนาดของหัวที่โตได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาดมากกว่า และจากผลการทดลองหัวหอมแดงจากวิธีเกษตรกร มีขนาดที่เล็กกว่าผลผลิตจากตำรับการทดลองอื่นเพราะมีจำนวนหัวต่อ ผลผลิต 1 กิโลกรัมที่มากกว่า

สรุปผลการทดลองทั้งสองโครงการทดลองย่อย

ด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่ในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มว่าทำให้สมบัติทางเคมีของดินในด้านพีเอชดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากก่อนการทดลอง โดยค่าพีเอชดินเพิ่มขึ้นจาก เฉลี่ย 4.3 เป็นระหว่าง ระหว่าง 5.0 - 5.3 และปริมาณอินทรียวัตถุดินเพิ่มขึ้นจาก เฉลี่ย 0.47 เปอร์เซ็นต์ เป็นระหว่าง ระหว่าง 0.55 - 0.74 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 0.74 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 30.43 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิเคราะห์ดิน ; 2557) เมื่อใส่ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงช่วยทำให้เพิ่มอินทรียวัตถุได้มากขึ้น 24.19 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นทุกตำรับทดลอง โดยเพิ่มจาก เฉลี่ย 3.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มขึ้นเป็นระหว่าง 5.0 - 9.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งส่วนหนึ่งได้ฟอสฟอรัสเพิ่มจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 2.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทุกตำรับการทดลอง เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในตำรับใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีเกษตรกร) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 22.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ก่อนการทดลอง) เพิ่มเป็น 28.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเหตุผลน่าจะมาจากผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงของเกษตรกร และอีกส่วนหนึ่งด้วยตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตที่ต่ำ โพแทสเซียมจึงถูกใช้ไปในการให้ผลผลิตข้าวที่น้อยกว่า ดังนั้นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จึงมีค่าที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองและมากกว่าตำรับการทดลองอื่น โดยสรุปการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน และปรับระดับพีเอชดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมดีขึ้น และช่วยเพิ่มธาตุอาหารทั้งฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง

ด้านผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าทุกตำรับที่ใช้เทคโนโลยีการจัดการดินและปุ๋ยเคมี ต่างให้ผลผลิตข้าวที่ดีกว่าวิธีการของเกษตรกร สอดคล้องกันทั้งสามปี โดยชัดเจนในตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดีกว่าวิธีของเกษตร 18.14 13.46 และ 16.65 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ ด้านความสูงต้นทั้งสามตำรับ

การทดลองที่มีการจัดการดินและปุ๋ย มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความสูงที่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16 -16 - 8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีของเกษตรกร) ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีต้นทุนที่ใกล้เคียงกับวิธีการของเกษตรกร แต่มีกำไรสุทธิที่สูงกว่า ประมาณ 27-29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง มีต้นทุนที่สูงกว่าวิธีการของเกษตรกร และตำรับอื่น ๆ ประมาณ 33.05 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เป็นตำรับที่ได้กำไรที่ต่ำกว่าทุกตำรับการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลองในแปลงทดลองหอมแดง พบว่าการใช้เทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าทุกตำรับการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่ในตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มว่าทำให้สมบัติทางเคมีของดินในด้านพีเอชดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากก่อนการทดลอง โดยเปลี่ยนแปลงพีเอชดินจากเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) ถึงกรดจัดมาก (very strongly acid) ค่า pH 4.5 - 5.0 เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับดินเป็นกรดจัด (strongly acid) ค่า pH 5.0 - 5.5 ซึ่งมีผลดีต่อการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักของพืชในดิน โดยเฉพาะฟอสฟอรัส สำหรับอินทรียวัตถุในดินพบว่าในทุกตำรับการทดลองปริมาณอินทรียวัตถุมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.47 - 0.53 เปอร์เซ็นต์ โดยเพิ่มขึ้นชัดเจนในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.51 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในระดับต่ำมาก-ต่ำ

สำหรับในด้านธาตุอาหารพืช ทั้งฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ก็มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยหลังการทดลองทุกตำรับการทดลองมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เพิ่มจากระหว่าง 14.0-18.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มเป็นระหว่าง 24.0 - 40.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยเพิ่มขึ้นชัดเจนในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ซึ่งวัดได้ 36.4 และ 40.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง (high) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่า เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองในทุกตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตามยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ (low) - ต่ำมาก (very low) ตามเกณฑ์ประเมินระดับสถานะสมบัติของดิน

ผลผลิตหอมแดง ทุกตำรับที่มีการจัดการดินด้วยเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดินทั้งการใช้การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 ให้ผลผลิตหอมแดงที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 3,004 - 3,113 กิโลกรัมต่อไร่ แต่จะให้ผลผลิตหอมแดงที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตจากวิธีเกษตรกรซึ่งใช้

ปุ๋ยเคมี 13 -13 -21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ผลผลิต 2,824 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย ที่มากกว่าระหว่าง 6.37-9.28 เปอร์เซ็นต์

จำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมพบว่าเมื่อเทียบระหว่างวิธีเกษตรกรซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนหัวหอมแดงต่อกิโลกรัมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนหัวของหอมแดงต่อกิโลกรัมระหว่าง เฉลี่ย 82 - 92 หัวต่อหอมแดง 1 กิโลกรัม ซึ่งถ้าจำนวนหัวมีน้อยแสดงว่าหัวหอมแดงมีขนาดของหัวที่โตได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาดมากกว่า และจากผลการทดลองหัวหอมแดงจากวิธีเกษตรกร มีขนาดที่เล็กกว่าผลผลิตจากตำรับการทดลองอื่นเพราะมีจำนวนหัวต่อ ผลผลิต 1 กิโลกรัมที่มากกว่า

ข้อเสนอแนะ

1.) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ อาจจะยังไม่สามารถเติมธาตุอาหารพืชลงในดินได้เพียงพอกับที่ดินขาด และความต้องการของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และหอมแดงที่ปลูกได้ ดังจะเห็นได้จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิดยังไม่สามารถให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้สูงตามศักยภาพของพันธุ์

2.) การใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน จะเห็นได้ว่าต้องใช้ในอัตราที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวิธีการของเกษตรกร ซึ่งเป็นเพราะสมบัติของดินที่ใช้ทำแปลงวิจัยเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แม้จะมีผลผลิตและผลตอบแทนที่สูงกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร แต่ยังมีต้นทุนที่สูงและไม่แตกต่างกัน และอาจจะเพิ่มความยุ่งยากในการเตรียมปุ๋ยเดี่ยวเพื่อใช้ให้ตรงกับความต้องการของข้าว และในส่วนที่ดินขาด อีกทั้งเกษตรกรต้องมีความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ดีในการผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง

3.) การใช้ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและตามค่าวิเคราะห์ดิน ควรลดอัตราลงครึ่งหนึ่งของคำแนะนำ แล้วใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยในการลดต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีลงได้ และช่วยให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีแบบเกษตรกร

4.) ควรนำตำรับการทดลองที่ได้ผลดีเด่นที่สุดจากการวิจัยในโครงการนี้ ทำการสาธิตในรูปแปลงใหญ่และเก็บข้อมูลในภาพรวมของพื้นที่ เพื่อได้ข้อมูลที่ชัดเจนเพิ่มมากขึ้น

5.) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา100 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ อาจจะยังไม่สามารถเติมธาตุอาหารพืชลงในดินได้เพียงพอกับที่ดินขาด และความ

ต้องการของพืชที่ปลูกได้ ดังจะเห็นได้จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองตำรับยังไม่สามารถให้ผลผลิตพืชที่สูงได้อย่างชัดเจนตามศักยภาพของพันธุ์พืชนั้น ๆ ได้

6.) การใช้เทคโนโลยีของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งไม่ใช้สารเคมีสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช มีปัญหาเรื่องวัชพืชรบกวนมาก ซึ่งการจัดการวัชพืชในแปลงหอมต้องใช้แรงงานคนเท่านั้น ทำให้เกิดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชค่อนข้างสูง (1,500 บาทต่อไร่) ซึ่งถ้าหากลดต้นทุนส่วนนี้ได้จะทำให้การใช้ผลิตภัณฑ์ พด.มีกำไรที่เพิ่มขึ้น และ การถอนวัชพืชในแปลงมีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของหอมแดงค่อนข้างมาก อันอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่กระทบต่อการให้ผลผลิต

7.) ควรมีการนำผลิตภัณฑ์พัฒนาที่ดินชนิดอื่น ๆ เช่น น้ำหมักชีวภาพ พด.2 มาร่วมทดสอบด้วย

8.) ควรมีการศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์พัฒนาที่ดินที่มีต่อคุณภาพในด้านการเก็บรักษาผลผลิตหอมแดง(หัวฝ่อ) จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2555. รายงานการส่งออกสินค้าเกษตร.กระทรวงพาณิชย์. แหล่งที่มา : http://www.dft.go.th/th-th/dft-service-data-statistic/cid/41. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2562. 187 หน้า.

กรมการปกครอง.2560. ข้อมูลทั่วไปของอำเภอยางชุมน้อยจังหวัดศรีสะเกษ.แหล่งข้อมูล: http:// www.amphoe.com สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2562.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. เอกสารวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 102 หน้า.

_____. 2550. ระเบียบกรมพัฒนาที่ดินว่าด้วยการใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร พ.ศ. 2550. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 64 หน้า.

_____. 2551. คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 187 หน้า.

_____. 2553. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 236 หน้า

_____.2554ก. คู่มือ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับพืชเศรษฐกิจรายตำบลประจำปีเพาะปลูก 2554-2556 อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 57 หน้า.

_____. 2554ข. คู่มือ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับพืชเศรษฐกิจรายตำบลประจำปีเพาะปลูก 2554-2556 อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 50 หน้า.

_____. 2556. โปรแกรมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะหดินและปุ๋ยรายแปลงกรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา : http://www.ldd.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2562.

_____. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพ ฯ. 304 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. 121 หน้า

_____. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 001/2553.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพ ฯ

_____. 2557. เกษตรกรในโครงการเมืองเกษตรสีเขียว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : http://www.biothai.net/sites/default/files/2014bupha.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. สถิติภูมิอากาศ พ.ศ. 2557-2559. กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. แหล่งที่มา ; http://www.ldd.go.th/ สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562.

กรองทอง จันทร. 2530. เอกสารแนะนำเรื่อง หอมแดง. เอกสารโรเนียว งานพืชผักสถานีทดลองพืชไร่ จ.เชียงใหม่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 4 หน้า

กองสำรวจดิน.2540. รายงานการสำรวจดินจังหวัดศรีสะเกษ. กรมพัฒนาที่ดิน.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : http://www.ldd.go.th/ สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562.

กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน. 2559. รายงานความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจรายจังหวัดในสังกัดสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. อุบลราชธานี. 188 หน้า.

_____. 2560. รายงานข้อมูลจำนวนเนื้อที่ดินมีปัญหาทางการเกษตรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.

กลุ่มวิเคราะห์ดิน. 2557. รายงานผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2 หน้า.

กลุ่มอินทรียวัตถุและวัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2540. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.165 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา.2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 186 -199 และ หน้า 241-255.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

เครือมาศ สมัครการ. 2554. แนวโน้มการสะสมคาร์บอนในดินที่ใช้ปลูกข้าวจากการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผา. สายวิชาวิทยาศาสตร์คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.แหล่งที่มา : https://www.tci-thaijo.org/index.phpเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2561.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และ เมธิน ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 120 หน้า.

จิราภา จอมไธสง. 2546. หอมแดง สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. แหล่งที่มา: http://www.agriman.doae.go.th/ สืบค้นเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2561.

ที บุญแนบ. 2540. ผลของวัสดุปรับปรุงดินนาชุดดินร้อยเอ็ดที่มีต่อผลผลิตหอมแดง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 6 15–18 กุมภาพันธ์ 2543. ณ โรงแรมปางสวนแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่

นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, องอาจ วีระโสภณ, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และ จินตนา หัสวายุกุล. 2547. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 48 หน้า.

นวลจันทร์ ศรีสมบัติ, พเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ, นาตยา จันทร์ส่อง และ บังอร แสนคาน. 2557. การพัฒนาเทคโนโลยีผลิตหอมแดงคุณภาพ. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2. แหล่งที่มา : http://www.mcc.cmu.ac.th/Seminar/pdf/p255709019.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562.

นันทนา ชื่นอิ่ม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์ และ นุษรา สินบัวทอง. 2556. การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าการวิเคราะห์ดิน.สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา : http://www.agriman.doae.go.th/ สืบค้นเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2561

นิตยา ชัยคำ. 2543. วิทยานิพนธ์ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรผลิตให้ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 7 จ.เชียงใหม่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. แหล่งที่มา : http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research สืบค้นเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม 2562

นิพนธ์ มาวัน และ วรรณวิภา แก้วประดิษฐ์.2561. ระดับของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนต่อผลผลิต ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน เอนไซม์ยูรีเอส และความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยในสภาพดินทราย.วารสารเกษตรพระวรุณ. ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561 2018, หน้า 74-84

ปัทมา วิตยากร แรมโบ. 2558. บทบาทของอินทรียวัตถุต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน. แหล่งที่มา : https://ag2.kku.ac.th/eLearning/132351/Doc/1223.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2562.

ประทีป วีระพัฒนนิรันคร์. 2552. คำแนะนำ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินพืชไร่ พืชผัก ไม้ผล และไม้ยืนต้น. แหล่งที่มา : http://www.ssnm.info/know/plant_soiltestkit
สืบค้นเมื่อ 12 พฤษภาคม 2562

ประพิน ขันธเลิศ. 2554. การใช้ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตกะหล่ำปลีจังหวัดตาก. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2554. ปทุมธานี, 27 กุมภาพันธ์-1 มีนาคม : 322.

ประภาส วีระแพทย์. 2531. ความรู้เรื่องข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2531. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 108 หน้า.

ประเสริฐ สองเมือง, สมศักดิ์ เหลืองศิโรรัตน์, วิทยา ศรีทานันท์ , แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์ และชอบ คณะฤกษ์. 2529. การศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีระ-นิเวศน์ของข้าวและ

คุณสมบัติของดิน, หน้า 331-356 *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ย. กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว. กองปฐพี. กรมวิชาการเกษตร.

ประสูติ สิทธิสรวง. 2537. คุณภาพของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกต่างถิ่น. นสพ. กสิกร ฉบับเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 577-579.

ประสูติ สิทธิสรวง และ จุลมณี ไพฑูรย์เจริญลอย. (ไม่ระบุปี). ข้าวหอมมะลิ. เอกสารแผ่นพับ กลุ่มข้าว กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

พบชาย สวัสดี. 2554. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อปลูกข้าวหอมไชยา.รายงานผลการวิจัย โครงการนำร่องพื้นที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาการผลิตข้าวหอมไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2553. 9 หน้า.

มัจฉา แก้วพิลา, นิภา ธรรมโสม, พฤกษา หล้าวงษา และ พัชรี แสนจันทร์ 2556. ผลของฟางข้าวต่อผลผลิตข้าว คุณสมบัติพีเอชดิน การนำไฟฟ้าและความหนาแน่นรวมของดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา : www.tci-Thaijo-Org/index.php/pnujr./article. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2562.

มาฑินี จึงจะดี, อดิศักดิ์ สรรพบพิตร และ ไพโรจน์ สุขหอม. 2554. ศึกษาการใช้พืชปุ๋ยสดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ(พด.2) เพื่อปลูกข้าวในพื้นที่หมู่บ้านพัฒนาที่ดิน บ้านต้นเนียง ตำบลเทพราช อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช, หน้า 317. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2554. วันที่ 27 กุมภาพันธ์ - 1 มีนาคม 2554 ณ พิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 368 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551,ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 350.

ยุพิน รามณีย์ และ พรรณี จูฑามาตย์. 2550. การจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าวจังหวัดนครศรีธรรมราช. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2550. วันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ 2550. กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. หน้า 217-223.

เรวัติ จิระสถาพร, เข้มแข็ง ยุติธรรมดำรง, บุญทอง ตันติสิระ, เทอดศักดิ์ ศุภสารัมภ์ และ เจริญ เจริญจำรัสชีพ.2538 การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการจัดการดินกรดในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดินครั้งที่ 3 ,20-23 มิถุนายน 2538. ณ โรงแรมเอเชียพัทยา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. หน้า 290 -306.

วรรลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พิทยา ลิ่มทอง, เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์, ปรัชญา ธัญญาดี, อุดม ภู่พิพัฒน์, ประชุม จุฑาวรรธนะ, และ เทอดศักดิ์ ศุภสารัมภ์. 2534. ผลของปุ๋ยหมักต่อเชื้อรา Macrophomina phaseolina และผลผลิตข้าวโพด. รายงานผลงานวิจัยการปรับปรุงดิน (2526 -2532) แหล่งที่มา : http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/webFull_Research_pdf/Full สืบค้นเมื่อ 16 เม.ย 2563.

วรารัตน์ ลีวรางกูล. 2554. การจัดการดินที่เหมาะสมด้วยปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินเขาพลอง (กลุ่มชุดดินที่ 44) ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดินประจำปี 2555. กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 263.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง และ บัญชา รัตนีทู. 2557.การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนและอินทรียวัตถุ. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชครินทร์ ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2557. 10 หน้า.

ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ. 2528. รายงานการวิจัยปี 2528 ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. 2560. ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดศรีสะเกษ. กรมชลประทาน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : http://hydro-4.com/3rainfalldata/rainmonth/.htm. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2562.

ส่งศักดิ์ ถุงแก้ว . 2543. การวิเคราะห์ธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม) ในดินจอมปลวก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. แหล่งที่มา : http://www.champa.kku.ac.th สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2561.

สถาบันวิจัยข้าว, 2547. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 41 หน้า.

สถิระ อุดมศรี, จตุรงค์ ลออพันธ์สกุล และ ธัญยธรณ์ จิตอรวรรณ์.2558. ศักยภาพทรัพยากรดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ตามโครงการปรับปรุงฐานข้อมูลทรัพยากรดินเบื้องต้นลงบนภาพถ่าย Ortho ระยะที่ 2 มาตราส่วน:25,000. เอกสารวิชาการฉบับที่ 01/01/2558. กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 219หน้า.

สนั่น รัตนานุกูล. 2532. เอกสารคำแนะนำเรื่อง หอมแดง. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 4 หน้า.

สนั่น รัตนานุกุล, ประเสริฐ หนูจีน, ศักดิ์ชาย วรามิตร และ เบลเยี่ยม เจริญพานิช. 2530. การศึกษาระยะเวลาและวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับหอมแดง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2530 ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ. หน้า 71-80.

สรสิทธิ์ รัชโรทยาน. 2535. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศรี อรุณินท์. 2539. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 11

สุดารัตน์ หอมหวล . 2553. หอมแดง. ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่มา : http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2563.

สุวรรณภา บุญจงรักษ์ และ กัญญาพร สังข์แก้ว. 2556. การจัดการดินและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินตามโปรแกรมการจัดการดิน และปุ๋ยตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงเพื่อการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 อย่างยั่งยืน. เอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ.3) สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4. กรมพัฒนาที่ดิน. 24 หน้า.

สุวรรณภา บุญจงรักษ์, วรรณา สุวรรณวิจิตร และ ยุพาพร กิ่งโสดา. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพขยายเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ละลายฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร่วมกับจุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช ภายใต้การจัดการพืชปุ๋ยสดชนิดต่างๆ ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกพริกอินทรีย์ ในจังหวัดอุบลราชธานี เอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ.3) สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4. กรมพัฒนาที่ดิน. 30 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2554. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2555-2559) 72 หน้า.

สำนักงานจังหวัดศรีสะเกษ. 2560. แผนพัฒนาจังหวัดศรีสะเกษ (พ.ศ 2557-2560) ฉบับทบทวนปี2560. แหล่งที่มา : http://www. sisaket.go.th สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดศรีสะเกษ. 2560. ข้อมูลการตลาดจังหวัดศรีสะเกษประจำปี 2560. แหล่งที่มา ; http://www. Aecthaibiz.com สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. ข้อมูลผลผลิตและการตลาดหอมแดง จังหวัดศรีสะเกษ แหล่งที่มา : http://www.kasetonline.net/newsite/index. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2562.

_____. 2559. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2559 Agricultural Statistics of Thailand 2016 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : http://www. oae.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562.

_____. 2560. ข้อมูลผลผลิตและการตลาดหอมแดง จังหวัดศรีสะเกษแหล่งที่มา : http://www. oae.go.th สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 187 หน้า.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2552. เอกสารแนะนำแผ่นพับปุ๋ยชีวภาพ พด.12 เพิ่มธาตอาหารและฮอร์โมนพืช กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดินน้ำปุ๋ยพืชวัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1. กรมพัฒนาที่ดิน. 184 หน้า.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคตะวันออก-เฉียงเหนือของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แหล่งที่มา : .https://oer.learn.in.th/search_detail/result .สืบค้นเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2562.

สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557. ชุดดินภาคอีสานความรู้พื้นฐานเพื่อการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 95 หน้า.

อภิชาต จงสกุล. 2557. โครงการเมืองเกษตรสีเขียว. เอกสารประกอบการบรรยาย ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดินประจำปี 2557 ณ โรงแรม อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี.

อรรถ สมร่าง. 2545. แผนปฏิบัติการพัฒนาสินค้าเกษตรตามแนวยุทธศาสตร์สินค้าเกษตร ข้าว อ้อย โรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สับปะรด. กรมพัฒนาที่ดิน.

อยุธย์ คงปั้น และเบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2550. เชื้อราไมคอร์ไรซาช่วยลดผลกระทบจากดินกรดในถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). วารสารเกษตร ปีที่ 23 (ฉบับพิเศษ) หน้า 129 -136.

อัธยะ พินจงสกุลดิษฐ และสมพร ผาตินาวิน. 2554. โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง. แหล่งที่มา : http://www.brrd.in.th/main/document/amari54/12.pdf, สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2560.

Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil.Soil Sci. 59: 39-45.

Belimovetal, A. A., A. P. Kojemiakov. and C.V. Chuvarliyeva. 1995. Interaction between barley and Mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate- solubilizing bacteria. Plant and Soil. 173(1) : 29-37.

Soil Science Society of America (SSSA). 2008. Glossary of Soil Science Terms 2008. Meaning of saline soil. 88 p. The source:https://www.soils.org/soils-glossary. view at : March 30th 2020.

Tawonmas,D., Phanichakul,S., Ratanarat,W. 1984. Proplem of Laterite soil for feed Crop production in Thailand. Cited by E. Pushparajah. Soil Organic matter : its role and management. IBSRAM Technical Note no.5. Thailand.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. Soil.Bray II, R.H. and L.T. Kurtz.1945 Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45
Sci. Amer. Proc. 63:257.

Yano,K. and M.Takaki.2005 My corrhizal alleviation of acid soil stress in the sweet potato (Ipomoea batatas). Soil Biology and Biochemistry 37:1569 1572.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวขาวดอกมะลิ105 (บาทต่อไร่)

กิจกรรม	ตำรับการทดลอง			
	T1	T2	T3	T4
1. การเตรียมดิน (บาท/ไร่)				
1.1 ไถเตรียมดิน (ไถดะ)	250	250	250	250
1.2 เตรียมดินก่อนหว่าน (ไถแปร)	300	300	300	300
2. การปลูก (บาท/ไร่)				
2.1 หว่านข้าว/หว่านปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง-ปุ๋ยหมักพด.12	0	0	0	0
3. การดูแลรักษา (บาท/ไร่)				
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี	0	0	0	0
4. วัสดุการเกษตร (บาท/ไร่)				
4.1 ปุ๋ยเคมี 46-0-0	120	0	0	0
4.2 ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (50 และ56.25กิโลกรัม/ไร่)	750	844	0	422
4.3 ปุ๋ยสูตร 0-0-60 (2.5กิโลกรัม/ไร่)	0	30	0	15
4.4 เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	600	600	600	600
4.5 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	0	0	1,000	0
4.6 ปุ๋ยชีวภาพ พด. 12	0	0	0	1,800
5. การเก็บเกี่ยว (บาท/ไร่)				
5.1 เก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600
รวมค่าใช้จ่าย	2,620	2,624	2,750	3,987
ผลผลิตต่อไร่(เฉลี่ย 3 ปี)	369	423	430	429
ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม	11.0	11.0	11.0	11.0
รวมรายได้	4,059	4,653	4,730	4,719
ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร	1,439	2,029	1,980	732

หมายเหตุ : - ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวขาวมะลิ 105 คือ ไนโตรเจน 9 กก./ไร่ ฟอสฟอรัส 6 กก./ไร่ โพแทสเซียม 6 กก./ไร่ (ซึ่งได้จากการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 56.25 กก. ไร่ และ 0-0-60 อัตรา 2.5 กก./ไร่)

- ราคาปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 เท่ากับ 15 บาท/กก.ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 เท่ากับ 12 บาท/กก. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 เท่ากับ 12 บาท/กก. ปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 ราคา 6 บาท/กก. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงราคา 10 บาท/กก. เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ราคา 30 บาท/กก.

- เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่

ตารางภาคผนวกที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของหอมแดง (บาทต่อไร่)

รายการ	วิธีการ			
	T1	T2	T3	T4
1.ค่าพันธุ์หอม	6,500	6,500	6,500	6,500
2.ค่าไถเตรียมดิน (ปกติประมาณ 4 ครั้งๆละ 250 บาท)	1,000	1,000	1,000	1,000
3.ค่าฟางคลุมดิน	600	600	600	600
3.ค่าแรงปลูก	750	750	750	750
4.ค่าไฟฟ้าสำหรับการให้น้ำ	700	700	700	700
5.ค่าปุ๋ยเคมี13-13-21 (กก.ละ 16 บาท)	1,280	-	-	1,120
5.ค่าปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (กก.ละ 30 บาท)		450		
5.ค่าปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส (กก.ละ 20 บาท)		200		
5.ค่าปุ๋ยเคมีโพแทสเซียม (กก.ละ 20 บาท)		200		
5.ค่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กก.ละ 10 บาท)		-	1,000	
5.ค่าปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 (กก.ละ 6 บาท)				1,800
6.ค่าสารเคมีป้องกันโรคพืช แมลง /ฮอร์โมนพืช	3,500	-	-	
7.ค่าแรงฉีดสารคุมวัชพืช (จำนวน 1 ครั้ง)	200	-	-	
8.ค่าแรงฉีดสารเคมีป้องกันศัตรูพืช(จำนวน 4 ครั้ง ๆ ละ150 บาท)	600	-	-	
10.ค่าแรงเก็บเกี่ยว/มัด	1,200	1,200	1,200	1,200
รวมต้นทุน	16,330	11,600	11,750	13,670
ผลผลิต/ไร่	2,824	3,004	3,113	3,097
รวมรายได้	28,240	30,040	31,130	30,970
ผลตอบแทน **กำไร**	**11,910**	**18,440**	**19,380**	**17,500**
ขาดทุน	**-**	-	-	-

หมายเหตุ ผลผลิต กิโลกรัมละ 10 บาท

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักชีวภาพ พด. 12

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	pH (1 : 2)	EC ds/m	C/N Ratio	OM %	สิ่งเจือปน %	N %	P_2O_2 %	K_2O %	Moisture %
	7.9	0.42	17.7	11.0	0	0.36	0.22	0.27	26.7

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน (2557)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12

ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g)			
	จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนอิสระ	จุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส	จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม	จุลินทรีย์สร้างฮอร์โมนพืช
ปุ๋ยหมักขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพ พด.12	ไม่พบ	$1.4x10^6$	$1.05x10^7$	ไม่พบ

ที่มา **:** สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2557)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับการประเมินความเค็มของดิน (EC :dS/m)

เนื้อดิน	ระดับการประเมิน				
	ไม่เค็ม	เค็มน้อยมาก	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มจัด
ดินทราย	<0.07	0.07 - 0.15	0.15 - 0.34	0.34 - 0.63	>0.63
ดินร่วน	<0.09	0.09 - 0.19	0.19 - 0.45	0.45 - 0.76	>0.76
ดินเหนียว	<0.12	0.12 - 0.24	0.24 - 0.56	0.56 - 0.96	>0.96

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน (2559)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	pH (1 : 2)	EC ds/m	C/N Ratio	OM %	สิ่งเจือปน %	N %	P_2O_5 %	K_2O %	Moisture %
1	6.4	3.74	7.1	27.93	0.02	2.28	2.39	1.81	17.67
2	6.5	3.69	7.5	33.87	0.01	2.62	2.29	1.81	14.77
3	6.4	3.55	7.8	33.34	0.01	2.47	2.42	1.81	16.00
4	6.7	3.85	7.7	26.59	0.05	2.01	2.58	1.93	22.06
เฉลี่ย	6.5	3.71	7.53	30.43	0.02	2.35	2.42	1.84	17.63

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน (2557)

ตารางภาคผนวกที่ 7 ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน

1.) ระดับความรุนแรงของพีเอชดิน (soil reaction)	
ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด(Ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก(extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย(slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0
2.) ระดับอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธีการของ Walkley and Black	
ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (low)	0.5–1.0
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0–1.5
ปานกลาง (medium)	1.5–2.5
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5–3.5
สูง (high)	3.5–4.5
สูงมาก (very high)	> 4.5
3.) ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai.P) โดยวิธีการ Bray II	
ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (medium)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	> 45
4.) ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extr.K) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc 1*N*pH 7	
ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	>120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)และ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548)

ตารางภาคผนวกที่ 8 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่	
	ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง	ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง
1) อินทรียวัตถุ (OM , %)		
< 1	ปุ๋ย N 18 กก./ไร่	ปุ๋ย N 9 กก./ไร่
1 – 2	ปุ๋ย N 12 กก./ไร่	ปุ๋ย N 6 กก./ไร่
> 2	ปุ๋ย N 6 กก./ไร่	ปุ๋ย N 6 กก./ไร่
2) ฟอสฟอรัส (P_2O_5 , มก./กก.)		
< 5	ปุ๋ย P_2O_5 6 กก./ไร่	ปุ๋ย P_2O_5 6 กก./ไร่
5 – 10	ปุ๋ย P_2O_5 3 กก./ไร่	ปุ๋ย P_2O_5 3 กก./ไร่
> 10	ปุ๋ย P_2O_5 0 กก./ไร่	ปุ๋ย P_2O_5 0 กก./ไร่
3) โพแทสเซียม (K_2O , มก./กก.)		
< 60	ปุ๋ย K_2O 6 กก./ไร่	ปุ๋ย K_2O 6 กก./ไร่
60 – 80	ปุ๋ย K_2O 3 กก./ไร่	ปุ๋ย K_2O 3 กก./ไร่
> 80	ปุ๋ย K_2O 0 กก./ไร่	ปุ๋ย K_2O 0 กก./ไร่

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2548)

ตารางภาคผนวกที่ 9 คำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง (นาปี) ตามค่าวิเคราะห์ดิน

คำแนะนำแบบที่	ค่าวิเคราะห์ดิน			ปริมาณธาตุอาหารที่	น้ำหนักแม่ปุ๋ยที่ต้องใส่ครั้งที่ 1 (กก./ไร่)			ใส่ครั้งที่ 2 (กก./ไร่)
	อินทรียวัตถุ (%)	ฟอสฟอรัส (ส่วนในล้านส่วน)	โพแทสเซียม (ส่วนในล้านส่วน)	ต้องใส่ กิโลกรัม N, P และ K ต่อไร่	16-20-0	46-0-0	0-0-60	46-0-0
1	น้อยกว่า 1	มากกว่า 10	มากกว่า 80	9-0-0	-	10	-	10
2	น้อยกว่า 1	มากกว่า 10	60-80	9-0-3	-	10	5	10
3	น้อยกว่า 1	มากกว่า 10	น้อยกว่า 60	9-0-6	-	10	10	10
4	น้อยกว่า 1	5-10	มากกว่า 80	9-3-0	15	5	-	10
5	น้อยกว่า 1	5-10	60-80	9-3-3	15	5	5	10
6	น้อยกว่า 1	5-10	น้อยกว่า 60	9-3-6	15	5	10	10
7	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 5	มากกว่า 80	9-6-0	30	-	-	10
8	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 5	60-80	9-6-3	30	-	5	10
9	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 5	น้อยกว่า 60	9-6-6	30	-	10	10
10	1 - 2	มากกว่า 10	มากกว่า 80	6-0-0	-	7	-	7
11	1 - 2	มากกว่า 10	60-80	6-0-3	-	7	5	7
12	1 - 2	มากกว่า 10	น้อยกว่า 60	6-0-6	-	7	10	7
13	1 - 2	5-10	มากกว่า 80	6-3-0	15	2	-	6
14	1 - 2	5-10	60-80	6-3-3	15	2	5	6
15	1 - 2	5-10	น้อยกว่า 60	6-3-6	15	2	10	6
16	1 - 2	น้อยกว่า 5	มากกว่า 80	6-6-0	30	-	-	3
17	1 - 2	น้อยกว่า 5	60-80	6-6-3	30	-	5	3
18	1 - 2	น้อยกว่า 5	น้อยกว่า 60	6-6-6	30	-	10	3
19	มากกว่า 2	มากกว่า 10	มากกว่า 80	3-0-0	-	4	-	3
20	มากกว่า 2	มากกว่า 10	60-80	3-0-3	-	4	5	3
21	มากกว่า 2	มากกว่า 10	น้อยกว่า 60	3-0-6	-	4	10	3
22	มากกว่า 2	5-10	มากกว่า 80	3-3-0	15	-	-	3
23	มากกว่า 2	5-10	60-80	3-3-3	15	-	5	3
24	มากกว่า 2	5-10	น้อยกว่า 60	3-3-6	15	-	10	3
25	มากกว่า 2	น้อยกว่า 5	มากกว่า 80	3-6-0	15	-	-	3
26	มากกว่า 2	น้อยกว่า 5	60-80	3-6-3	15	-	5	3
27	มากกว่า 2	น้อยกว่า 5	น้อยกว่า 60	3-6-6	15	-	10	3

ที่มา : นพรัตน์ และคณะ (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 10 คำแนะนำการใช้ปุ๋ย N-P-K สำหรับกระเทียม หอมแดง และหอมหัวใหญ่

แบบ	ค่าวิเคราะห์ดิน			คำแนะนำการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			
				ครั้งที่1			ครั้งที่2
	N	P	K	46-0-0	18-46-0	0-0-60	46-0-0
1	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	4	33	17	33
2	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง-สูง	4	33	9	33
3	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	8	22	17	33
4	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง-สูง	8	22	9	33
5	ต่ำ	สูง	ต่ำ	12	11	17	33
6	ต่ำ	สูง	ปานกลาง-สูง	12	11	9	33
7	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	0	33	17	22
8	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง-สูง	0	33	9	22
9	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	3	22	17	22
10	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง-สูง	3	22	9	22
11	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	7	11	17	22
12	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง-สูง	7	11	9	22

ที่มา : ประทีป (2552)

ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน จังหวัดศรีสะเกษ ปี 2557-2559 หน่วย:มิลลิเมตร

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)			เฉลี่ย
	2557	2558	2559	
เมษายน	9.8	22.6	4.7	12.36
พฤษภาคม	26.0	42.2	133.8	67.33
มิถุนายน	276.9	188.9	361.4	275.73
กรกฎาคม	269.2	497.5	225.5	330.73
สิงหาคม	160.6	201.5	126.0	162.7
กันยายน	286.0	255.9	307.1	283.0
ตุลาคม	76.6	81.7	164.7	107.66
พฤศจิกายน	0.0	0.0	22.0	7.33
ธันวาคม	0.0	0.0	0.4	0.13
มกราคม	0.0	0.0	0.5	0.16
กุมภาพันธ์	0.0	0.0	8.9	2.96
มีนาคม	9.7	0.0	59.8	23.16
รวมปริมาณทั้งปี	1,114.8	1,290.3	1,414.8	1,273.30
รวมจำนวนวันที่ฝนตกทั้งปี	95	83	113	

ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน (2560) และกรมอุตุนิยมวิทยา. 2560

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า pH โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	4.7	5.0	0.0156	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4.4	5.0	0.0002	0.05	*
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4.0	5.1	0.0015	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4.4	5.3	0.0007	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า OM โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	0.46	0.55	0.0018	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.36	0.55	0.0002	0.05	*
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.59	0.74	0.0017	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	0.50	0.64	0.0035	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า P โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	2	5	0.0037	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	5	7	0.0035	0.05	*
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4	5	0.0398	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	4	9	0.0019	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า K โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	22	28	0.0056	0.05	ns
T2 ปุ๋ยเคมีตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	21	24	0.0967	0.05	ns
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	15	18	0.0967	0.05	ns
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง	17	16	0.6767	0.05	ns

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า pH โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อน และหลังการทดลองแปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	4.8	5.0	0.0177	0.05	ns
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.0	5.0	0.0178	0.05	ns
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	4.9	5.5	0.0311	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.5	5.4	0.0230	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า OM โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อน และหลังการทดลอง แปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	0.50	0.50	0.0006	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.53	0.50	0.0806	0.05	ns
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	0.50	0.52	0.0029	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.47	0.51	0.0002	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า P โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	17.75	24.20	0.0129	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	15.00	26.20	0.0019	0.05	*
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	14.00	36.40	0.0006	0.05	*
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	16.00	40.00	0.0003	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นคู่ ของค่า K โดยวิธี paired T Test ระหว่างก่อนการทดลอง (2557) และหลังการทดลอง (2559) แปลงวิจัยหอมแดง

Treatment	ก่อนการทดลอง (2557)	หลังการทดลอง (2559)	ผลการวิเคราะห์		
			ค่า p ที่คำนวนได้	ระดับความเชื่อมั่น	ความแตกต่าง
T1 วิธีเกษตรกร(ปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา50 กก./ไร่)	22.0	28.0	0.0080	0.05	*
T2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	16.0	27.0	0.0048	0.05	*
T3 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา100 กก./ไร่	29.0	31.0	0.2585	0.05	ns
T4 ปุ๋ยหมักชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่+ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน	18.0	35.0	0.0007	0.05	*

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.05
ns = ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อค่า p ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.05