รายงานผลแผนการวิจัย

เรื่อง

การจัดการดินแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์

โดย

นายเมธิน ศิริวงศ์

นายพัฒน์พงษ์ เกิดหลำ

นางชุติมา จันทร์เจริญ

นางทรายแก้ว อนากาศ

นายสาธิต กาละพวก

นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ่ว

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 57 59 02 11 40001 022 102 01 11

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน

พ.ศ. 2560

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ง
บทคัดย่อ	1
หลักการและเหตุผล	4
วัตถุประสงค์	6
การตรวจเอกสาร	8
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	27
อุปกรณ์และวิธีการ	28
ผลการทดลองและวิจารณ์	37
สรุปผลการทดลอง	104
ประโยชน์ที่ได้รับ	104
เอกสารอ้างอิง	105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรและอัตราปุ๋ยที่แนะนำให้ใช้กับต้นยาง (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)	17
2	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำให้ใส่แก่ต้นยางหลังเปิดกรีดตามค่าวิเคราะห์ดิน	17
3	มาตรฐานการเจริญเติบโตของต้นยาง	25
4	ข้อกำหนดบางรายการของมาตรฐานคุณภาพน้ำยางข้นไทย (มอก. 980-2552)	26
5	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงมันสำปะหลัง	37
6	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงมันสำปะหลัง	38
7	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg-1) แปลงมันสำปะหลัง	39
8	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K: mg kg-1) แปลงมันสำปะหลัง	40
9	ผลผลิตมันสำปะหลัง (หัวสด)	41
10	เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง	42
11	มูลค่าผลผลิต ต้นทุนผันแปร และผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรรายปีและรวม 3 ปี การปลูกมันสำปะหลัง	44
12	ผลการวิเคราะห์ดินและคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีก่อนปลูกอ้อย	46
13	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงปลูกอ้อย	47
14	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงปลูกอ้อย	48
15	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg kg-1) แปลงปลูกอ้อย	49
16	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg kg-1) แปลงปลูกอ้อย	50
17	ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)	52
18	ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)	53
19	ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)	55
20	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)	57
21	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)	58
22	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)	59
23	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	61
24	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	62
25	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg-1) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	62
26	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K: mg kg-1) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	63
27	ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	64
28	น้ำหนักต้นแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	65
29	เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	66
30	น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	66
31	ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
32	ค่าเฉลี่ยมูลค่าผลผลิต ต้นทุนผันแปร และผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	69
33	สมบัติบางประการของวัสดุปรับปรุงดิน	70
34	สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการ แปลงปลูกข้าว	71
35	ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว	72
36	ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว	73
37	ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว	74
38	ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว	75
39	ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตข้าว	76
40	จำนวนต้น จำนวนรวง และความสูงข้าว	77
41	จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนัก 100 เมล็ด	78
42	น้ำหนักฟาง	79
43	ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 1	79
44	ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 2	80
45	ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 3	80
46	สมบัติของดินก่อนดำเนินการทดลอง แปลงยางพารา	82
47	ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังทำการทดลอง แปลงยางพารา	83
48	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	85
49	ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	87
50	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	89
51	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	91
52	ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	93
53	ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา	95
54	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 1 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)	96
55	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 2 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
56	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 3 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)	100
57	ผลผลิตยางพารา	101
58	เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งยางพารา	102
59	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจปีที่ 3 ของการทดลอง ปลูกยางพารา	103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงผลผลิตปีที่ 1 ผลผลิตปีที่ 2 และผลผลิตปีที่ 3	56
2	กราฟแสดงผลตอบแทน ปีที่ 1 ผลตอบแทน ปีที่ 2 ผลตอบแทน ปีที่ 3 และผลตอบแทนรวม 3 ปี	60
3	ผลผลิตยางพารา	100
4	เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งยางพารา	102

ทะเบียนแผนงานวิจัยเลขที่ 57 59 02 11 40001 022 102 01 11

ชื่อแผนงานวิจัย การจัดการดินแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์

Farmer Participation Soil Management Pattern for Economic Crops Production Improvement in Uttaradit Land Development Area Project.

กลุ่มชุดดินที่ 35 และ 17

สถานที่ดำเนินการ เขตพัฒนาที่ดิน อ.ทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์

ผู้ดำเนินการ นายเมธิน ศิริวงศ์ Mr. Methin Siriwong

ผู้ร่วมดำเนินการ
นายพัฒน์พงษ์ เกิดหลำ Mr. Patpong Kirdlum
นางชุติมา จันทร์เจริญ Mrs. Chutima Janjaroen
นางทรายแก้ว อนากาศ Mrs. Saikaew Anakad
นายสาธิต กาละพวก Mr. Sathit Kalapuak
นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ่ว Miss Pilatluk Lunliu

บทคัดย่อ

โครงการการจัดการดินแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยด้านการพัฒนาที่ดิน สำหรับการผลิตพืชเศรษฐกิจ ให้เหมาะสมกับพื้นที่ และเกิดการยอมรับของเกษตรกร ทรัพยากรดินมีการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง เหมาะสม และยั่งยืน และเกษตรกรในพื้นที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการพัฒนาที่ดิน และสามารถประยุกต์เข้ากับวิถีท้องถิ่น รวมทั้งเป็นการสนองต่อภารกิจของกรมพัฒนาที่ดินในเรื่องการจัดทำเขตพัฒนาที่ดิน ซึ่งเขตพัฒนาที่ดินเป็นพื้นที่ที่กรมพัฒนาที่ดินได้ผสมผสานกิจกรรมต่างๆ ด้านการพัฒนาที่ดิน ลงในพื้นที่เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร ในอันที่จะลดความเสี่ยง การกระจายรายได้ ลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนสนับสนุนแผนการผลิตของเกษตรกรตามแผนฟื้นฟูการเกษตร ให้เกษตรกรเห็นถึงทางเลือกที่เหมาะสมกับสภาพดิน และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ให้เป็นตัวอย่างแก่เกษตรกรนำไปตัดสินใจในการวางแผนและดำเนินการเองต่อไป นอกจากนั้นการดำเนินงานแผนงานวิจัยนี้ยังเป็นการแก้ปัญหาการขยายผลของงานวิจัยไปสู่เกษตรกรที่ยังไม่เห็นผลชัดเจนนัก เนื่องจากยังมีความแตกต่างกันในหลายด้าน อาทิเช่น สภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น แผนงานวิจัยนี้ จึงดำเนินการในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ ตามชนิดพืชเศรษฐกิจหลัก 5 ชนิด ที่ปลูกตามกลุ่มชุดดินหลักที่ปรากฏจริง คือกลุ่มชุดดินที่ 35 ที่ปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และยางพารา ส่วนกลุ่มชุดดินที่ 17 ใช้ปลูกข้าว เพื่อนำวิธีการที่ผ่านการวิจัยเบื้องต้นมาจากกรมพัฒนาที่ดินและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้กับวิถีและวัสดุของท้องถิ่น ประกอบไปด้วย 5 โครงการวิจัยย่อย ได้แก่ โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขต พัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) โครงการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) โครงการศึกษาผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับ

ปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และโครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ ผลการดำเนินการพบว่า การจัดการดิน และการใช้ปุ๋ย เมื่อประเมินทั้งการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน การเจริญเติบโต ผลผลิต ร่วมกับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ สำหรับการปลูกมันสำปะหลัง วิธีการที่เหมาะสมคือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดิน วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย คือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สำนักงานพัฒนาที่ดิน โดยวิธี Double acid วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินก่อนปลูกข้าวโพด โดยใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว พบว่ามีแนวโน้มการปรับปรุงดินโดยใช้ถ่านแกลบ และถ่านซังข้าวโพด ทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

Abstract

Study on farmer participation soil management pattern for economic crops production improvement in uttaradit land development area project aimed to apply previous research outputs of soil management to economic crops production which is specific to the site, accepted by farmer, suitable and sustainable of soil resource ultilization, khowledge transferd to farmer and applicable in local culture. To meet the department mission on land development area which is the zone of integrated activities for technology transferring, risk reduction, income distribution and cost reduction and supporting farmer production practice pattern in agriculture rehabitation plan that promote farmer capability to select suitable way to soil and other factor conditions and provide practical model for self supporting. The research project is solving previos of incompletely research transferring which caused by the different of topography, climate, economic and social condition. The research project was performed in Uttaradit Land Development area. Five economic crops production including cassava, sugar cane, maize and para rubber in soil series group number 35 and paddy rice in soil series group number 17 were studied by appling LDD and related department research results to the condition of local way of living and available materials. There was 5 sub projects including 1) Soil and fertilizer management to increase yield and economic return of cassava in Uttaradit Land Development Area Project. (soil group No.35) 2) Soil and fertilizer management to increase sugarcane yield in Uttaradit Land Development Area Project. (soil group No. 35) 3) Soil and fertilizer management to increase yield and economic return of corn in Uttaradit Land Development Area Project. (soil group No. 35) 4) Influence of crop residue with chemical fertilizer on rice yield and soil properties. and 5) Soil management using organic fertilizer (high nutrient content) and chemical fertilizer on para rubber growth and latex quality in Uttaradit Land Development Area Project. Results from soil properties effected, crop growth and yield and economic income indicated that the most effective method for cassava was soil analysis based field specific fertilizer recommendation rate, for sugarcane was soil analysis based field specific fertilizer recommendation rate , for corn was soil analysis based field specific fertilizer recommendation rate and soil improvement using sword bean as green manure and for para rubber was a half rate of soil analysis based rate of chemical fertilizer with 2 kg of high organic fertilizer per plant .

หลักการและเหตุผล

ตามภารกิจของกรมพัฒนาที่ดิน ได้ดำเนินงานคัดเลือกพื้นที่เพื่อเป็นต้นแบบที่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดถึงผลสำเร็จของการจัดทำโครงการพัฒนาที่ดินในรูปแบบต่างๆ ที่บูรณาการกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งวิธีกลและวิธีพืช ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การปรับปรุงบำรุงดินที่มีปัญหา รวมทั้งการฟื้นฟูดินเสื่อมโทรมในพื้นที่ที่ดินขาดอินทรียวัตถุ ตามสภาพปัญหาของพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และเป็นการสาธิตให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไปได้เห็นถึงประโยชน์ของการพัฒนาที่ดิน โดยเรียกพื้นที่ดำเนินการนั้นว่า เขตพัฒนาที่ดิน

เขตพัฒนาที่ดินเป็นพื้นที่ที่กรมพัฒนาที่ดินได้ผสมผสานกิจกรรมต่างๆ ด้านการพัฒนาที่ดินลงในพื้นที่เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร ในอันที่จะลดความเสี่ยง การกระจายรายได้ ลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนสนับสนุนแผนการผลิตของเกษตรกรตามแผนฟื้นฟูการเกษตร ให้เกษตรกรเห็นถึงทางเลือกที่เหมาะสมกับสภาพดิน และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ให้เป็นตัวอย่างแก่เกษตรกรนำไปตัดสินใจในการวางแผนและดำเนินการเอง

และเนื่องจากผลงานวิจัยของกรมพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำมาขยายผลในพื้นที่จริงได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีความแตกต่างในรายละเอียดของพื้นที่ เช่น ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ความหลากหลายด้านสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรม เป็นต้น ทำให้การนำผลการวิจัยที่ยังไม่มีการปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่ไปเผยแพร่ ไม่ประสบความสำเร็จในการยอมรับของเกษตรกร แผนงานวิจัยการจัดการดินแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ : เขตพัฒนาที่ดิน อ.ทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ จึงมุ่งเน้นการนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินนี้ ทั้งการบูรณาการงานร่วมกับเกษตรกร โดยสอดแทรกองค์ความรู้ของกรมพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องเข้ากับวิถีชุมชน เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนที่มีการยอมรับ มีความยั่งยืนในพื้นที่ และขยายผลเป็นแบบอย่างให้แก่เกษตรกรรายอื่นๆต่อไป

เขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำจังหวัดอุตรดิตถ์ ลำดับที่ อต.8 (2556) ครอบคลุมพื้นที่ อ.น้ำปาด อ.ตรอน อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์ และ อ.ชาติตระการ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก มีเนื้อที่รวม 465,402 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) โครงการเขตพัฒนาที่ดิน ดำเนินการโดยสถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์ มีพื้นที่ดำเนินการส่วนหนึ่งอยู่ในตำบลผักขวงและตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งกลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 ได้จัดทำข้อมูลเขตการใช้ที่ดินตำบลผักขวง และรายงานว่าตำบลผักขวงมีเนื้อที่ประมาณ 98,566 ไร่ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ความลาดชัน 2 - 35 เปอร์เซ็นต์ กระจายอยู่บริเวณทั่วไปของตำบล และพื้นที่ราบเรียบจะเป็นพื้นที่นาข้าว กลุ่มชุดดินที่พบคือ กลุ่มชุดดินที่ 5 7 15 17 18 22 33 35 38 40 47 48 56 และ 62 ตำบลผักขวงมีเนื้อที่เกษตรกรรม 42,980 ไร่ หรือร้อยละ 43.60 ของเนื้อที่ทั้งหมด มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชไร่ 25,649 ไร่ หรือร้อยละ 26.07 ของเนื้อที่ทั้งหมด โดยพืชไร่ที่พบได้แก่ พืชไร่ผสม ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และแตงโม (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8, 2552)

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของเขตพัฒนาที่ดิน ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า ส่วนใหญ่ทางทิศตะวันตกเป็นพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ และเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดไปจนถึงพื้นที่เนินเขาสูงชัน มีความลาดชันตั้งแต่ 12 ถึงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทางทิศตะวันออกพื้นที่โดยทั่วไปมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 150-561 เมตร พื้นที่บางส่วนจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 35 ลักษณะของกลุ่มชุดดินชุดนี้เป็นดินลึกมาก เนื้อดินบนเป็นร่วนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลปนเทาเข้มหรือน้ำตาล ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก (pH 4.5-5.5) การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ กลุ่มชุดดินที่ 35 มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ตลอดทั้งพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่ไม่เหมาะกับการทำนา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549;)

จากการสำรวจพื้นที่ทำการเกษตรและสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และยางพาราในกลุ่มชุดดินที่ 35 ปัญหาในการปลูกมันสำปะหลังคือดินขาดความอุดมสมบูรณ์ มีอินทรียวัตถุต่ำ และมีสภาพเป็นกรด รวมถึงเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมียังไม่ถูกต้อง เช่น ใส่ปุ๋ยมากหรือน้อยเกินไป หรือใส่ปุ๋ยไม่ตรงกับระยะเวลาที่พืชต้องการ ใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อดินและพันธุ์พืช (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552) ปัญหาในการทำการปลูกอ้อยคือเกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีไม่เหมาะสม และขาดความรู้ในการใส่ปุ๋ยเคมีที่ถูกต้อง การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่พบปัญหาเรื่องดินคือ ดินมีอินทรียวัตถุต่ำ และมีสภาพเป็นกรด เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 16-20-0 46-0-0 และ 21-4-21 รวมแล้วใช้ปุ๋ยเคมีมากถึง 75 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานหลายปี จะทำให้สมดุลของธาตุอาหารในดินเปลี่ยนแปลงไป เกิดปัญหาดินเสื่อมทั้งสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน และจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชในอนาคต ไม่สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างยั่งยืน หากยังไม่มีการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมในพื้นที่ทำการเกษตรในเขตพัฒนาที่ดินดังกล่าว และในพื้นที่ที่ปลูกยางพารา พบปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และสภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราเป็นไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร เกษตรกรส่วนใหญ่พยายามแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มปริมาณปุ๋ยเคมีลงไปจนมากเกินความจำเป็น ประกอบกับยังไม่เคยปลูกยางพารามาก่อน จึงยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกยางพารามากนัก ซึ่งนอกจากไม่ได้เป็นการแก้ปัญหาที่ถูกวิธีแล้ว ยังเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เกิดผลทางตรงต่อดินและสิ่งมีชีวิตในดิน นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินและพืชนั้น ยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งเป็นการลดขยะ และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

สำหรับในเขตพัฒนาที่ดินบ้านน้ำลอก ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พื้นที่การเกษตรที่เป็นนาข้าว มีพื้นที่ประมาณ 1,407 ไร่ ทำนาปีละครั้งโดยอาศัยน้ำฝน และแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เนื้อดินเป็นดินทรายแป้ง ความสามารถในการอุ้มน้ำไม่ดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ที่ผ่านมาเกษตรกรไม่ได้ปรับปรุงดินบำรุงด้วยอินทรียวัตถุ จึงทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเคมีลดลง เกษตรกรจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ประจำหน่วยพัฒนาที่ดินอำเภอทองแสนขัน พบว่า พื้นที่บริเวณเขตพัฒนาที่ดินนี้มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 600 ไร่ ซังข้าวโพดที่เหลือจากการกะเทาะเมล็ดแล้วมิได้นำมาใช้ประโยชน์ เกษตรกรใช้วิธีเผาทิ้ง มีเพียงส่วนน้อยที่จะขายให้แก่คนต่างถิ่นที่ซื้อไปเพื่อทำถ่านอัดแท่ง ซึ่งถ่านไม้หรือถ่านที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะมีรูพรุน เมื่อใส่ถ่านลงในดินจะช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้น ส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และมีจุลธาตุอยู่หลายชนิดจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก นอกจากนี้ยังมีแกลบที่เหลือใช้ตามโรงสีภายในหมู่บ้านหากนำมาเผาให้เป็นถ่าน สามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้โดยช่วยลดความเป็นกรดของดิน กระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ดิน และยังมีบทบาทช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง

แต่เนื่องจาก สภาพปัญหาโดยทั่วไปของทรัพยากรดินในพื้นที่ที่ปรากฏ ได้แก่ ส่วนใหญ่จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดอินทรียวัตถุ มีสภาพเป็นกรดจัด การใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อการเกษตรสำหรับการผลิตพืชต่างๆ เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง และยางพารา ยังไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เกษตรกรยังขาดความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงขาดความเชื่อมั่นต่อข้อมูลทางวิชาการ จึงทำให้การผลิตพืชขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตสูง ทรัพยากรดินเสื่อมโทรม ก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพชีวิตของประชากรในพื้นที่ การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ เป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจงกับสภาพพื้นที่หรือตามลักษณะกลุ่มชุดดิน ซึ่งดินในกลุ่มชุดดินเดียวกันหรือแม้แต่ชุดดินเดียวกันมีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันได้ เนื่องจากมีสภาพการเกิดและวัตถุกำเนิดดินที่แตกต่างกัน รวมถึงมีการใช้ประโยชน์และการปรับปรุงดินแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการดินและปุ๋ยของเกษตรกรที่ถูกต้อง เกษตรกรควรมีแนวทางการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรเอง ก่อนตัดสินใจใส่ปุ๋ยให้กับพืช การวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืชเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการดินและปุ๋ย เป็นการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ถูกต้องตามความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด และทำให้การจัดการดินและธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพ ได้ผลผลิตสูงขึ้น และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่า ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุจำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัย

แผนงานวิจัยการจัดการดินแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เพื่อการผลิตพืชเศรษฐกิจในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ : เขตพัฒนาที่ดิน อ.ทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ จึงมุ่งเน้นการนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน ทั้งการบูรณาการงานร่วมกับเกษตรกร โดยสอดแทรกองค์ความรู้ของกรมพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องเข้ากับวิถีชุมชน เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนที่มีการยอมรับ มีความยั่งยืนในพื้นที่ และขยายผลเป็นแบบอย่างให้แก่เกษตรกรรายอื่นๆ ต่อไป แผนงานวิจัยประกอบด้วย 5 โครงการที่มีแนวทางในการจัดการดินและปุ๋ยสำหรับการเพาะปลูกพืชหลักในพื้นที่ของเกษตรกร ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน และเกษตรกรสามารถนำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไปปรับใช้ได้ง่าย สะดวกและไม่ยุ่งยาก งานวิจัยนี้จึงมีการศึกษาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันเพื่อให้ทราบถึงวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่ศึกษาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ข้างเคียงด้วย มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตพืช และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะทำให้ได้แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยที่สอดคล้องเหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มรายได้ และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิตไว้ได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของแผนการวิจัย

1) เพื่อประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยด้านการพัฒนาที่ดิน สำหรับการผลิตพืชเศรษฐกิจ ให้เหมาะสมกับพื้นที่และเกิดการยอมรับของเกษตรกร

2) ทรัพยากรดิน มีการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง เหมาะสม และยั่งยืน

3) เกษตรกรในพื้นที่ ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการพัฒนาที่ดิน และสามารถประยุกต์เข้ากับวิถีท้องถิ่น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขต พัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน

2) วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการจัดการดินและปุ๋ย เพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง

โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) ศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่มีการจัดการดินและปุ๋ยแบบต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย

2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

โครงการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน

2) ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพด

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

โครงการศึกษาผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว

1) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวข้าว

2) เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่นปรับปรุงบำรุงดินร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่างกันต่อผลผลิตข้าว

3) เพื่อต้องการให้เกษตรกรเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่น ในอันที่จะลดต้นทุนการผลิตข้าว และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวที่ปลูกในแต่ละตำรับการทดลอง

โครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์

1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี และกายภาพของดินจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีในพื้นที่ปลูกยางพาราในเขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์

2) ศึกษาผลของการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำยางพาราในเขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์

3) ศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของยางพาราที่ปลูกในแต่ละกรรมวิธี

การตรวจเอกสาร

1. สภาพทางกายภาพของพื้นที่ดำเนินการ

ที่ตั้งและอาณาเขตโครงการเขตพัฒนาที่ดิน บ้านน้ำลอก หมู่ที่ 4 และ 13 ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ บริเวณนี้มีเนื้อที่ประมาณ 5,456 ไร่ จัดอยู่ในพื้นที่สูงภาคเหนือ ซึ่งเป็นการแบ่งเขตตามกายภาพทางภูมิศาสตร์ บริเวณพื้นที่โครงการ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 90 - 317 เมตร ปรากฏอยู่ในแผนที่ลักษณะภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L.7017 ระวาง 5143I ชื่อระวางแผนที่อำเภอทองแสนขัน และภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:4,000 ลักษณะภูมิประเทศสภาพพื้นที่มีลักษณะราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบจะอยู่บริเวณที่ราบลุ่มตอนกลาง ใช้ทำนาข้าวและสภาพที่ที่เป็นลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันเล็กน้อย มีความลาดชัน 5 - 12 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ด้านตะวันตกและตะวันออกเฉียงใต้ ใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผลยืนต้น และป่าเบญจพรรณ ลักษณะภูมิอากาศพบว่าปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ยตลอดปี 1,410.3 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 116.2 วัน/ปี เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนเฉลี่ย 263.6 มิลลิเมตร เดือนธันวาคม เป็นเดือนที่แห้งแล้งที่สุด โดยมีปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ย 4.1 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.3 องศาเซลเซียส เดือนที่ร้อนที่สุดคือเดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.7 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดในรอบปีคือเดือนธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปี 73 เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน เป็นเดือนที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 83 เปอร์เซ็นต์ และเดือนมีนาคม เป็นเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดคือ 62 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน, 2549)

ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์มีเนื้อที่ประมาณ 98,566 ไร่ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ความลาดชัน 2 - 35 เปอร์เซ็นต์ กระจายอยู่บริเวณทั่วไปของตำบล และพื้นที่ราบเรียบจะเป็นพื้นที่นาข้าว ลักษณะภูมิอากาศพบว่าปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ยตลอดปี 1,451.32 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 117 วันต่อปี เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนเฉลี่ย 287.68 มิลลิเมตร เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่แห้งแล้งที่สุด โดยมีปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ย 1.99 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28.34 องศาเซลเซียส เดือนที่ร้อนที่สุดคือเดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.05 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดในรอบปีคือเดือนมกราคม มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.96 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปี 69.48 เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 78.42 เปอร์เซ็นต์ และเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดคือ 60.65 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8, 2552)

2. ชุดดินในพื้นที่ดำเนินการ

กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 (2549) ได้จัดทำรายงานเขตการใช้ที่ดินตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ กลุ่มชุดดินที่พบคือ กลุ่มชุดดินที่ 5 7 15 17 18 22 33 35 38 40 47 48 56 และ 62 สำหรับกลุ่มชุดดินที่ 35 มีเนื้อที่ประมาณ 11,831 ไร่ หรือร้อยละ 12.00 ของเนื้อที่ และได้รายงานการสำรวจดินงานจัดการทรัพยากรที่ดินบริเวณตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ คือกลุ่มชุดดินที่ 35 ชุดดินโคราช (Korat soil series : Kt) มีเนื้อที่ประมาณ 654 ไร่หรือร้อยละ 11.96 ของเนื้อที่ทั้งหมด จัดอยู่ในพวก fine-loamy, siliceous, isohyperthermic, (Oxyaquic) kandiustults. เกิดจากการสะสมของตะกอนลำน้ำเก่าที่ถูกพัดพามาทับถมบนลานตะพักลำน้ำระดับกลาง สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกมีการระบายน้ำค่อนข้างดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีเข้มของน้ำตาลปนเทาถึงสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีจุดประสี ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนปนทราย

ในบางแห่งอาจมีดินเหนียวปนทรายสีพื้นเป็นสีน้ำตาลหรือเหลืองปนน้ำตาล อาจพบจุดประใน ดินล่างลึกๆ เป็นสีแดงปนเหลืองและสีน้ำตาลแก่ ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-5.5 ชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปัจจุบันใช้ปลูกพืชไร่ ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น

ชุดดินที่ใช้ปลูกข้าวในพื้นที่ ได้แก่ ชุดดินเรณู (Rn) สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ ถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันประมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงปนเหลือง และสีแดง เป็นดินลึก การระบายน้ำค่อนข้างเลว ความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้าถึงปานกลาง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลปนเทา ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-5.5 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีเทาอ่อน สีเทาปนชมพูถึงสีน้ำตาลปนเหลือง มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงและสีแดงปนเหลือง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

3. มันสำปะหลัง

3.1 ความสำคัญของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง เป็นพืชอาหารสำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะประเทศต่างๆ ในทวีปอัฟริกา และทวีปอเมริกาใต้ ส่วนในทวีปเอเชียประเทศอินโดนีเซีย และอินเดีย มีการบริโภคมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก มันสำปะหลังเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ๆ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

คำแนะนำจากระบบเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง : Good Agricultural Practice Cassava (GAP) แหล่งปลูก ควรเป็นพื้นที่ดอน หรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร พื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอ การคมนาคมสะดวก ใกล้แหล่งรับซื้อ ดินควรเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรีวัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 5.5 – 7.5 อุณหภูมิประมาณ 25-37 องศาเซลเซียส การกระจายของน้ำฝน 1,000 – 1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีแสงแดดจัด ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ใช้ต้องให้ผลผลิตหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งสูง เจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.2 การจัดการดินและธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

การเตรียมดินสำหรับปลูกมันสำปะหลังไถด้วยผาลสาม 1 ครั้ง ลึก 20-30 เซนติเมตร ตากดินไว้ 7-10 วัน พรวนด้วยผาลเจ็ด 1 ครั้ง แล้วคราดเก็บเศษซาก ราก เหง้า หัว ไหลของวัชพืชข้ามปี ออกจากแปลง บริเวณพื้นที่ลุ่มหรือลาดเอียง ให้ยกร่องขวางแนวลาดเอียง ความสูงสันร่องประมาณ 30-40 เซนติเมตร ระยะระหว่างร่อง 80 เซนติเมตร สำหรับพื้นที่ราบไม่ต้องยกร่อง พื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นเวลานาน ควรเพิ่มอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงดิน โดยหว่านปุ๋ยมูลไก่ที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 2 ปี หรือควรปลูกพืชบำรุงดิน เช่น ปอเทือง หรือถั่วพุ่ม อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร หรือปลูกถั่วพร้าอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะระหว่างแถว 50-100 เซนติเมตร แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดเมื่ออายุประมาณ 2 เดือน ก่อนปลูกมันสำปะหลังทุกปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

วิธีการใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กิโลกรัม N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ใส่สองข้างต้นมันสำปะหลังระยะปลูก 1x1 เมตร หรือ 1x0.80 เมตร แล้วกลบปุ๋ยครั้งเดียวหลังปลูก 1-3 เดือน หรือหลังกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อดินมีชื้นพอเหมาะ และเพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน ใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน โดยใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กิโลกรัม N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1-2 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบซากต้นใบมันสด 3 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้กันอยู่คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กก./ไร่ ใส่ในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูกสำหรับการปลูกปลายฝน อาจยืดระยะเวลาออกไปได้ถึง 2-3 เดือนหลังปลูก โดยขุดเป็นหลุมห่างจากต้น 20-30 เซนติเมตร แล้วกลบ หรือใช้รถไถเดินตามแถกเป็นร่องช่วงกำจัดวัชพืชครั้งแรกและใส่ปุ๋ยเคมีในร่องและกลบปุ๋ยเคมี จะให้ผลต่อมันสำปะหลังเต็มที่ต้องใช้ควบคู่กับการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลสัตว์ หรือปุ๋ยพืชสด การเก็บเกี่ยวจะขุดเมื่อประมาณ 11-12 เดือน คือระยะเวลา 1 ปีพอดี ซึ่งเป็นช่วงที่มีสำปะหลังจะมีปริมาณแป้งและผลผลิตสูง

การจัดระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ดินทรายจัด ควรใช้ระยะปลูกถี่ขึ้น เช่น 1.0 × 0.8 เมตร หรือ 0.8 × 0.8 เมตร และดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใช้ระยะ 1.0×1.20 เมตร หรือ 1.20 × 1.20 เมตร แต่ก็ควรพิจารณาทรงพุ่มของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ด้วย

การทดลองระยะยาวในการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังในหลายรูปแบบกับมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้ข้อมูลการเปลี่ยนสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกมันสำปะหลังและการเจริญเติบโต การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูง 4-8 ตันต่อไร่ ควรใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนของ NPK อัตรา 16-8-16 กิโลกรัม N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือใช้ร่วมกับ การไถกลบต้นใบมันสำปะหลังอัตรา 3 ตันต่อไร่ สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนชนิดเดียวอัตรา 16-8-16 กก. N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ และเป็นวิธีการที่รักษาหรือเพิ่มสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืน จากผลการศึกษาทดลองอาจกล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสมอัตรา 16-8-16 กิโลกรัม N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ อย่างต่อเนื่องนานกว่า 30 ปี มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี ผลผลิตปริมาณเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้น

การผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน มันสำปะหลังเจริญเติบโตให้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากกว่า 6 ตันต่อไร่ด้วยการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานของปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กิโลกรัม N- P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสดอัตรา 3 ตันต่อไร่ ดินจะสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสทุกๆ ปีในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินแสดงได้ดังนี้ ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ น้อยกว่า 1 ระหว่าง 1-2 และมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับ 16 8 และ 4 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ดินมีปริมาณฟอสฟอรัส น้อยกว่า 7 7-30 และมากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใส่ปุ๋ย P_2O_5 เท่ากับ 8 4 และ 0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดินมีปริมาณโพแทสเซียม น้อยกว่า 30 ระหว่าง 30 – 60 และมากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 16 8 และ 4 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยใส่ข้างต้นมันสำปะหลังครั้งเดียวหลังปลูก 1-3 เดือน หรือหลังกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับมันสำปะหลัง ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสัดส่วน 2 : 1 : 2 ปุ๋ยสูตร 16-8-16 หรือ 15-7-18 อัตรา 50-80 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ทั้งหมดครั้งเดียว สองข้างต้นมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย เมื่อต้นมันสำปะหลังอายุ 1-2 เดือน ขณะดินมีความชื้นพอเหมาะและเมื่อไม่มีวัชพืช และทางเลือกในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1-2 ตันต่อไร่ มูลไก่อัตรา 0.5-1.0 ตันต่อไร่ การไถกลบซากต้นมันสำปะหลังสดอัตรา 3 ตันต่อไร่และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำหรือครึ่งอัตราแนะนำ (กรมวิชาการเกษตร,2551)

การเพิ่มผลผลิตพืช ควรมีการปรับปรุงดินโดยการจัดการดินและธาตุอาหารพืชด้วยการใส่ปุ๋ย ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปุ๋ยเคมี หรืออินทรียวัตถุ เนื่องจากทั้งสองชนิดเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่สำคัญ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่ถูกต้องนัก เช่น ใส่ปุ๋ยมากหรือน้อยเกินไป หรือใส่ปุ๋ยไม่ตรงกับระยะเวลาที่พืชต้องการ รวมถึงการใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อดินและพันธุ์พืช

ดินที่เกษตรกรใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชแต่ละกลุ่มชุดดินมีธาตุอาหารแตกต่างกัน เนื่องจากมีสภาพการเกิดและวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน ประกอบกับดินแต่ละพื้นที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ไม่เหมือนกัน ส่งผลให้ดิน

ในกลุ่มชุดดินเดียวกัน หรือแม้แต่ชุดดินเดียวกันก็มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันได้ ดังนั้นถ้าเกษตรกรมีการวิเคราะห์ดินก่อนการปลูกพืชจะสามารถประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ถูกต้อง และทำให้การจัดการดินและธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการที่กรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลดิน ทำให้สามารถเชื่อมโยงกับคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารพืชเศรษฐกิจได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น จากเดิมที่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จะจัดทำเฉพาะดินทรายหรือร่วนทรายและดินเหนียวหรือดินเหนียว เปลี่ยนมาเป็นคำแนะนำสำหรับกลุ่มชุดดินที่ 26-60 ซึ่งได้จากการจัดรวมชุดดินที่มีสมบัติใกล้เคียงกันหรือต้องการวิธีการจัดการที่คล้ายคลึงกันมาไว้ด้วยกัน เพื่อสะดวกในการจัดการ ทำให้การผลิตพืชทำได้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะและสมบัติของดิน ก่อให้เกิดความประหยัดและเป็นการใช้ทรัพยากรได้อย่างยั่งยืน ดินบางกลุ่มมีลักษณะจำเพาะ ที่ต้องการการจัดการเป็นพิเศษ หรือไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์จะได้รับการระบุไว้เพื่อให้ผู้ใช้นำไปพิจารณา ดังนั้นจึงสมควรที่จะได้จัดทำคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช เพื่อให้เป็นคำแนะนำเบื้องต้น เนื่องจากการจัดการดินและธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพควรมีการจัดทำตามผลวิเคราะห์ดิน ซึ่งเกษตรกรต้องมีการเก็บดินวิเคราะห์เพื่อทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกของเกษตรกรเอง ในกรณีที่เกษตรกรไม่สะดวกในการเก็บดินวิเคราะห์ ก็สามารถใช้คำแนะนำตามกลุ่มชุดดินเป็นคำแนะนำเบื้องต้นได้ จนกว่าจะมีผลวิเคราะห์ดินของพื้นที่ปลูก จึงอาจเปลี่ยนไปใช้คำแนะนำตามค่าผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งจะเป็นคำแนะนำที่เจาะจงเฉพาะพื้นที่ต่อไป

3.3 ลักษณะประจำพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72

มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 เกิดจากการผสมระหว่างระยอง 1 กับพันธุระยอง 5 พันธุ์ระยอง 72 นี้ให้ผลผลิตหัวสดคอนข่างสูงกว่าพันธุ์ระยอง 1 ระยอง 5 และระยอง 90 ในเกือบทกสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปหัวสดมีปริมาณแปงสูงกวาพันธุ์ 1 แตต่ำกวาพันธุ์ระยอง 5 เกษตรศาสตร 50 และระยอง 90 ลำต้นสีเขียวเงินสูงประมาณ 200 เซนติเมตร มีระดับการแตกกิ่ง 0-1 ระดับ ความสูงของการแตกกิ่งระดับแรก 130-140 เซ็นติเมตร กิ่งทำมุมกับลำต้น 60-75 องศา ใบแก่สีเขียวเข้ม ก้านใบสีแดงเข้ม ความยาวก้านใบ 25-30 เซ็นติเมตร ยอดอ่อนสีม่วงเปลือกหัวสีขาวนวล เนื้อในสีขาว (กรมวิชาการ, 2547)

4. อ้อย

4.1. ความสำคัญและการจัดการธาตุอาหารในอ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ผลผลิตอ้อยเป็นวัตถุดิบที่นำเข้าโรงงานเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นน้ำตาลทรายเพื่อบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ในแต่ละปีประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกน้ำตาลเป็นมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท นอกจากนี้อ้อยยังสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผลิตแอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารเคมีหลายชนิด เช่น ผงซักฟอก สารเคลือบผิว และสารประกอบทางเคมีหลายชนิด ส่วนโรงงานน้ำตาลได้ผลพลอยได้มหาศาล เช่น ชานอ้อย (bagasse) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานภายในโรงงาน และสามารถนำไปผลิตเยื่อกระดาษ พลาสติก วัสดุก่อสร้าง หมึกพิมพ์ และปุ๋ย นอกจากนี้ยังได้กากน้ำตาล (molasses) ซึ่งสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ เลี้ยงยีสต์ ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนอ้อย (filter cake) ยังสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้ (ประเสริฐ, 2542)

อ้อยเป็นพืชตระกูลหญ้า พื้นที่ที่ปลูกอ้อยได้ดีควรมีปริมาณน้ำฝนแต่ละปี 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี และระดับความสูงของพื้นที่ปลูกไม่เกิน 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล (กรมวิชาการเกษตร, 2551) สอดคล้องกับอ้อยต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตตลอดปี ประมาณ 1,500 มิลลิเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

การจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นในกลุ่มชุดดินที่ 35 ซึ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุต้นกำเนิดดินเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ได้แก่ ชุดดินดอนไร่ ด่านซ้าย ห้างฉัตร โคราช มาบบอน สตึก วารินและยโสธร โดยมีข้อจำกัดคือเป็นดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อการขาดน้ำ บางพื้นที่มีความลาดชันง่ายต่อการชะล้างพังทลายสูญเสีย

หน้าดิน บางพื้นที่ดินเป็นกรดจัดมาก แนวทางการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตคือแก้ปัญหาดินอุดมสมบูรณ์ต่ำด้วยการไถกลบพืชตระกูลถั่วหรือปลูกพืชหมุนเวียน หรือปลูกพืชปุ๋ยสดได้แก่ ปอเทือง และถั่วต่างๆ (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552)

อ้อยมีความต้องการธาตุอาหารและสะสมแต่ละธาตุในปริมาณที่แตกต่างกัน การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม เพิ่มขึ้นทำนองเดียวกันกับการสะสมน้ำหนักแห้ง และเมื่อถึงวันเก็บเกี่ยว 71% ของน้ำหนักแห้งทั้งหมดที่มีองค์ประกอบ 55% ของไนโตรเจน 63% ของฟอสฟอรัส 64% ของโพแทสเซียม 25% ของแคลเซียม และ 38% ของแมกนีเซียมที่สะสมได้ทั้งหมด ติดไปกับอ้อยที่ตัดออกจากแปลง หากมีการใส่ปุ๋ยอัตราต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมซึ่งติดไปกับอ้อยที่เก็บเกี่ยวจะมากกว่าปุ๋ยที่ใส่เกือบเท่าตัว กล่าวคือ 179% สำหรับฟอสฟอรัส และ 201% สำหรับโพแทสเซียม ปริมาณไนโตรเจนที่อ้อยสะสมในส่วนเหนือดินจะสูงขึ้น ตามน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้น เฉพาะช่วง GGP อัตราการสะสมไนโตรเจนสูงถึง 107.2 กรัม N/ไร่/วัน และสามารถสะสมในช่วงนี้ได้ประมาณ 54% ของไนโตรเจนที่สะสมได้ทั้งหมด เนื่องจากการเจริญเติบโตของอ้อยในช่วง GPP นั้นรวดเร็วและการดูดไนโตรเจนก็มีอัตราสูงด้วย ดังนั้นไนโตรเจนที่สะสมได้ในช่วงนี้ จึงมาจากการปลดปล่อยของอินทรียวัตถุในดิน (mineralization) เพียงร้อยละ 15- 20 เท่านั้น ที่เหลือจึงมาจากปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ ฟอสฟอรัส เฉพาะในช่วง GGP อ้อยมีการสะสมฟอสฟอรัสได้ 30.4 กรัม P/ไร่/วัน เฉพาะช่วงนี้สะสมได้ 67% ของที่สะสมได้ทั้งหมด โพแทสเซียมในช่วง GGP อ้อยมีการสะสมโพแทสเซียมสูงกว่าฟอสฟอรัสประมาณ 10 เท่าคือ 384 กรัม K/ไร่/วัน เฉพาะช่วงนี้สะสมได้ 68% ของที่สะสมได้ทั้งหมด อ้อยมีการสะสมโพแทสเซียมเร็วที่สุดใน 60 วันแรกของช่วง GGP คือมีอัตราการสะสม 662 กรัม K/ไร่/วัน ธาตุรอง ที่จะกล่าวนี้มี 2 ธาตุคือแคลเซียมและแมกนีเซียม ในช่วง GGP อ้อยมีอัตราการสะสมแคลเซียมโดยเฉลี่ย 88 กรัม Ca/ไร่/วัน และแมกนีเซียม 38.4 กรัม Mg/ไร่/วัน เฉพาะช่วงนี้อ้อยสามารถสามารถสะสมแมกนีเซียมได้ 62% ของที่สะสมได้ทั้งหมด ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในลำอ้อย ปริมาณของธาตุอาหารในลำอ้อยที่ปลูกในแต่ละประเทศอาจแตกต่างกันบ้าง เช่นการเก็บเกี่ยวอ้อยในไอวอรี่ โคสต์หนัก 1 ตันมีธาตุหลักติดไปดังนี้ 0.7 – 0.9 กิโลกรัม N 0.22 – 0.26 กิโลกรัม P 1.28 กิโลกรัม K แต่ในฮาวายอ้อยหนัก 1 ตัน มี 0.44 กิโลกรัม N 0.09 - 0.33 กิโลกรัม P 0.75 กิโลกรัม K ส่วนในเอเชียอ้อยหนัก 1 ตัน มี 1.1 กิโลกรัม N 0.2 กิโลกรัม P 1.1 กิโลกรัม Ca 0.3 กิโลกรัม Mg และ 0.2 กิโลกรัม S ความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับการเก็บเกี่ยวอ้อย อาจเนื่องมาจากปริมาณใบที่ติดไปกับลำอ้อย อายุอ้อยที่เก็บเกี่ยว และพันธุ์อ้อยที่ปลูก (ประเสริฐ, 2542)

เอกสารคำแนะนำการปลูกอ้อย กรมวิชาการเกษตร (2552) ได้แนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับอ้อยปลูกอ้อยทั่วไป (ไม่ดูผลการวิเคราะห์ดิน) แนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับอ้อยปลูก สูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่ากัน ใส่ครั้งแรกเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน และใส่ครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือน การใส่ปุ๋ยสำหรับอ้อยตอ สูตร 15-15-15 อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เช่นเดียวกับอ้อยปลูกโดยครั้งแรกควรใส่ทันทีหลังตัด และดินมีความชื้นหรือใส่ปุ๋ยแล้วให้น้ำทันที แต่ได้หมายเหตุว่า การใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง ถ้าเป็นไปได้ควรใส่ตามค่าวิเคราะห์ดิน

นอกจากนี้ กรมวิชาการเกษตร (2553) ได้มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย ดังนี้

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่		วิธีการใส่ปุ๋ย	
	อ้อยปลูก	อ้อยตอ	อ้อยปลูก	อ้อยตอ
1) อินทรียวัตถุ (%OM)			ใส่ปุ๋ย N ½ ส่วนโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังอ้อยงอก 30 วัน และส่วนที่เหลือโรยข้างแถวปลูก แล้วพรวนกลบหลังจากครั้งแรก 60 วัน	ใส่ปุ๋ย N ½ ส่วนโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังจากแต่งตอและส่วนที่เหลือใส่โรยข้างแถวปลูก แล้วพรวนกลบ หลังจากแต่งตอ 60 วัน
< 1.0	ปุ๋ย N 18 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 24 กิโลกรัมต่อไร่		
1.0-2.0	ปุ๋ย N 12 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 18 กิโลกรัมต่อไร่		
> 2.0	ปุ๋ย N 12 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย N 18 กิโลกรัมต่อไร่		

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่		วิธีการใส่ปุ๋ย	
	อ้อยปลูก	อ้อยตอ	อ้อยปลูก	อ้อยตอ
2) ฟอสฟอรัส (mg.kg^{-1})			ใส่ปุ๋ย P โรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังอ้อยงอก 30 วัน	ใส่ปุ๋ย P โรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังจากแต่งตอ
< 15	ปุ๋ย P_2O_5 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P_2O_5 12 กิโลกรัมต่อไร่		
15-30	ปุ๋ย P_2O_5 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P_2O_5 9 กิโลกรัมต่อไร่		
> 30	ปุ๋ย P_2O_5 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย P_2O_5 9 กิโลกรัมต่อไร่		
3) โพแทสเซียม (mg.kg^{-1})			ใส่ปุ๋ย K โรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังอ้อยงอก 30 วัน	ใส่ปุ๋ย K โรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบหลังแต่งตอ
<60	ปุ๋ย K_2O 12 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K_2O 24 กิโลกรัมต่อไร่		
60-90	ปุ๋ย K_2O 12 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K_2O 18 กิโลกรัมต่อไร่		
>90	ปุ๋ย K_2O 6 กิโลกรัมต่อไร่	ปุ๋ย K_2O 18 กิโลกรัมต่อไร่		

4.2. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 84-12

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชไร่อุตสาหกรรม วงศ์หญ้า (Gramineae) ขึ้นเป็นกอ ชื่อวิทยาศาสตร์คือ Saccharum officinarum L. มีลักษณะทางพฤกศาสตร์ดังนี้ ลักษณะทรงกอ ตั้งตรง ลักษณะการติดของกาบใบกับลำต้น หลวมปานกลาง จำนวนหน่อต่อกอ (หลังงอกอายุ 4 เดือน) ปานกลาง (6-12 หน่อ) สีของยอดอ้อยมีสีเขียว ความยาวของปล้อง (เซนติเมตร) ปานกลาง (10-20 เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องปานกลาง (2.5-3.0 เซนติเมตร) ลักษณะปล้องตรงกลางป่อง ลักษณะปล้องตัดขวางมีลักษณะกลม การเรียงตัวของปล้องค่อนข้างตรง ไขที่ปล้องมีมาก สีปล้องเมื่อต้องแสงมีสีเขียวเหลือบเหลือง สีปล้องเมื่อไม่ต้องแสง มีสีเหลืองเหลือบเขียว ร่องเหนือตา มีร่องลึก รอยแตกของปล้องไม่มี สีของวงเจริญเมื่อต้องแสงมีสีเขียว ลักษณะของวงเจริญเรียบเท่ากับปล้อง การเรียงตัวของจุดกำเนิดรากไม่เป็นระเบียบ สีของจุดกำเนิดรากเมื่อไม่ต้องแสงมีสีเหลือง ความกว้างของวงราก ปานกลาง (0.8-1.3 เซนติเมตร) มีวงไข ความนูนของตานูนมาก ลักษณะของตาเป็นรูปรี ตำแหน่งยอดตาต่ำกว่าวงเจริญ ขนที่ตามีที่ปลายยอด ลักษณะของทรงใบชัน - ตรง ความกว้างของใบ กว้าง (มากกว่า 6 เซนติเมตร) ขนขอบใบ มีมาก ลักษณะของลิ้นใบ แถบตรงกลางพอง ออกปลายเรียวแหลม ทั้ง 2 ข้าง

ลักษณะหูใบขอบด้านนอก ใบหอกสั้น ลักษณะหูใบขอบด้านใน ยอดงอเข้า ลักษณะของคอใบ สามเหลี่ยมฐานเรียบ สีของคอใบ เหลืองเหลือบเขียว ขนที่กาบใบไม่มี การออกดอก ไม่ออกดอก

ลักษณะทางการเกษตร ความสูง 235 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.91 เซนติเมตร จำนวนลำต่อกอ 4.57 จำนวนปล้องต่อลำ 27 อายุเก็บเกี่ยว 11-12 เดือน ปฏิกิริยาต่อโรคของอ้อย ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแส้ดำ (ปลูกเชื้อ) ต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง (ปลูกเชื้อ) การเข้าทำลายของหนอนกอ 5.34% ความหวาน 14.21 ซีซีเอส ผลผลิตน้ำหนัก อ้อยปลูก 18.92 ตันต่อไร่ อ้อยตอ 1 17.45 ตันต่อไร่ อ้อยตอ 2 13.56 ตันต่อไร่ เฉลี่ย 16.92 ตันต่อไร่ ผลผลิตน้ำตาล อ้อยปลูก 2.59 ตันซีซีเอส/ไร่ อ้อยตอ 1 2.57 ตันซีซีเอส/ไร่ อ้อยตอ 2 1.92 ตันซีซีเอส/ไร่ เฉลี่ย 2.40 ตันซีซีเอส/ไร่

ลักษณะเด่น ผลผลิตน้ำหนักเฉลี่ย 16.92 ตัน/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ K84-200 (14.18 ตัน/ไร่) ร้อยละ 19 สูงกว่าพันธุ์อู่ทอง 3 (14.11 ตัน/ไร่) ร้อยละ 20 ส่วนผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.40 ตันซีซีเอส/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ K84-200 (2.06 ตันซีซีเอส/ไร่) ร้อยละ 17 สูงกว่าพันธุ์อู่ทอง 3 (1.94 ตันซีซีเอส/ไร่) ร้อยละ 24 ต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ต้านทานปานกลางต่อโรคแส้ดำ พื้นที่แนะนำ ควรปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง 84-12 ในเขตชลประทาน

อ้อยพันธุ์อู่ทอง 84-12 (หรืออ้อยโคลน 02-2-477) เป็นลูกผสมของพันธุ์แม่สุพรรณบุรี 80 (ผลผลิตสูง โตเร็ว หวานช้า ต้านทานโรคเหี่ยวเน่าแดงปานกลาง เป็นลูกผสมของ 85-2-352 กับ K84-200) กับพันธุ์พ่ออู่ทอง 3 (ผลผลิตสูง หวาน ไม่ต้านทานโรคเหี่ยวเน่าแดงเป็นลูกผสมของอู่ทอง 1 กับอู่ทอง 2) ผสมข้ามพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2545 ได้ลูกอ้อย 172 โคลน (กรมวิชาการเกษตร, มปป.)

5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5.1 ความสำคัญ และสถานการณ์การเพาะปลูก

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Maize หรือ Corn, zea mays L.) เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถทำรายได้ให้ประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละประมาณ 20,000 ล้านบาท ผลผลิตข้าวโพดที่ผลิตได้ ส่วนใหญ่จะใช้บริโภคภายในประเทศ ส่วนที่เหลือส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น เนื่องจากอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ขยายตัวเพิ่มขึ้นทำให้ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นวัตถุดิบเพิ่มขึ้นด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2547) การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในปัจจุบันผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะเพิ่มขึ้นมาจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้น เช่น เมล็ดพันธุ์ลูกผสม ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช ฯลฯ ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวม 7,115,511 ไร่ ผลผลิตรวม 4,454,445 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 626 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกมากในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย โดยจังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกมาก 5 อันดับแรก คือ จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดเลย จังหวัดน่าน และจังหวัดตาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

สำหรับจังหวัดอุตรดิตถ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของจังหวัด ในปี พ.ศ.2553 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวม 110,653 ไร่ ผลผลิตรวม 70,818 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 640 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

5.2 การปลูกและการจัดการปุ๋ยในข้าวโพด

ข้าวโพดเปนพืชไรที่เจริญเติบโตไดดีในดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะในดินรวนปนทราย ที่มีการระบายน้ำดี ปริมาณแรธาตุอาหารพืชอุดมสมบูรณ ความเปนกรดดาง 5.5-7.0 อินทรียวัตถุสูงกวา 1% ฟอสฟอรัสไมต่ำกวา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมไมต่ำกวา 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ปลูกขาวโพดเลี้ยงสัตวควรจะเปนที่ดอนหรือเปนที่น้ำไมทวมขัง ถามีน้ำทวมขังจะทำใหขาวโพดเจริญเติบโตไมดี เนื่องจากการถายเทอากาศในดินไมดี ทำใหรากขาวโพดหายใจไมสะดวก การดูดธาตุอาหารไปใชในการเจริญเติบโตไมดี พื้นที่ปลูกขาวโพดควรจะมีความ

ลาดชันต่ำ เพราะถ้าพื้นที่มีความลาดชันสูง จะมีความสูญเสียความอุดมสมบูรณของดินจากการชะลางพังทลายของหนาดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

การเตรียมดินสำหรับปลูกข้าวโพด เวลาที่เหมาะสมในการไถเตรียมดินคือ หลังฝนตกแล้ว 1-2 ครั้ง ควรไถดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร การไถพรวนทำให้มีการถ่ายเทอากาศในดิน และเป็นการกำจัดวัชพืชด้วย เริ่มไถด้วยผานสาม 1 ครั้ง ลึก 20-30 เซนติเมตร ตากดิน 7-10 วัน เพื่อช่วยทำลายวัชพืชและโรคพืชบางชนิด พรวนด้วยผานเจ็ด 1 ครั้ง ปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ แล้วคราดเก็บเศษซากราก เหง้า หัวและไหลของวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง ควรมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก ถ้าดินมีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 5.5 ก่อนเตรียมดิน ควรหว่านปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนทราย และอัตรา 200-400 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วน ดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียวแล้วไถกลบ ถ้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเตรียมดินให้หว่านปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินเหนียวและดินร่วนเหนียว และอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนและดินร่วนทราย หรือหว่านพืชบำรุงดิน เช่น ถั่วเขียว อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่หรือ ถั่วแปบ อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบในระยะเริ่มติดฝักหรือหลังเก็บเกี่ยวพืชบำรุงดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

6. ยางพารา

6.1 ความสำคัญ และสถานการณ์การเพาะปลูก

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้ 3,164,379 ตัน สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศเป็นเงินสูงถึง 146,263.60 ล้านบาท (สถาบันวิจัยยาง, 2554) และถ้ารวมมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากยางพาราชนิดอื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ยาง ไม้ยางพารา และผลิตภัณฑ์จากไม้ยาง พบว่าในปี พ.ศ. 2551 ยางพาราสามารถทำรายได้ให้แก่ประเทศถึง 402,582 ล้านบาท นอกจากนี้ นุชนารถ (2552) กล่าวว่าประเทศไทยยังสามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตยางได้อีก โดยการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และการขยายพื้นที่ปลูก ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทยคาดว่าสถานการณ์ยางพาราโลกในอนาคตมีแนวโน้มด้านการผลิตและความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับราคาน้ำมันที่แพงจึงมีผลทำให้ความต้องการผลผลิตจากยางพาราที่มีคุณภาพดีกว่าเพื่อไปทดแทนยางพาราที่ได้จากกระบวนการผลิตด้วยน้ำมัน เมื่อปี พ.ศ. 2550 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรคาดการณ์พื้นที่การผลิตและปริมาณผลผลิตยางพาราในปี 2550 ว่าจะมีเนื้อที่กรีดได้ประมาณ 10.75 ล้านไร่ เมื่อเทียบกับปี 2549 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ผลผลิตจะได้ประมาณ 3.1 ล้านตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.9 เนื้อที่กรีดได้เพิ่มขึ้นในทุกภาคของประเทศ ส่วนในระยะยาวประเมินการผลิตยางของประเทศผู้ผลิตยางของโลกจนถึงปี 2563 คาดว่าจะมีปริมาณการผลิตยางธรรมชาติ 12.4 ล้านตัน ส่วนการใช้ยางของโลกจะอยู่ที่ 13.8 ล้านตัน หรือคาดว่าปริมาณการใช้ยางจะมากกว่าปริมาณการผลิต 1.4 ล้านตัน ปัจจุบันทำให้ประเทศไทยมีการเพิ่มศักยภาพการผลิตยางโดยการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และการขยายพื้นที่ปลูก ซึ่งได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากราคายางพารายังอยู่ในเกณฑ์สูง จูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกยาง โดยเข้าร่วมโครงการปลูกยางพาราเพื่อยกระดับรายได้และความมั่นคงในแหล่งปลูกยางใหม่จำนวนหนึ่งล้านไร่ตามนโยบายที่รัฐบาลได้จัดทำโครงการส่งเสริมการปลูกยางในเขตปลูกยางใหม่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย, 2550)

6.2 สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา

สภาพพื้นที่ปลูกควรเป็นที่ราบไม่มีน้ำท่วมขัง หรือมีความลาดเอียงต่ำกว่า 35 องศา ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา ควรเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ หน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ไม่มีชั้นดินดาน ควรมีระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 1 เมตร (ไอลดา, 2550) และระดับความสูงจากน้ำทะเลไม่ควรเกิน 600 เมตร (สถาบันวิจัยยาง, 2552) ดินมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 4.5-5.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยางพารา อยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนไม่

ต่ำกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันฝนตกประมาณ 120-150 วันต่อปี ยางพารามีความต้องการปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 184 กรัมต่อต้น ฟอสฟอรัส 19 กรัมต่อต้น และโพแทสเซียม 145 กรัมต่อต้น ในแต่ละฤดูกาล สามารถทำการเปิดกรีดยางได้เมื่ออายุประมาณ 6 ปี ขนาดเส้นรอบวงของลำต้นบริเวณที่ทำการกรีด ไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2547)

6.3 ความต้องการธาตุอาหารของยางพารา

ยางพาราต้องการปริมาณธาตุอาหารผันแปรตามอายุของต้นยาง ชนิดของเนื้อดินและแหล่งปลูก ธาตุอาหารที่ยางพาราต้องการมาก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งส่วนใหญ่ได้จากปุ๋ยเคมี สำหรับยางก่อนเปิดกรีด สถาบันวิจัยยาง (2553) ได้ให้รายละเอียดความต้องการธาตุอาหารหลักของยางพาราที่ปลูกในดินร่วนเหนียว สำหรับพื้นที่เขตปลูกยางใหม่ไว้ว่า ยางพารามีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นปริมาณ 5.5 2.7 และ 3.3 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ส่วนยางหลังเปิดกรีด พบว่า ยางพารามีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นปริมาณ 22.8 3.8 และ 13.7 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และสำหรับธาตุอาหารที่ยางพาราต้องการรองลงมา ได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียม และธาตุอาหารเสริมหรือจุลธาตุที่ยางพาราต้องการปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์

6.4 การใช้ปุ๋ยในสวนยางพารา

การใช้ปุ๋ยเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตยางพารา ทั้งนี้เนื่องจากดินที่ใช้ปลูกยางส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และธาตุอาหารบางส่วนถูกนำออกจากดินในรูปของน้ำยาง โดยน้ำยาง 1 ตันสูญเสียธาตุไนโตรเจน 20 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม โพแทสเซียม 20 กิโลกรัม แมกนีเซียม 5 กิโลกรัม รวมทั้งธาตุอาหารอื่น เช่น แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง หากไม่มีการใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียไปจากดิน จะทำให้ดินขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ประกอบกับการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน และการสลายตัวของอินทรียวัตถุตามธรรมชาติ ทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงดินและเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ในการให้ปุ๋ยเคมีให้ได้ผลดีและเกิดประสิทธิภาพสูงนั้น เกษตรกรต้องรู้จักสมบัติของดิน ความต้องการธาตุอาหารของยางพารา รู้จักปุ๋ยและวิธีการใส่ปุ๋ย โดยใส่ปุ๋ยให้ถูกสูตรและอัตราที่เหมาะสม หรือใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ถูกเวลาและถูกวิธี และควรใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

สูตรปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่แนะนำตามความต้องการของยางพารา เป็นสูตรปุ๋ยทั่วไปเหมาะสำหรับดินที่เป็นส่วนใหญ่ของประเทศ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย โดยแบ่งใส่ปีละ 2-3 ครั้งเมื่อดินมีความชื้น ใส่เป็นแถบ 2 ข้าง หรือขุดหลุม 2-4 จุดต่อต้น บริเวณทรงพุ่มของใบยาง แล้วเกลี่ยดินกลบ

ปัจจุบันพื้นที่ปลูกยางได้กระจายไปทั่วทุกภาคของประเทศ แต่ละพื้นที่มีสมบัติของดินแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกยางมากยิ่งขึ้น สถาบันวิจัยยางจึงได้แนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ผลวิเคราะห์ดินของธาตุอาหารหลักแต่ละธาตุเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติของธาตุอาหารนั้น จะสามารถแนะนำการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับดินที่ปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของยางพารา ดังแสดงในตารางที่ 1 และปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำให้ใส่แก่ต้นยางหลังเปิดกรีดตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สูตรและอัตราปุ๋ยที่แนะนำให้ใช้กับต้นยาง (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)

สูตร/อัตราปุ๋ย	ยางก่อนเปิดกรีด/เขตปลูกยางเดิม		ยางก่อนเปิดกรีด/เขตปลูกยางใหม่		ยางหลังเปิดกรีด/ดินทุกชนิด
	ดินร่วนเหนียว	ดินร่วนทราย	ดินร่วนเหนียว	ดินร่วนทราย	
สูตรปุ๋ย	20-8-20	20-8-20	20-10-12	20-10-17	29-5-18
อัตราปุ๋ย					
ปีที่ 1	23	31	18	23	76
ปีที่ 2	34	47	26	31	76
ปีที่ 3	35	49	27	32	76
ปีที่ 4	37	50	27	37	76
ปีที่ 5	40	55	31	43	76
ปีที่ 6	41	56	31	50	76

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2553)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำให้ใส่แก่ต้นยางหลังเปิดกรีดตามค่าวิเคราะห์ดิน

แบบ	ค่าวิเคราะห์ดิน			ปริมาณธาตุอาหาร (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
1	< 0.11	< 11	< 40	22.8	7.6	18.2
2	< 0.11	< 11	> 40	22.8	7.6	13.7
3	< 0.11	> 11	< 40	22.8	3.8	18.2
4	< 0.11	> 11	> 40	22.8	3.8	13.7
5	0.11 – 0.25	< 11	< 40	16.7	7.6	18.2
6	0.11 – 0.25	< 11	> 40	16.7	7.6	13.7
7	0.11 – 0.25	> 11	< 40	16.7	3.8	18.2
8	0.11 – 0.25	> 11	> 40	16.7	3.8	13.7
9	> 0.25	< 11	< 40	11.4	7.6	18.2
10	> 0.25	< 11	> 40	11.4	7.6	13.7
11	> 0.25	> 11	< 40	11.4	3.8	18.2
12	> 0.25	> 11	> 40	11.4	3.8	13.7

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2553)

7. ข้าว

ข้าวเป็นธัญพืชที่อยู่ในวงศ์ (Family) Gramineae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa L. เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย และยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ แต่ผลผลิตต่อไร่ต่ำ เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การใส่ปุ๋ยเคมีให้กับข้าวนับว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเป็นอย่างยิ่ง ถ้าหากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลือง ยังมีผลกระทบในระยะยาวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะทำลายความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุในดิน ทำให้จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น เชื้อ

รา แบคทีเรีย แอคติโนมัยซีท และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในดินมีจำนวนลดลง มีผลทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ ดินมีสภาพเป็นกรด จับตัวกันเป็นก้อนแข็ง (นิรนาม, ม.ป.ป.)

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข-แม่โจ้ 2 (RD-MAEJO2) คณะกรรมการวิจัยและพัฒนาข้าวมีมติให้เป็น พันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2558 ผสมพันธุ์ครั้งแรกในฤดูนาปี 2547 ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยใช้ข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์รับกับข้าวเหนียวหอมพันธุ์ กข.6 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์ให้ยีน wx ซึ่งควบคุมความเป็นข้าวเหนียว ด้วยวิธีผสมกลับ และใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก ผลิตเมล็ดชั่วที่ 1 ทำการผสมกลับ 4 ชั่ว แต่ละชั่วของการผสมกลับใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกต้นที่เป็น Wxwx และผสมกลับไปหาพันธุ์รับ คือ ข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 จนได้ต้น BC4F1 ที่มียีโนไทป์เป็น Wxwx และผสมตัวเองได้เมล็ด BC4F2 คัดเลือกเมล็ดข้าวเหนียวนำไปปลูก และผสมตัวเองได้เมล็ด BC4F3 ปลูกศึกษาพันธุ์ 4 แถว จำนวน 2 ฤดู คือ นาปี 2551 และนาปรัง 2552 คัดเลือกได้สายพันธุ์ข้าวเหนียว MJUG04002-BC4F5

ผลการคัดเลือกทำให้ได้พันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 135 วัน ลักษณะกอแบะ ความสูงประมาณ 110 เซนติเมตร ลำต้นแข็งปานกลาง ใบสีเขียว มุมปลายใบตั้งตรง การแก่ของใบแก่ช้า ใบธงยาว 32.16 เซนติเมตร กว้าง 1.20 เซนติเมตร มุมใบธงตั้งตรง รวงยาว 29.75 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 113 เมล็ด เมล็ดร่วงง่าย ข้าวเปลือกสีฟาง มีหางบ้าง มีความยาวเฉลี่ย 10.65 มิลลิเมตร กว้าง 2.47 มิลลิเมตร หนา 1.95 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาวยาวเฉลี่ย 7.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.16 มิลลิเมตร หนา 1.79 มิลลิเมตร จัดเป็นข้าวรูปร่างเมล็ดเรียว ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง 8.50 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหอมอ่อนเหมือนข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 ประมาณ 865 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นข้าวเหนียวมีกลิ่นหอมอ่อน เมล็ดเรียวยาว ต้นเตี้ย และไม่ไวต่อช่วงแสงสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี (กรมการข้าว, 2559)

7.1 ความต้องการธาตุอาหารหลักของข้าว

7.1.1 ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบอยู่ในกรดอะมิโน นิวคลีโอไทด์ เอ็นไซม์ โคเอ็นไซม์ คลอโรฟิลล์ และสารประกอบสำคัญในพืชอีกหลายชนิด ไนโตรเจนในใบพืชประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในคลอโรพลาสท์ และมีการคาดว่าพืชที่มีใบจำนวนมาก ประมาณครึ่งหนึ่งของไนโตรเจนทั้งหมดจะอยู่ในออร์กาเนลส์ (ยงยุทธ และสุรเดช, 2521) ไนโตรเจนโดยทั่วไปอยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) ไนโตรเจนในดินที่เป็นประโยชน์ประมาณ 95-99 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในรูปอินทรีย์ทั้งในเศษพืชและสัตว์ในรูปอินทรียวัตถุที่ค่อนข้างอยู่ตัว หรือในจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ไนโตรเจนรูปนี้ไม่สามารถเป็นประโยชน์โดยการกระทำของจุลินทรีย์ ไนโตรเจนอินทรีย์จำนวนน้อยอาจอยู่ในสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น ยูเรียที่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ สำหรับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปอนินทรีย์ เช่น NH_4^+ และ NO_3^- เป็นต้น ไนโตรเจนทั้งสองรูปนี้ รากพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (วิจิตร, 2552)

ข้าวที่ขาดไนโตรเจน ใบจะมีสีเขียวจางหรือสีเหลือง ใบแก่เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว การขาดไนโตรเจนจะเกิดขึ้นที่ใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างของต้นมากกว่าใบยอด และใบจะร่วงก่อนกำหนด พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นมีทรงพุ่มเล็ก การแตกแขนงช้า ให้ผลผลิตต่ำ คุณภาพลดลง พืชที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไปมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากทำให้เกิดอาการเฝือใบ สร้างดอกผลน้อยลง มีลำต้นอ่อนแอ ล้มง่าย ความต้านทานโรคและแมลงลดลง และให้ผลผลิตต่ำ (อภิพรรณ, 2541) ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการ แตกกอของข้าว เป็นองค์ประกอบของเม็ดสีในเซลล์พืช การขาดไนโตรเจนพบได้ทั่วไป โดยเฉพาะในดินนาเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือในดินที่ขาดการจัดการที่เหมาะสม เป็นต้น ข้าวที่ขาดไนโตรเจนจะพบที่ใบแก่หรือบางครั้งใบทั้งหมดเป็นสีเขียวอ่อน ปลายใบเหลือง ถ้าข้าวขาดไนโตรเจนอย่างรุนแรงใบแก่จะตาย เหลือเพียงใบอ่อนที่มีลักษณะใบแคบ สั้นและตั้งตรง มีสีเขียวปนเหลือง ต้นข้าวแคระแกร็น แตกกอน้อย เมล็ดดีต่อรวงลดลง ส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงด้วย (วิจิตร, 2552)

1) การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในดิน (อภิพรรณ, 2541)

การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนเกิดจากปฏิกิริยาทางชีวภาพ (biological reaction) โดยมีเอนไซม์หรือจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในธรรมชาติแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1) Aminization เป็นการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในสารอินทรีย์รูปต่างๆ ให้เป็นเอมีน (R-NH2) หรือกรดอะมิโน

1.2) Ammonification เป็นการเปลี่ยนรูปของเอมีนไปเป็นรูปของแอมโมเนียหรือเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+)

1.3) Nitrification เป็นการเปลี่ยนรูปของ NH_4^+ เป็นไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-)

1.4) Denitrification เป็นกระบวนการรีดักชัน (reduction) เปลี่ยนรูปของ NO_3^- หรือ NH_4^+ ในดินไปเป็นแก๊ส N_2, N_2O และ NO

7.1.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารจำเป็นของพืช เพราะเป็นส่วนหนึ่งของสารประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของพืช และเป็นตัวช่วยในการแปลงปฏิกิริยาชีวเคมีที่สำคัญจำนวนมากในพืช ฟอสฟอรัสมีความโดดเด่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจับและเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นสารประกอบที่เป็นประโยชน์ในพืช หน้าที่สำคัญ 2 ประการของธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่มีต่อพัฒนาการและการผลิตพืชให้เป็นไปอย่างปกติ คือ เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นที่สุดของ DNA ซึ่งเป็น “memory unit” ทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และยังเป็นส่วนประกอบของ RNA ซึ่งเป็นสารประกอบที่แปลรหัสพันธุกรรม DNA เพื่อสร้างโปรตีนและสารประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างพืช สร้างเมล็ด และถ่ายโอนพันธุกรรม นอกจากนี้ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของ ATP ซึ่งเป็น “energy unit” ของพืช ATP ซึ่งถูกสร้างในขณะเกิดการสังเคราะห์แสงมีฟอสฟอรัสในโครงสร้างของมันและในกระบวนการตั้งแต่ต้นกล้าจนถึงการสร้างเมล็ด ดังนั้น ฟอสฟอรัสจึงจำเป็นต่อความแข็งแรงของพืชทุกชนิด ธาตุฟอสฟอรัสมีประโยชน์ในการกระตุ้นพัฒนาการของราก เพิ่มความแข็งแรงของลำต้น ช่วยในการสร้างดอกและการผลิตเมล็ดพืชผลแก่เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น (วิจิตร, 2552) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ คือ $H_2PO_4^-$ และ $HPO4^{2-}$ ฟอสฟอรัสในดินที่อยู่ในรูปของ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-} จะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบอนินทรีย์ของดินให้กลายเป็นรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืช เรียกว่า การตรึงฟอสเฟต (P-fixation หรือ P-immobilization) โดยปกติในดินกรด ธาตุเหล็กและอลูมิเนียมจะทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัส กลายเป็นสารประกอบสลับซับซ้อนที่ละลายได้ยาก ส่วนในดินล่างแคลเซียมและแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสกลายเป็นแคลเซียมและแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ละลายได้ยาก ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินจึงเกิดขึ้นในช่วงที่ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.5-7.0 เท่านั้น เนื่องจากฟอสฟอรัสในดินมักทำปฏิกิริยากับดิน และถูกดูดซับอยู่ในดิน การเคลื่อนตัวของอนุมูลโมโนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$)จึงมีน้อยมาก ดังนั้น ฟอสฟอรัสจึงจัดเป็นธาตุเคลื่อนย้ายได้ยากในดิน ซึ่งตรงข้ามกับไนโตรเจน คุณสมบัตินี้จึงช่วยป้องกันมิให้มีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปจากดินได้ง่าย (อภิพรรณ, 2541)

ข้าวที่ขาดฟอสฟอรัส จะมีอาการแคระแกร็น แตกกอน้อย ใบแคบ สั้น ตั้งตรงและมีสี เขียวเข้ม ลำต้นผอมเรียว ข้าวจะชะงักการเจริญเติบโต จำนวนใบ จำนวนรวงและจำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง ใบอ่อนสมบูรณ์ดี แต่ใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด ถ้าพันธุ์ข้าวที่ปลูกสามารถผลิต Anthocyanin ได้ ใบอาจเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือสีม่วงในดินที่เป็นกรด การขาดฟอสฟอรัสมักจะเกิดร่วมกับเหล็กเป็นพิษ (อภิพรรณ, 2541)

7.1.3 โพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก นับเป็นธาตุอาหารที่มีประจุบวก (แคทไอออน) ที่พืชดูดใช้เป็นปริมาณมากที่สุดในบรรดาแคทไอออนต่างๆ ความแตกต่างระหว่างโพแทสเซียมกับธาตุอาหารหลักสองตัวแรก (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) คือ โพแทสเซียมไม่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างเนื้อเยื่อพืช เช่น ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีน ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก แต่โพแทสเซียมมีบทบาท

สำคัญในกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีในพืช นับตั้งแต่การสังเคราะห์แสง การหายใจ การลำเลียงสารประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสง การสร้างโปรตีนและน้ำมันในพืช และมีบทบาทในการคะตะไลซิส (catalysis) ของเอนไซม์ต่างๆ ดังนั้น หากพืชขาดโพแทสเซียมจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง นอกจากนี้โพแทสเซียมยังมีอิทธิพลต่อโครงสร้างระดับอวัยวะพืชและเซลล์พืช เช่น เพิ่มการสร้างผนังเซลล์ (cell wall) ทำให้พืชต้านทานโรคดีขึ้นและช่วยเพิ่มเซลล์ที่เก็บสำรองอาหารที่สังเคราะห์ (แป้งและน้ำตาล) ในเมล็ดธัญพืช เป็นต้น (ปัทมา, 2543)

โพแทสเซียมในดินเกิดจากการสลายตัวของแร่ feldspar, mica และดินเหนียวพวก illite พบอยู่ในรูปสารละลายในดินมากกว่าฟอสฟอรัส รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ K+ ที่ ละลายเป็นอิสระและรูปของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K+) ซึ่งถูกดูดซับอยู่รอบๆ อนุภาคดินเหนียว หากจะแบ่งโพแทสเซียมในดินออกเป็นรูปต่างๆ ตามความเป็นประโยชน์ต่อพืช อาจแบ่งได้ดังนี้ (อภิพรรณ, 2541)

1) รูปที่เป็นประโยชน์ทันที (readily available form) คือ รูปที่อยู่ในสารละลายดิน (soil solution K+) รวมทั้งรูปที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งถูกดูดซับอยู่รอบผิวของอนุภาคดินเหนียว (exchangeable K^+)

2) รูปที่เป็นประโยชน์ได้ช้า (slowly available form) คือ รูปที่ถูกตรึงอยู่ระหว่างแผ่นแร่ของอนุภาคดินเหนียวพวก illite vermiculite และแร่ดินเหนียวชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะผลึกแบบ 2:1 ซึ่งพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากจะถูกปลดปล่อยออกมาเสียก่อน ปกติโพแทสเซียมในรูปนี้จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ ชดเชยรูปที่ถูกพืชนำไปใช้

3) รูปที่ยังไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (relatively unavailable from) ได้แก่ รูปที่อยู่ในแร่พวก feldspar, mica และแร่อื่นๆ เป็นแหล่งของโพแทสเซียมในดินในระยะยาว เพราะโพแทสเซียมจะถูกปลดปล่อยให้ละลายออกมาทีละน้อย โดยสารละลายกรดคาร์บอนิค

ข้าวที่ขาดโพแทสเซียมจะแสดงอาการ คือ ใบขนาดเล็กแคบสีเขียวอมน้ำเงิน การแตกกอล่าช้าออกไป มีดวงคลอโรซิสเกิดกระจายอย่างไม่เป็นระเบียบและต่อมาจะกลายเป็นแผลเนโครซิส แพร่ขยายตามแนวยาวของใบแก่ โดยเริ่มจากปลายใบและต่อมาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมแดง ในที่สุดใบจะกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งตาย เริ่มจากส่วนปลายใบอ่อนที่เกิดภายหลังมักจะมีสีเขียวอมเหลืองซีด อาการขาดโพแทสเซียมในข้าว รู้จักในชื่อ “grey speck” รากของต้นข้าวที่ขาดโพแทสเซียมจะมีพลังออกซิไดส์จะลดลง (วิจิตร, 2552)

9. การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน

ปุ๋ยพืชสดที่นิยมใช้เป็นพืชปรับปรุงดินส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากมีปมราก (Nodule) เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีจุลินทรีย์พวก Rhizobium sp. อาศัยอยู่ สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เมื่อทำการไถกลบลงในดินแล้วจึงได้ไนโตรเจนจากการสลายตัวของซากพืชและจาก Rhizobium sp. ด้วยคู่กันไป นอกจากนี้ซากพืชที่สลายตัวแล้วยังกลายเป็นอินทรียวัตถุแทรกอยู่ในเม็ดดิน ทำให้ดินร่วนซุย ช่วยรักษาความชื้นของดิน ทำให้ดินโปร่ง มีอากาศแทรกอยู่ในโครงสร้างของดินที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่วที่นิยมใช้ปลูกแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ปอเทือง โสนอัฟริกัน ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า ถั่วมะแฮะ ซึ่งจะปลูกและไถกลบในช่วงระยะเวลาออกดอก คือประมาณ 45-60 วัน

ในการใช้ปุ๋ยพืชสดนั้นอาจทำได้หลายวิธีคือ ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนกับพืชหลัก เช่น ปลูกปอเทืองหรือโสนเป็นพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบหมุนเวียนกับการปลูกข้าวโพด หรือข้าวเป็นพืชหลัก หรือปลูกกระถินหรือถั่วมะแฮะ เป็นแถวของแถบพืชบำรุงดิน ตามแนวความลาดเทของพื้นที่ การปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นพืชแซมในแถวพืชหลัก การปลูกพืชปุ๋ยสดในรูปแบบพืชคลุมดิน เหล่านี้นอกจากจะช่วยในการปรับปรุงดินแล้ว ยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการใช้แรงงาน กำจัดวัชพืชด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) การใช้ปุ๋ยพืชสดในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชนิดพืชปุ๋ยสดที่นิยมปลูกในพื้นที่ดอนและทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพร้า และถั่วพุ่ม โดยปลูกปอเทือง อัตราเมล็ด กิโลกรัมต่อไร่ หรือถั่วพร้า อัตราเมล็ด 10 กิโลกรัมต่อไร่ หรือถั่วพุ่ม อัตราเมล็ด 8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธี

หว่านหรือโรยเป็นแถว แล้วทำการไถกลบเมื่อพืชปุ๋ยสดออกดอกและปล่อยให้ย่อยสลาย 10 วันก่อนเตรียมแปลงปลูกข้าวโพด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

8. การจัดการดินและธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน /การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและจัดทำเอกสารการจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชตามกลุ่มชุดดินต่าง ๆ เพื่อการปลูกให้ได้ผลผลิตสูง ควรมีการปรับปรุงบำรุงดินโดยการจัดการดินและธาตุอาหารพืชด้วยการใส่ปุ๋ย ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปุ๋ยเคมี หรืออินทรียวัตถุ เนื่องจากปุ๋ยทั้งสองเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่สำคัญแก่พืช เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยเคมีไม่ถูกต้อง เช่น ใส่ปุ๋ยมากหรือน้อยเกินไป หรือใส่ปุ๋ยไม่ตรงกับระยะเวลาที่พืชต้องการ รวมถึงการใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อดินและพันธุ์พืช ดินที่เกษตรกรใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชแต่ละกลุ่มชุดดินมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน เนื่องจากมีสภาพการเกิดและวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างกัน ประกอบกับดินแต่ละพื้นที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ไม่เหมือนกัน ส่งผลให้ดินในกลุ่มชุดเดียวกัน หรือแม้แต่ดินชุดเดียวกันก็มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันได้ ดังนั้นถ้าเกษตรกรมีการวิเคราะห์ดินก่อนการปลูกพืชจะสามารถประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ถูกต้อง และจะทำให้การจัดการดินและธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการที่กรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลดิน ทำให้สามารถเชื่อมโยงกับคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารพืชเศรษฐกิจได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น จากเดิมที่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จะจัดทำเฉพาะดินทรายหรือร่วนทรายและดินเหนียวหรือร่วนเหนียว เปลี่ยนมาเป็นคำแนะนำสำหรับกลุ่มชุดดินที่ 26-62 ซึ่งได้จากการจัดรวมชุดดินที่มีสมบัติใกล้เคียงกันหรือต้องการวิธีการจัดการที่คล้ายคลึงกันมาไว้ด้วยกัน เพื่อสะดวกในการจัดการ ทำให้การผลิตพืชทำได้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะ และสมบัติของดิน ก่อให้เกิดความประหยัดและเป็นการใช้ทรัพยากรได้อย่างยั่งยืน ดินบางกลุ่มมีลักษณะจำเพาะ ที่ต้องการการจัดการเป็นพิเศษหรือไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ จะได้รับการระบุไว้เพื่อให้ผู้ใช้นำไปพิจารณา ดังนั้นจึงสมควรที่จะได้จัดทำคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช เพื่อให้เป็นคำแนะนำเบื้องต้น เนื่องจากการจัดการดินและธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพควรมีการจัดการตามผลวิเคราะห์ดิน ซึ่งเกษตรกรต้องมีการเก็บดินวิเคราะห์เพื่อทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกของเกษตรกรเอง ในกรณีที่เกษตรกรไม่สะดวกในการเก็บดินวิเคราะห์ ก็สามารถใช้คำแนะนำตามกลุ่มชุดดินเป็นคำแนะนำเบื้องต้นได้ จนกว่าจะมีข้อมูลผลวิเคราะห์ดินของพื้นที่ปลูก จึงอาจเปลี่ยนไปใช้คำแนะนำตามค่าผลวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นคำแนะนำที่เจาะจงเฉพาะพื้นที่ต่อไป การกำหนดสูตรและอัตราปุ๋ยเคมีประจำกลุ่มชุดดิน ได้จากการนำค่ามัธยฐานของผลวิเคราะห์ดินของชุดดินในกลุ่ม มาวิเคราะห์กับตารางผลวิเคราะห์ดินของพืชนั้น ๆ เพื่อให้ได้อัตราธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แล้วจึงนำไปคำนวณเพื่อให้ได้สูตรปุ๋ย ตามค่าวิเคราะห์ดินของกลุ่มชุดดินนั้น ๆ กรณีที่มีผลวิเคราะห์ดิน สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อให้ได้ธาตุอาหารและสูตรปุ๋ยเฉพาะพื้นที่ (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552)

การจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นในกลุ่มชุดดินที่ 35 ซึ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุต้นกำเนิดดินเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ได้แก่ ชุดดินดอนไร่ ด่านซ้าย ห้างฉัตร โคราช มาบบอน สตึก วารินและยโสธร โดยมีข้อจำกัดคือ เป็นดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อการขาดน้ำ บางพื้นที่มีความลาดชันง่ายต่อการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน บางพื้นที่ดินเป็นกรดจัดมาก แนวทางการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตคือแก้ปัญหาดินอุดมสมบูรณ์ต่ำด้วยการไถกลบพืชตระกูลถั่วหรือปลูกพืชหมุนเวียน หรือปลูกพืชปุ๋ยสดได้แก่ ปอเทือง และถั่วต่าง ๆ (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552)

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นการใช้ปุ๋ยเคมีให้ประสิทธิภาพมากขึ้น หากผู้ใช้สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีส่วนสัมพันธ์ต่อการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตพืช โดยปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง (แต่มักถูกละเลย) คือ การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยทั่วไปเกษตรกรมักใช้วิธีสังเกตการเจริญเติบโต

ของพืช หากเห็นว่าแคระแกร็น ใบสีเหลืองซีด แสดงอาการขาดธาตุอาหาร ก็จะทำการใส่ปุ๋ยเพิ่มในบริเวณนั้น ซึ่งเป็นการวัดความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่ในปัจจุบันการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินสามารถทำได้ละเอียดและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถนำค่าวิเคราะห์ดินที่ได้ไปประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และนำไปเลือกใช้ชนิดหรืออัตราของปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดและธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน หากดินมีธาตุอาหารชนิดใดอยู่มาก ก็ใส่ธาตุอาหารชนิดนั้นน้อย

ดินในประเทศไทยมีมากกว่า 200 ชุดดิน แต่ละชุดดินมีศักยภาพแตกต่างกัน ในการจำแนกชุดดินใช้สมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก เช่น เนื้อดิน สีดิน ความลึกของดิน และความเป็นกรดเป็นด่าง สิ่งเหล่านี้เป็นสมบัติของชุดดินที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก ซึ่งแตกต่างจากความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและวิธีการจัดการไร่นาของเกษตรกร แนวคิดในการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นจึงเกิดจากการนำข้อมูลชุดดินและข้อมูลวิเคราะห์ N-P-K ในดินตามสภาพปัจจุบัน มาประกอบการตัดสินใจใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โปรแกรมจัดการธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ดินนั้น เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีส่วนสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช เช่น พันธุ์พืช แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ชุดดิน ฯลฯ เพื่อช่วยคำนวณหาปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของพืชมากขึ้น อย่างไรก็ตามความถูกต้องและแม่นยำของการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละโปรแกรมนั้นจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของแบบจำลอง การวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ อย่างแม่นยำ และมีส่วนสัมพันธ์กับพืชอย่างแท้จริง รวมถึงต้องผ่านการทดสอบผลของการวิเคราะห์ซ้ำหลายๆ ครั้ง จนเกิดความเชื่อมั่นในแบบจำลองนั้นจริงๆ ในปัจจุบันมีการใช้โปรแกรมการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกิดขึ้นหลายโปรแกรม เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน ในส่วนของกรมพัฒนาที่ดินได้มีการพัฒนา โปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เพื่อการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานต้องระบุชุดดิน ระบุชนิดของพืชที่ต้องการปลูก (โปรแกรมนี้สามารถเลือกชนิดพืชได้ 14 ชนิด ได้แก่ ข้าว (ไวแสง/ไม่ไวแสง) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย (ปลูก/ตอ) มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน สับปะรด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ลิ้นจี่ ลำไย ทุเรียน และมังคุด) พร้อมค่าวิเคราะห์ดินซึ่งหากไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในภาวะปัจจุบัน โปรแกรมจะนำข้อมูลวิเคราะห์ดินจากค่าเฉลี่ยของชุดดินนั้นๆ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาคำแนะนำที่เหมาะสมในการจัดการการปลูกพืชในพื้นที่นั้นๆ โดยในคำแนะนำนั้นจะประกอบไปด้วย

- วันปลูกที่เหมาะสม
- ผลผลิตที่คาดคะเน (กิโลกรัม/ไร่)
- คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี พร้อมการเปรียบเทียบราคาปุ๋ยที่คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ
- คำแนะนำการจัดการดิน ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ การใช้วัสดุปูนในการปรับความเป็นกรดของดิน ซึ่งทั้งหมดนี้จะมีระบบตรวจสอบข้อมูลคำแนะนำการจัดการ พร้อมระดับความเชื่อมั่นของคำแนะนำ เพื่อประกอบการตัดสินใจสำหรับนำไปปฏิบัติต่อไป

9. สารปรับปรุงบำรุงดิน

สารปรับปรุงบำรุงดิน (soil amenments) คือ สารที่ใส่ลงไปในดินแล้ว สามารถปรับปรุงบำรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชให้ดีขึ้น เป็นการปรับปรุงทั้งสมบัติทางกายภาพ เคมี และความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือสภาพทางชีวภาพในดินยกเว้นปุ๋ยเคมี ทำให้ของแข็ง ของเหลว และอากาศ มีสัดส่วนเหมาะสมต่อการดำรงชีพของพืชมากขึ้น เช่น การระบายน้ำ การแทรกซึมน้ำ การถ่ายเทอากาศ ซึ่งมีผลทำให้พืชสามารถใช้น้ำ อากาศและธาตุอาหารพืชในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัสดุอินทรีย์หรือวัสดุเหลือใช้ เช่น เศษพืช ผลพลอยได้จากการผลิตพืช ปุ๋ยอินทรีย์ ปูนขาว โดโลไมท์และสารสังเคราะห์ต่างๆ สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงบำรุงดินได้ (ปิยะ, 2553)

9.1 ถ่านชีวภาพ (biochar) เป็นวัสดุที่ได้จากการเผามวลชีวภาพภายใต้สภาพมีออกซิเจนต่ำ ซึ่งถ่านที่ได้มีคุณสมบัติในการหมุนเวียนธาตุอาหารพืช เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินจึงส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นนอกจากนี้วัสดุที่ใช้เผาถ่านชีวภาพแต่ละชนิดจะให้สมบัติทางเคมีแตกต่างกัน จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันด้วย (เสาวคนธ์, 2557) ทั้งนี้เนื่องจากถ่านชีวภาพเป็นวัสดุที่มีปริมาณคาร์บอนที่ทนทานต่อการย่อยสลายในปริมาณมากโดยเฉพาะมีอะโรมาติกคาร์บอน ดังนั้น ถ่านชีวภาพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (พัชรี และคณะ, 2557)

อรสา (2552) ได้สรุปประโยชน์ของถ่านชีวภาพโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1) ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากถ่านชีวภาพมีความสามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศในระยะยาวได้ ด้วยการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน

2) ช่วยปรับปรุงดินและผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากเมื่อนำถ่านชีวภาพลงดิน ลักษณะความเป็นรูพรุนของถ่านชีวภาพจะช่วยกักเก็บน้ำและอาหารในดิน และเป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารให้ดิน เมื่อดินอุดมสมบูรณ์จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น

3) ช่วยผลิตพลังงานทดแทน เนื่องจากกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพจากมวลชีวภาพด้วยการแยกสลายด้วยความร้อนจะให้พลังงานชีวภาพที่สามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนเพื่อการขนส่งและในระบบอุตสาหกรรมได้

4) ช่วยในกระบวนการจัดการของเสียประเภทวัสดุอินทรีย์ได้ เนื่องจากเทคโนโลยีไบโอชาร์มีศักยภาพในการกำจัดของเสียที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นมิตรได้

สำหรับถ่านชีวภาพที่ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (กระบวนการสลายตัวของสารด้วยความร้อนในสภาวะไร้อากาศหรืออับอากาศ) มีคุณสมบัติที่ดีในการส่งเสริมสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน ดังนี้

1) คุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน ถ่านชีวภาพที่ได้จากการเผาไหม้ในสภาพอับอากาศจะมีความพรุนสูง มีโครงสร้างทางเคมีเป็นพวก High aromatic ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูง และเกิดหมู่ฟังก์ชันต่างๆ โดยเฉพาะคาร์บอกซิล (COO-) คือ มีประจุลบสุทธิที่พื้นที่ผิวปริมาณมาก หรือทำให้มีความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) สูง ประกอบกับถ่านชีวภาพเป็นวัสดุที่มีความพรุนสูงจึงมีพื้นที่สัมผัสมากด้วย จึงทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารพืชซึ่งอยู่ในรูปไอออนได้เป็นจำนวนมากและช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะละลาย ไม่ว่าธาตุอาหารในดินจะได้รับจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ หรือธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดิน เนื่องจากถ่านชีวภาพมีคุณสมบัติเป็นด่าง ดังนั้น เมื่อใส่ในดินจะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ถ่านชีวภาพยังให้ธาตุอาหารต่างๆ แก่พืชได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้หรือวัสดุอินทรีย์ที่นำมาเผา (ทิพานันท์ และศิวพร, 2554; อิสริยาภรณ์, 2552)

2) คุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน การที่ถ่านชีวภาพมีรูพรุนมาก จะช่วยในการการกักเก็บน้ำและอาหารในดินได้เป็นอย่างดี จึงทำให้สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินสำหรับการเพาะปลูก และช่วยทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง (Steiner, 2009) รวมทั้งถ่านชีวภาพยังทำให้ดินโปร่งสามารถถ่ายเทอากาศได้ดี (Islam, 1999) และเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชและปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชอย่างช้าๆ

3) คุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่มีผลต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน การใส่ถ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงดิน ทั้งถ่านชีวภาพและจุลินทรีย์ในดินจะมีส่วนสนับสนุนซึ่งกันละกัน กล่าวคือ โครงสร้างของถ่านชีวภาพที่เป็นรูพรุนจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิว ประกอบกับความเป็นด่างของถ่านชีวภาพจะช่วยยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้สูงขึ้นเหมาะต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์มากขึ้น ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ก็ทำให้ถ่านชีวภาพเกิดการเปลี่ยนสภาพได้ ถึงแม้ว่าถ่านชีวภาพจะมีสารพวกอะโรมาติกซึ่งคงทนต่อการย่อยสลายมากกว่าอินทรียสารที่ไม่ได้ผ่านการเผาไหม้ ด้วยลักษณะรูพรุนและขนาดของรูพรุนของถ่านชีวภาพที่มีขนาดเล็กมากจึงเป็นที่อยู่อาศัยของ

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ เช่น เชื้อแอคทิโนมัยซิส (Actinomyces) ไตรคอร์เดอมา (Trichorderma) และบาซิลลัส (Bacillus) เป็นต้น ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการควบคุมจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช ซึ่งจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชมักมีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของถ่านชีวภาพ ทำให้เข้าไปอยู่อาศัยไม่ได้ และจะถูกรบกวนโดยการเป็นปรสิตของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า (ทิพานันท์ และศิวพร, 2554)

9.2 ถ่านแกลบ

ถ่านแกลบ หรือภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า “กุนตัง” (kuntan) มีการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินหรือให้ธาตุอาหารพืชมาเป็นเวลาหลายร้อยปีในญี่ปุ่น แต่ในยุคปัจจุบันควรทบทวนนำวิธีปฏิบัติเช่นนี้มาใช้ในแง่สิ่งแวดล้อม เพราะการเพิ่มคาร์บอนในดินเป็นวิธีการหนึ่งที่ประสิทธิภาพในการลดภาวะโลกร้อน (ประทีป, 2551) ถ่านแกลบมีแร่ธาตุ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเผาแล้วสารประกอบอินทรีย์จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอนและน้ำส้มควันแกลบ ซึ่งกระบวนการเผามีซิลิก้า (SiO2) 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำและเป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพที่ให้ซิลิก้าแก่พวกธัญพืชต่างๆ โดยเฉพาะข้าวและอ้อย มีโพแทสเซียมและฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ 2.25 เปอร์เซ็นต์ และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีสมบัติเป็นด่าง (pH>8) พบว่า การใช้ถ่านแกลบเป็นวัสดุเพาะกล้าทำให้ต้นกล้าแข็งแรง การเจริญเติบโตสม่ำเสมอ เช่น แตงกวา แคนตาลูป มะเขือ แตงโม และกะหล่ำปลี เป็นต้น และชาวสวนในอินโดนีเซียนิยมนำถ่านแกลบมาเป็นวัสดุปลูกไม้ประดับกันอย่างกว้างขวาง (ทัศนีย์, 2551)

9.3 ถ่านซังข้าวโพด

ถ่านซังข้าวโพดที่คนทั่วไปเข้าใจ คือ ถ่านอัดแท่งที่ทำจากซังข้าวโพดที่ผ่านกระบวนการการเผาโดยสมบูรณ์แล้วนำมาบด ผสมกับแป้งมันและน้ำ แล้วอัดเป็นแท่งตามต้องการ ใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังให้ความร้อนสูงกว่าถ่านไม้ แต่ในที่นี้คือ ถ่านที่ได้จากการเผาซังข้าวโพดด้วยถัง 200 ลิตร แบบตั้งหรือกองสุมแล้วจุดไฟเผา แล้วนำมาบดให้มีขนาดเล็กลงประมาณ 5 มิลลิเมตร เพราะถ่านไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มนั้นเมื่ออยู่ในลักษณะป่น สามารถนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินได้ จึงได้นำแนวทางนี้มาทดสอบประสิทธิภาพในการปรับปรุงดิน โดยเปลี่ยนจากถ่านไม้เป็นถ่านจากซังข้าวโพดที่เกษตรกรเผาทิ้ง แต่ยังไม่มีวิธีและอัตราการใช้ที่เหมาะสม นอกจากนี้ในบางพื้นที่นำถ่านซังข้าวโพดมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชในกระถาง การเผาถ่านซังข้าวโพดด้วยวิธีกองสุมจะทำให้ได้ปริมาณมากกว่าการเผาด้วยเตา 200 ลิตร จำนวน 35 และ 33 กิโลกรัมจากน้ำหนัก 100 กิโลกรัมตามลำดับ (สำนักงานพลังงานภาค 9, ม.ป.ป.)

9.4 มูลวัว

มูลวัวเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ค่อนหาง่ายในท้องถิ่น ยงยุทธและคณะ (2551) พบว่า ในมูลวัวประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ปริมาณ 1.9 0.7 2.0 1.3 0.7 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามูลวัวมีธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ การจะแนะนำให้เกษตรกรใช้มูลวัวอย่างเดียวในนาปลูกข้าวดังเช่นโบราณนั้นคงจะเป็นไปไม่ได้ ซึ่งสอดกับข้อมูลของประเสริฐ (2543) ว่าการใช้มูลวัวอย่างเดียวเพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าวนั้น จะต้องใช้อัตรา 1.5-3.0 ตัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการจัดหา ควรใช้มูลวัวอัตราต่ำร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นวิธีที่ดีกว่า

10. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

ดินปลูกยางพาราส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ ทำให้มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดลงในอนาคตและเนื่องจากการจัดการสวนยางที่ไม่ถูกต้องประกอบกับสภาวะอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น ทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุในดินให้เพียงพอเพื่อเพิ่มจุลินทรีย์ ส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ รักษาสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพของดิน และยังเป็นการเพิ่มธาตุอาหารรองและจุลธาตุในดิน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยที่เกิดจากการย่อยสลายของเศษซากพืชและสัตว์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยคอก โดยใช้อัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ร้อยละ 25 ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ย

อินทรีย์ที่ใช้และปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน แต่มิได้หมายความว่าทุกพื้นที่จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผลตอบแทนและความคุ้มทุน (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

11. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์ธรรมชาติที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชสูง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2550) โดยวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักจะมีชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่แตกต่างกันไป ซึ่งพืชแต่ละชนิดก็ต้องการปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของการเจริญเติบโตเช่นกัน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรคำนึงถึงปริมาณความต้องการและชนิดของธาตุอาหารในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิด ได้แก่ สูตรไนโตรเจนสูง และฟอสฟอรัสสูง จะสามารถช่วยให้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ตรงตามความต้องการของพืชในช่วงการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

12. การเจริญเติบโตของต้นยางและคุณภาพน้ำยาง

12.1 มาตรฐานการเจริญเติบโตของต้นยาง

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ได้กำหนดมาตรฐานการเจริญเติบโตของต้นยาง โดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง ได้แก่ พันธุ์ยางที่ใช้ปลูก สภาพแวดล้อม การเลือกใช้วัสดุปลูก การบำรุงรักษาสวนยาง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 มาตรฐานการเจริญเติบโตของต้นยาง

อายุ (ปี)	ขนาดลำต้นที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากผิวดิน (เซนติเมตร)		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
2	12	14	16
3	21	24	27
4	29	33	37
5	36	41	46
6	43	47	52

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2553)

12.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำยาง

สถาบันวิจัยยาง (2553) ได้รายงานถึงข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำยางข้นไทย ซึ่งมาตรฐานที่กำหนดจะต้องพิจารณาถึงปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC: Total Solids Content) ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC: Dry Rubber Content) ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่เนื้อยาง (NRC: Non Rubber Content) ความเป็นด่าง (as NH3) ของน้ำยาง (Alkalinity as NH3) จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (VFA: Volatile Fatty Acid no.) และปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง (Mg: Magnesium Content) เป็นต้น (ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย, 2553) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อกำหนดบางรายการของมาตรฐานคุณภาพน้ำยางข้นไทย (มอก. 980-2552)

สมบัติ	ขีดจำกัดน้ำยางข้นชนิด HA (High ammonia)
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC)*	61.0 (max)
ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC)*	60.0 (min)
ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่เนื้อยาง (NRC)*	1.70 (max)
ความเป็นด่าง (as NH_3) ของน้ำยาง*	0.60 (min)
จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (VFA no.)**	0.03 (max)
ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง (Mg)**	40.0 (max)

ที่มา: * สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร (2553)

** ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (2553)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556
สิ้นสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

สถานที่ดำเนินงาน

1. สถานที่ตั้งแปลงทดลอง

1) โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) ดำเนินการที่แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 3 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 650185E 1936889N

2) โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) ดำเนินการที่แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 3 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 650188E 1936897N

3) โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) ดำเนินการที่แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 3 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 650140E 1936875N

4) โครงการผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ดำเนินการที่แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 3 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 650140E 1936875N

5) โครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ ดำเนินการที่แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 2 บ้านแพะ ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด 641533E 1927225N

2. สภาพพื้นที่

ชุดดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และยางพารา เป็นกลุ่มชุดดินที่ 35 ซึ่งเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือการสลายตัวผุพังแล้วถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมของวัสดุเนื้อหยาบที่ส่วนใหญ่มาจากหินตะกอน พบบริเวณพื้นที่ดอนที่มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา หรือเป็นพื้นที่ภูเขา เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนละเอียดที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินมีสีน้ำตาล สีเหลือง หรือแดง และอาจพบจุดประสีต่าง ๆ ในชั้นดินล่าง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-6.5 ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะมีปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดินคือ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนชุดดินที่ใช้ปลูกข้าว เป็นกลุ่มชุดดินที่ 17 สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ ถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันประมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงปนเหลือง และสีแดง เป็นดินลึก การระบายน้ำค่อนข้างเลว ความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้าถึงปานกลาง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลปนเทา ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-5.5 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีเทาอ่อน สีเทาปนชมพูถึงสีน้ำตาลปนเหลือง มีจุดประสีน้ำตาลแก่ สีแดงและสีแดงปนเหลือง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1) เมล็ดพันธุ์และท่อนพันธุ์ ได้แก่

- ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 72
- พันธุ์อ้อย อู่ทอง 84-12
- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิค 339 เมล็ดพันธุ์ปอเทือง และเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า
- เมล็ดพันธุ์ข้าว แม่โจ้ 2

2) ปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร ได้แก่

- ปุ๋ยเคมีสำหรับนาข้าว สูตร 46-0-0 16-20-0 และ 0-0-60
- ปุ๋ยเคมีสำหรับมันสำปะหลัง สูตร 16-8-8 และ 46-0-0
- ปุ๋ยเคมีสำหรับอ้อย สูตร 15-15-15 46-0-0 21-0-0 15-7-8 0-46-0 และ 0-0-60
- ปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สูตร 16-20-0 16-8-8 46-0-0 และ 0-0-60
- ปุ๋ยเคมีสำหรับยางพารา สูตร 15-15-15 46-0-0 และ 20-10-12
- วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ได้แก่ ถ่านซังข้าวโพด ถ่านแกลบ และมูลวัว
- วัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ในการปลูกยาง ได้แก่ กากถั่วเหลือง ขี้ค้างคาว สารเร่งซุปเปอร์ พด. 1 และ สารเร่งซุปเปอร์ พด. 2
- สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

3) สายวัด ตลับเมตร ไม้หลักสำหรับแบ่งแปลงย่อย และป้ายแปลง

4) เครื่องวัดค่าความหวาน refractometer เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง

5) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

6) อุปกรณ์บันทึกข้อมูลความสูง และผลผลิต เช่น สายวัด เครื่องชั่ง ถุงตาข่ายใส่ตัวอย่างผลผลิต

7) อุปกรณ์สำหรับเก็บผลผลิต เช่น ถุงใส่น้ำยาง ถุงตาข่ายใส่ตัวอย่างผลผลิต

8) วัสดุสำนักงาน

2. ขั้นตอนวิธีดำเนินการ

2.1 แผนการทดลอง

ชุดโครงการวิจัยประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย จำนวน 5 โครงการ ประกอบด้วย

- การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)
- การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)
- การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)
- ผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน
- การจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์

โครงการต่างๆ ใช้เทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดินเข้าไปศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติโดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในตำรับทดลองต่างๆ โดยโครงการต่างๆ มีแผนและตำรับการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block (RCB) 7 ตำรับทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลัง ตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลัง ตามกลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลัง ตามกลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว

2. การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block (RCB) จำนวน 6 ตำรับทดลอง 4 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 วิธีการไม่ใส่ปุ๋ย (Control)

ตำรับที่ 2 วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามเกษตรกรแบบไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วม

ตำรับที่ 3 วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามเกษตรกรแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วม

ตำรับที่ 4 วิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน และปูนตามอัตราแนะนำ

ตำรับที่ 5 วิธีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตรตามอัตราแนะนำ

ตำรับที่ 6 วิธีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ระบุกลุ่มชุดดิน 35 และปูนตามอัตราแนะนำ

3. โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block (RCB) 7 ตำรับทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)

ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 4 ปอเทือง (ก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 5 ถั่วพร้า (ก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 6 ปอเทือง (หลังข้าวโพดงอก 15-20 วัน) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 7 ถั่วพร้า (หลังข้าวโพดงอก 15-20 วัน) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

หมายเหตุ ในตำรับทดลองที่ 4 5 6 และ 7 ลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงครึ่งหนึ่งของคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน

4. โครงการผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block (RCB) 9 ตำรับทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (วิธีเกษตรกร)

ตำรับที่ 2 ใส่ปูนตามอัตราความต้องการปูน ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 3 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 4 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 5 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 6 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 7 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 8 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 9 ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน

5. โครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block (RCB) 6 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

2.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

2.2.1 โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) คัดเลือกแปลงทดลองในพื้นที่โครงการเขตพัฒนาที่ดิน ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

2) การเก็บตัวอย่างดิน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนทำการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกปี เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) โดยวิธี BrayII และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี NH_4OAc ที่ pH 7.0 นำผลวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ก่อนการทดลองจัดระดับปริมาณธาตุอาหารในช่วงต่ำ ปานกลาง สูง ได้ผลการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

3) เตรียมดิน ไถดินด้วยผาลสาม 1 ครั้ง ตากดินประมาณ 7 – 10 วัน แล้วพรวนด้วยผาลเจ็ด 1 ครั้ง และใช้ผาลยกร่องระยะห่างประมาณ 1 เมตร

4) เตรียมแปลงทดลองย่อยขนาด 6x8 เมตร จำนวน 21 แปลงย่อย มีระยะห่างระหว่างแปลง 1.0 เมตร ยกร่องปลูกแบบร่องลูกฟูกแถวเดี่ยว ระยะระหว่างแถว 80 ซม.

5) ใช้ท่อนพันธุ์แช่น้ำยากันเชื้อราปลูกเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 1.0 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 0.80 เมตร จำนวน 6 แถวๆละ 10 ต้น

6) การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ตามรายละเอียดแต่ละตำรับทดลอง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1-1.5 เดือน ใส่ 2 ข้างบริเวณชายพุ่มใบ แล้วพรวนดินกลบ

7) ดูแลรักษาแปลงทดลอง กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงคนและใช้สารกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น

8) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และข้อมูลสภาวะเศรษฐกิจ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกขั้นตอนการผลิตและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกฤดูเพาะปลูก เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละตำรับการทดลอง

9) เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยเก็บเกี่ยวเฉพาะ 3 แถวกลางและเว้นแถวริมโดยรอบ และบันทึกองค์ประกอบผลผลิต เมื่อมันสำปะหลังอายุประมาณ 12 เดือนหลังปลูก

10) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

2.2.2 โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) สำรวจพื้นที่ ทำการสำรวจพื้นที่อย่างคร่าวๆ สัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของพื้นที่ในเขตพัฒนาที่ดินบ้านน้ำลอก โดยสรุปและวิเคราะห์ถึงวิธีการที่ใช้ในพื้นที่ ศึกษาถึงลักษณะของพื้นที่ที่จะทำการดำเนินงานวิจัย

2) สำรวจพื้นที่โดยละเอียด สัมภาษณ์เกษตรกร เกษตรกรมีส่วนร่วมในการคิดประเด็นปัญหาและวิธีการทดลองวิจัย วิเคราะห์ถึงศักยภาพพื้นที่ ลักษณะดิน และศักยภาพของเกษตรกร

3) คัดเลือกแปลงทดลอง เข้าพื้นที่ทดลองเพื่อสำรวจสภาพพื้นที่และประชุมชี้แจงเกษตรกรเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย คัดเลือกพื้นที่วิจัยและเกษตรกรผู้ร่วมวิจัย

4) ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรตามแผนการทดลอง

5) ดำเนินการปลูกอ้อย โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง เตรียมแปลงทดลองขนาด 6x5 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลงต่อซ้ำ รวมทั้งสิ้น 20 แปลงย่อย เตรียมแปลงและยกร่องปลูก โดยใช้ท่อนพันธุ์ ระยะปลูกระหว่างแถว 1.5 เมตร ปลูกเป็นแถวคู่ ตามวิธีเกษตรกร

6) ใส่ปุ๋ยตามวิธีการทดลอง

- วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
- วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ หรือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และ 15-7-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก หรือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ 15-7-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)
- วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตรตามอัตราแนะนำ (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ หรือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ 15-15-15 อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)
- วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการของ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ หรือ ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 57 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-46-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-0-60 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 85 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-46-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-0-60 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)
- วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ หรือ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 0-0-60 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ 15-15-15 อัตรา 57 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)

หมายเหตุ ทุกวิธีการทดลองใส่ปูนโดโลไมท์ในอัตราแนะนำทั่วไป 300 กิโลกรัมต่อไร่ในช่วงเตรียมดินปีแรก

7) ดูแลรักษาแปลง กำจัดวัชพืช และกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ

8) เก็บเกี่ยวผลผลิตและเก็บบันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

- เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตอ้อย
- เก็บข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย ได้แก่ ความสูง ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำต้นและโคนต้น จำนวนปล้อง จำนวนลำต่อไร่ และความหวานของอ้อย

9) เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลอง

- เก็บตัวอย่าง ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวทุกระยะ
- สมบัติทางเคมีของดิน วิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาของดิน (ค่า pH ของดิน) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี BrayII และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี NH_4OAc ที่ pH 7.0 ช่วงดินมีความลึกระหว่าง 0-15 เซนติเมตร

10) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวทุกปี ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพืช

11) เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของอ้อยทุกปี

2.2.3 โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

1) คัดเลือกแปลงทดลองในพื้นที่โครงการเขตพัฒนาที่ดิน ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

2) การเก็บตัวอย่างดิน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนทำการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกปี เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (avail.K) โดยวิธี Double Acid แล้วนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้กรอกประเมินต้นทุนธาตุอาหารในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง เพื่อคำนวนปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดินตามตำรับทดลอง (ภาพภาคผนวกที่ 5)

3) เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการวิจัย

4) ดำเนินการตามแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)

ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15- 20 วัน

5) การไถเตรียมดินและใส่ปูนโดโลไมท์ตามตำรับการทดลอง ดังนี้

- ตำรับที่ 1 และ 2 ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง คือ ไถดะ และไถพรวนปรับดินให้สม่ำเสมอ
- ตำรับที่ 3 ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง คือ หว่านปูนโดโลไมท์แล้วไถดะ และไถพรวนปรับดินให้สม่ำเสมอ
- ตำรับที่ 4 5 6 และ 7 ไถเตรียมดิน 3 ครั้ง คือ หว่านปูนโดโลไมท์แล้วไถดะ ไถกลบพืชปุ๋ยสดที่ระยะออกดอก และไถพรวน ปรับดินให้สม่ำเสมอ

6) การแบ่งแปลงทดลองย่อย โดยแบ่งแปลงย่อยขนาด 4x4.5 เมตร จำนวน 21 แปลงย่อย มีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1.0 เมตร

7) การจัดการพืชปุ๋ยสดตามตำรับทดลอง

- ตำรับที่ 4 และตำรับที่ 5 ปลูกพืชปุ๋ยสดก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน โดยขุดดินปลูกโรยเป็นแถว ใช้เมล็ดพันธุ์ปอเทืองและถั่วพร้าอัตรา 5 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อพืชปุ๋ยสดมีอายุ 45-50 วัน หรือออกดอกให้ทำการไถหรือสับกลบลงดิน

- ตำรับที่ 6 และตำรับที่ 7 ใช้เมล็ดพันธุ์ปอเทืองและถั่วพร้าอัตรา 5 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขุดดินปลูกโรยเป็นแถวระหว่างแถวข้าวโพดหลังจากปลูกข้าวโพด 15-20 วัน เมื่อพืชปุ๋ยสดมีอายุ 45-50 วัน หรือออกดอก ให้ทำการตัดและสับกลบลงดิน

8) การปลูกข้าวโพด ให้ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 ซม. ระหว่างหลุม 25 ซม. หยอดเมล็ดหลุมละ 1-2 เมล็ด เมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 14 วันหลังงอก ตัดให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

9) ใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับทดลอง โดยแบ่งใส่จำนวน 3 ครั้ง คือ รองพื้นพร้อมปลูก เมื่อข้าวโพดอายุ 25 วันหลังปลูก และเมื่อข้าวโพดอายุ 50 วันหลังปลูก

10) ดูแลรักษา ให้น้ำ กำจัดวัชพืชและศัตรูพืช

11) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และข้อมูลสภาวะเศรษฐกิจเพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละตำรับการทดลอง

12) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

2.2.4 โครงการผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

ดำเนินการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block - RCB) จำนวน 9 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ทั้งหมด 27 แปลง แปลงทดลองมีขนาด 6 x 6 เมตร

1) สำรวจ และคัดเลือกแปลงทดลองในพื้นที่เกษตรกรในเขตพัฒนาที่ดินบ้านน้ำลอก ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ เตรียมเกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัย ถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัยทราบถึงหลักการเหตุผลที่ทำการวิจัย

2) เตรียมแปลงทดลองโดยแบ่งแปลงย่อยขนาด 6 x 6 เมตร (จำนวน 27 แปลงย่อย)

3) เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร ก่อนทำการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวทุกปี

4) จัดเตรียมพันธุ์ข้าว พันธุ์แม่โจ้ 2 ถ่านซังข้าวโพด ถ่านแกลบ มูลวัว และปุ๋ยเคมีในแต่ละตำรับการทดลอง ดูแลรักษา สำรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ กำจัดวัชพืช และแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น ดังนี้

ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร (N=21.4 P_2O_5=4.0 และ K_2O=0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 3 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจาก ค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 4 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 5 ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 6 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อ ไร่)

ตำรับที่ 7 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 8 ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับที่ 9 ใส่มูลวัวอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดิน (N=12.0 P_2O_5=8.0 และ K_2O=6.0 กิโลกรัมต่อไร่)

หมายเหตุ : การใส่ปุ๋ยเคมีทุกตำรับการทดลองใส่ครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุได้ 25-30 วัน ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุได้ 55-60 วัน โดยปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่ากัน ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใส่ครั้งแรกเพียงครั้งเดียว สำหรับวัสดุปรับปรุงบำรุงดินตั้งแต่ตำรับการทดลองที่ 3-9 ใส่ขณะเตรียมดินครั้งเดียวต่อปี

5) การบันทึกข้อมูล

5.1 ข้อมูลดิน ได้แก่ สมบัติทางเคมีของดิน เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยวิธีการ ดิน : น้ำ 1 : 1 วัดด้วย pH meter ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%OM) โดยวิธีการ Walkley and Black method ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) โดยใช้วิธี Double acid และเนื้อดิน (Texture) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน , 2547)

5.2 ข้อมูลพืช ได้แก่

- ผลผลิตต่อไร่และองค์ประกอบผลผลิตข้าว
- น้ำหนักฟาง
- ข้อมูลด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยบันทึกข้อมูลค่าใช้จ่ายของแต่ละตำรับการทดลอง

6) วิเคราะห์ข้อมูลแปลงทดลองข้าว ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตข้าว และน้ำหนักฟางต่อไร่ โดยการหาความแปรปรวนทางสถิติและหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.5 โครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์

1) คัดเลือกแปลงทดลองที่มีการปลูกยางพาราอายุ 3 ปีในพื้นที่โครงการเขตพัฒนาที่ดิน ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

2) การเก็บตัวอย่างดิน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนทำการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกปี

3) เตรียมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

4) ทำการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 3 ปีของการทดลอง เพื่อหาค่า C/N ratio ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM.) ไนโตรเจน (% Nitrogen) ฟอสฟอรัส (% Phosphorus) และโพแทสเซียม (% Potassium)

5) แบ่งแปลงทดลองย่อยเป็น 21 แปลงย่อย ทำการเก็บข้อมูลยางพาราจำนวน 4 ต้นในแต่ละแปลงย่อย

6) ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และวัสดุต่าง ๆ ตามตำรับการทดลอง (ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงก่อนใส่ปุ๋ยเคมี 15 วัน ทุกครั้งที่มีการใส่ปุ๋ย แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) โดยมี 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ 2 ครั้งต่อปี)

7) ทำแนวป้องกันไฟ ช่วงก่อนเข้าหน้าแล้งของทุกปี เพื่อป้องกันไฟไหม้สวนยางพารา

8) กำจัดวัชพืช ดูแลรักษาโรค และศัตรูของยางพารา

9) การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลดิน

- สมบัติทางกายภาพของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง ความลึก 0-30 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อหาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ด้วยวิธี core method (Blake and Hartge, 1986)
- สมบัติทางเคมีของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดิน ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) วัดที่อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ด้วยวิธีการ Bray II (Bray and Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Mg) โดยการสกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7 (Jackson, 1958)

ข้อมูลพืช

- ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ วัดเส้นรอบวงของลำต้น
- ข้อมูลด้านคุณภาพน้ำยาง (ในปีที่ 3 ของการวิจัย) โดยบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำยางสด ได้แก่ ปริมาณผลผลิตน้ำยางสดต่อพื้นที่ และปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC)

ข้อมูลด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

- บันทึกข้อมูลค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนของแต่ละกรรมวิธีเพื่อศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ

10) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

จากการศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) ปรากฏผลดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่า ก่อนการทดลองค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.7 – 4.0 ซึ่งอยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.7 - 4.0 เป็นกรดรุนแรงมาก หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน และใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดเท่ากับ 5.1 เป็นกรดจัด ตำรับทดลองที่ 3 4 และ 7 ที่มีการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเป็น 4.7 5.0 และ 4.7 ตามลำดับ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.2 - 4.7 อยู่ในระดับกรดจัดมาก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงมันสำปะหลัง

ตำรับการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH 1:1)			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	3.9	4.0	4.5 bc	4.5
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	4.0	3.8	4.3 c	4.2
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	3.9	4.0	4.8 abc	4.5
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	3.8	3.8	5.0 ab	4.5
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	4.0	3.7	4.3 c	4.6
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	3.7	3.9	5.1 a	4.7
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน+ ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	3.7	3.7	4.7 abc	4.3
CV (%)	7.81	3.88	6.06	7.61

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

2) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่าก่อนการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงมันสำปะหลัง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์)			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.06	0.98	1.08	0.92
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	1.19	1.06	1.20	0.87
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	1.12	0.87	1.16	0.90
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	1.08	0.85	1.23	0.82
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	1.11	0.93	1.18	0.88
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	1.24	0.92	1.30	0.96
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน+ ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	1.12	0.93	1.11	0.91
CV (%)	10.33	8.91	8.81	24.25

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า ก่อนการทดลอง หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ก่อนการทดลองปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 28 – 38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ตำรับทดลองที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่) และตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.67 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตรปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 17.39 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 13.34 กก./ไร่) ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ มีค่าเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับทดลองที่ 3 4 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100

กิโลกรัมต่อไร่)ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 และใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.67 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง มีค่าเท่ากับ 16 22 และ 17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 และ 3 ทุกตำรับการทดลอง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โดยหลังการทดลองปีที่ 2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าระหว่าง 15 - 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปีที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 17-23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg^{-1}) แปลงมันสำปะหลัง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg^{-1})			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	28	14	18	17
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	32	14	21	19
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	38	16	21	20
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	33	22	22	23
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	35	17	20	21
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	34	14	15	17
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	33	10	16	23
CV (%)	24.47	28.75	16.33	18.72

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4) ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่า 20 - 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ หลังการทดลองปีที่ 1 ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับตำรับทดลองที่ 1 2 3 4 และ 7 แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา

34.78 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่) หลังการทดลองปีที่ 2 และปีที่ 3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ และแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K: mg kg^{-1}) แปลงมันสำปะหลัง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K)			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	23	10 c	27	43
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	20	13 c	20	47
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	20	13 c	20	37
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	20	16 bc	20	43
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	27	37 ab	33	53
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	23	40 a	23	50
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน+ ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	23	17 bc	20	46
CV (%)	19.50	54.78	34.15	18.18

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

1.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

1) ผลผลิต

ผลผลิตมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2 โดย ปีที่ 1 ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 2,951 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,781 กิโลกรัมต่อไร่ ปีที่ 2 ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.67 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,454 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 1 ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,135 กิโลกรัมต่อไร่

ปีที่ 3 ผลผลิตมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.67 กิโลกรัมต่อไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 2,847 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,953 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลผลิตมันสำปะหลัง (หัวสด)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักมันสำปะหลังหัวสด (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1,781	2,135	1,953 b
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	2,736	3,255	2,448 ab
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	2,951	3,134	2,127 b
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	2,549	2,925	1,970 b
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	2,694	3,385	2,847 a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	2,694	3,454	2,517 ab
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	2,452	2,413	1,997 b
CV (%)	19.80	18.31	13.57

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

2) เปอร์เซ็นต์แป้ง

จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์แป้งจากผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดพบว่า ทั้ง 3 ปี ไม่มีความแตกต่าง กันทางสถิติ ผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์แป้งมีค่าระหว่าง 23.40 - 25.00 17.80 - 21.23 และ 21.03 - 24.70 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แป้งปีที่ 2 ค่อนข้างต่ำอาจมีสาเหตุจากการที่มีฝนตกในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกับการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงทั้ง 3 ปี โดยมีค่าเท่ากับ 25.00 21.07 และ 24.70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	23.60	20.23	23.47
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	24.60	21.20	22.77
ตำรับที่ 3ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	23.43	21.23	22.77
ตำรับที่ 4ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	24.27	18.03	21.47
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน	23.40	20.23	21.03
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	25.00	21.07	24.70
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	24.87	17.80	23.30
CV (%)	5.58	16.30	11.80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

1.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปร พบว่าปีที่ 1 2 และ 3 ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีต้นทุนผันแปรต่ำที่สุด เท่ากับ 2,512 2,654 และ 2,581 บาทต่อไร่ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนผันแปรในปีที่ 1 สูงที่สุดเท่ากับ 4,890 บาทต่อไร่ ปีที่ 2 และ 3 ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนผันแปรสูงสุดเท่ากับ 4,404 และ 4,079 บาทต่อไร่ตามลำดับ

มูลค่าผลผลิตต่อไร่ที่ราคามันสำปะหลังราคากิโลกรัมละ 2.17 1.95 และ 1.33 บาทต่อกิโลกรัมในปีที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่าตำรับทดลองที่ 1 มูลค่าผลผลิตต่อไร่ต่ำที่สุดเท่ากับ 3,865 4,164 และ 2,597 บาทต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ มูลค่าผลผลิตต่อไร่สูงที่สุดในปีที่ 1 เท่ากับ 6,404 บาทต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดินร่วมกับปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ มูลค่าผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด ในปีที่ 2 เท่ากับ 6,735 บาทต่อไร่ และในปีที่ 3 ตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน มูลค่าผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 3,787 บาทต่อไร่

ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าในปีที่ 1 และปีที่ 2 ตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผัน

แปรสูงที่สุด เท่ากับ 2,003 และ 2,482 บาทต่อไร่ตามลำดับ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำที่สุดเท่ากับ 1,352 บาทต่อไร่ ในปีที่ 1 ตำรับทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับ มันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดินร่วมกับปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำที่สุดเท่ากับ 1,128 บาทต่อไร่ในปีที่ 2 แต่ปีที่ 3 ตำรับทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงที่สุด เท่ากับ 16 บาทต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ย รายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำที่สุด (ขาดทุน) เท่ากับ – 1,122 บาทต่อไร่ ตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรขาดทุนน้อยที่สุดเท่ากับ 117 บาทต่อไร่

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจรวม 3 ปี ตำรับการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงที่สุด เท่ากับ 4,368 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 มูลค่าผลผลิต ต้นทุนผันแปร และผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรรายปีและรวม 3 ปี การปลูกมันสำปะหลัง

วิธีการ	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)				ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)				ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	3,865	4,164	2,597	**10,626**	2,512	2,654	2,581	**7,748**	1,352	1,510	16	**2,879**
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่)	5,937	6,348	3,256	**15,541**	4,194	4,402	4,079	**12,676**	1,743	1,946	-823	**2,865**
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	6,404	6,111	2,829	**15,343**	4,890	4,353	3,951	**13,195**	1,513	1,757	-1,122	**2,149**
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดินกรมพัฒนาที่ดิน (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่) + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว	5,531	5,704	2,620	**13,856**	4,130	3,670	3,288	**11,088**	1,402	2,034	-668	**2,768**
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน -ปีที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กก./ไร่ -ปีที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กก./ไร่ -ปีที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กก./ไร่	5,846	6,601	3,787	**16,233**	3,843	4,119	3,904	**11,865**	2,003	2,482	-117	**4,368**

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วิธีการ	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)				ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)				ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	รวม 3 ปี
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว -ปีที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กก./ไร่ -ปีที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50.00 กก./ไร่ 46-0-0 อัตรา 17.39 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 20.00 กก./ไร่ -ปีที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 34.78 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 26.67 กก./ไร่	5,846	6,735	3,348	**15,929**	4,453	4,315	3,772	**12,539**	1,393	2421	-424	**3,390**
ตำรับที่ 7ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดิน + ใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1 ครั้งเดียว -ปีที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 17.39 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 13.34 กก./ไร่ -ปีที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 50.00 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 13.33 กก./ไร่ ปีที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 17.39 กก./ไร่ 0-0-60 อัตรา 13.34 กก./ไร่	5,321	4,706	2,656	**12,683**	3,923	3,577	3,131	**10,631**	1,398	1,128	-475	**2,052**

2. โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

2.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1.1 สมบัติของดินก่อนการทดลองและคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 3.97 ปริมาณอินทรียวัตถุคือ 1.25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจะดำเนินการวิเคราะห์ 2 วิธี ซึ่งในวิธีการที่ 4 เป็นการวิเคราะห์ดินวิธี Double acid พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินคือ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินคือ 17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนวิธีการที่ 5 เป็นการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินวิธี Bray II และ ปริมาณโพแทสเซียมในดินวิธี Ammonium acetate พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คือ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คือ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ดินและคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีก่อนปลูกอ้อย

ผลการวิเคราะห์ดิน	การวิเคราะห์ดิน วิธี Mehlich I (วิธีการที่ 4)	การวิเคราะห์ P ในดินวิธี Bray II และ K ในดินวิธี ammonium acetate (วิธีการที่ 5)
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
pH	3.97	3.97
%OM	1.25	1.25
Avail.P ($mg.kg^{-1}$)	5	28
Avail.P / Exch.K ($mg.kg^{-1}$)	17	16
คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี	$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ (วิธีการที่ 4)	$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ (วิธีการที่ 5)

หมายเหตุ ในการทดลองนี้ จะนำผลการวิเคราะห์ดินโดยวิธี Bray II และ Ammonium acetate มาใช้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยก่อนการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นกรดจัดมากอยู่ในช่วง 3.90-4.10 และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคือ อยู่ในช่วง 4.35-4.58 มีความเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 และปีที่ 3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากว่า วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตาม

ค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 3 พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าลดลง โดยเฉพาะวิธีการทดลองที่ 2 3 4 และ 5 อยู่ในช่วง 3.82-4.05 และใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลอง อยู่ในช่วง 3.90-4.10 แสดงให้เห็นว่า ในปีที่ 3ประสิทธิภาพของปูนโดโลไมท์ลดลงโดยเฉพาะวิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีทุกวิธีการ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงปลูกอ้อย

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)			
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.10	4.58	4.50a	4.53a
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	3.95	4.40	4.15b	3.92b
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	3.90	4.35	4.17b	3.82b
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	4.00	4.40	4.15b	3.82b
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	3.90	4.38	4.10b	4.05b
CV (%)	3.98	9.20	3.48	4.75

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.1.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่าก่อนการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ปริมาณอินทรียวัตถุไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงปลูกอ้อย

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%OM)			
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.31	0.90	1.14	0.83
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	1.03	0.99	0.98	0.86
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	1.32	0.93	1.19	0.95
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	1.37	0.84	1.11	0.83
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	1.23	0.97	1.07	1.07
CV (%)	13.01	16.47	19.78	20.67

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.1.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า ก่อนการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง คืออยู่ในช่วง 16-31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของทั้งสองปี ดังตารางที่ 15

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร และ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้มากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร อย่างไรก็ตามวิธีการที่ 2 3 4 และ 5 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในระดับสูงมาก ดังตารางที่ 15

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 และ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่าทุกวิธีการทดลองมากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้สูงที่สุด คือ 95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในปีที่ 2 และ 93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในปีที่ 3 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงมาก อย่างไรก็ตามวิธีการที่ 2 3 4 และ 5 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในระดับสูงมากเช่นกัน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงในดินตามวิธีการทดลองและพืชไม่สามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg kg^{-1}) แปลงปลูกอ้อย

วิธีการทดลอง	Available P (mg kg^{-1})			
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	23	16	16c	13d
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	28	21	61ab	62b
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	31	27	95a	93a
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	31	20	61ab	54bc
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	27	22	46bc	38c
CV (%)	14.73	23.58	46.21	25.52

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.1.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 16

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีค่ามากกว่าวิธีการที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งวิธีการทั้ง 3 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่วิธีการที่ 1 อยู่ในระดับต่ำ ส่วนวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร ไม่แตกต่างจากวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ขณะเดียวกันวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร ก็ไม่แตกต่างจากวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง แต่วิธีการที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ดังตารางที่ 16

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตาม

คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีค่ามากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งวิธีการทั้ง 4 มีปรมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่วิธีการที่ 1 อยู่ในระดับต่ำ ดังตารางที่ 16

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินจะพบว่า วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 และ 3 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง เนื่องมาจากปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นได้มาจากการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมลงไปในดินตามวิธีการทดลอง และพืชไม่สามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg kg^{-1}) แปลงปลูกอ้อย

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg kg^{-1})			
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	15	13	20b	20b
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	13	10	45ab	70a
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	15	15	57.5a	75a
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	20	15	47.5a	70a
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	18	18	67.5a	75a
CV (%)	27.36	36.30	37.22	36.90

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

2.2.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

1) ผลผลิตของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

ผลผลิตของอ้อยปลูกในปีแรก พบว่า วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid มีผลผลิต 11.05 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีผลผลิต 10.12 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีผลผลิต 9.79 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้ง 3 วิธีการมีผลผลิตอ้อยมากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ซึ่งมีผลผลิต 6.60 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตรมีผลผลิต 9.79 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ดังตารางที่ 17

2) องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกในปีแรกพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Mehlich I วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีเส้นผ่านศูนย์โคนลำต้นอ้อย 3.03 2.96 และ 2.96 เซนติเมตร ตามลำดับ มากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีเส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำต้นอ้อยมากกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 17

ความสูงของอ้อย ความยาวลำ จำนวนปล้อง ความหวานของอ้อยเมื่อวัดบริเวณโคนลำต้นและกลางลำต้น และจำนวนลำต่อไร่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือความสูงของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Mehlich I และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 180 191 171 194 และ 190 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวลำของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 162 172 153 181 และ 170 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 17

จำนวนปล้องของอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 18 ปล้อง วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีจำนวน 18 ปล้อง วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวน 17 ปล้อง และ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid จำนวน 17 ปล้อง และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวนปล้อง 18 ปล้อง ดังตารางที่ 17

ความหวานของอ้อยพบว่า ความหวานของอ้อยเมื่อวัดบริเวณโคนลำต้นอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วัดความหวานได้ 20.37 บริกซ์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วัดความหวานได้ 22.05 บริกซ์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 20.32 บริกซ์ และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid วัดความหวานได้ 20.67 บริกซ์ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 20.47 บริกซ์ ความหวานของอ้อยเมื่อวัดบริเวณกลางลำต้นอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 วัดความหวานได้ 21.35 บริกซ์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วัดความหวานได้ 22.05 บริกซ์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 20.60 บริกซ์ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid วัดความหวานได้ 20.67 บริกซ์ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 20.62 บริกซ์ ดังตารางที่ 17

จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 5,926 ลำต่อไร่ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีจำนวน 8,802 ลำต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวน 7,222 ลำต่อไร่ และ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ

สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid จำนวน 8,022 ลำต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวน 7,800 ลำต่อไร่ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

วิธีการ	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง	บริกซ์โคนลำ	บริกซ์กลางลำ	จำนวนลำต่อไร่
1	6.60b	180	162	2.65b	2.32b	18	20.37	21.35	5,926
2	9.79a	191	172	2.84ab	2.63a	18	21.55	22.05	8,802
3	9.06ab	171	153	2.96a	2.63a	17	20.32	20.60	7,222
4	11.05a	194	181	3.03a	2.71a	17	19.77	20.67	8,022
5	10.12a	190	170	2.96a	2.66a	18	20.47	20.62	7,800
%CV	18.41	10.32	10.51	4.87	4.53	7.18	5.56	4.24	14.00

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

1) ผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

ผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2) พบว่า วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid มีผลผลิต 7.65 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีผลผลิต 7.25 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรมีผลผลิต 6.82 ตันต่อไร่ ทั้ง3วิธีการมีผลผลิตอ้อยมากกว่าวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลผลิต 3.58 และ 2.45 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 18

2) องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2) พบว่า ความหวานของอ้อยและจำนวนลำต่อไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความหวานเมื่อวัดบริเวณโคนลำต้นอ้อยและกลางลำต้นอ้อยแต่ละวิธีการมีความแตกต่างกันทางสถิติคือ ความหวานของอ้อยบริเวณโคนลำต้นอ้อยวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร คือ 21.24 บริกซ์ มากกว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) คือ 17.78 บริกซ์ และ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร คือ 17.54 บริกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความหวานของอ้อยบริเวณกลางลำต้นอ้อยวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร คือ 20.89 บริกซ์ มากกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จำนวนลำต่อไร่พบว่าวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวนลำต่อไร่ คือ 8,156 ลำต่อไร่ มากว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 5,078 ลำต่อไร่ และ มากกว่าวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีจำนวน 6,720 ลำต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid ที่มีจำนวน 9,511 ลำต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีจำนวน 7,734 ลำต่อไร่ ดังตารางที่ 18

ความสูงของอ้อย ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำต้น จำนวนปล้อง พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสูงของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 99 126 172 152 และ 121 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวลำของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 98 119 158 137 และ 113 เซนติเมตร ตามลำดับ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นอ้อยพบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 2.27 2.74 2.15 2.15 และ 2.21 เซนติเมตร ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นอ้อย พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 2.25 2.16 2.09 2.23 และ 2.26 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 18

จำนวนปล้องของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 14 16 19 16 และ 15 ปล้อง ตามลำดับ ตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

วิธีการ	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง	บริกซ์โคนลำ	บริกซ์กลางลำ	จำนวนลำต่อไร่
1	2.45b	99	98	2.27	2.25	14	19.31bc	17.78b	5078c
2	3.58b	126	119	2.74	2.16	16	17.86c	17.54b	6720bc
3	7.25a	172	158	2.15	2.09	19	21.24a	20.89a	8156a
4	7.65a	152	137	2.15	2.23	16	20.05ab	18.84b	9511ab
5	6.82a	121	113	2.21	2.26	15	19.97ab	18.45b	7734ab
%CV	33.83	29.83	25.96	19.10	5.58	18.58	5.41	6.66	20.37

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)

2.2.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

1) ผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

ผลผลิตอ้อยตอสอง (ปีที่ 3) พบว่าวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ผลผลิต 11.64 ตันต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร ผลผลิต 11.40 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid ผลผลิต 11.37 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร ผลผลิต 7.11 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ผลผลิต 5.8 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 15

2) องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3) พบว่า จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยของวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 10,168 ลำต่อไร่ วิธีการที่ 4 คือ 8,996 ลำต่อไร่ และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid คือ 8,606 ตันต่อไร่ ซึ่งมีจำนวนลำมากกว่าวิธีการที่ 2 คือ 5,859 ลำต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) คือ 5,379 ลำต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19

ความสูง ความยาวลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำต้นกลางลำต้น จำนวนปล้อง บริกซ์โคน และบริกซ์กลางลำต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 19

ความสูงของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 138 150 173 174 และ 185 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวลำของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 วิธีการที่ 3 วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 คือ 122 132 159 155 และ 159 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 19

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นอ้อยพบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 2.29 2.72 2.30 2.43 และ 2.39 เซนติเมตร ตามลำดับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นอ้อย พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 2.34 2.59 2.31 2.36 และ 2.34 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 19

จำนวนปล้องของอ้อยในวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 16 16 17 17 และ 16 ปล้อง ตามลำดับ ตารางที่ 19

ความหวานของอ้อยพบว่า ความหวานของอ้อยเมื่อวัดบริเวณโคนลำต้นอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วัดความหวานได้ 22.02 บริกซ์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วัดความหวานได้ 23.30 บริกซ์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 22.60 บริกซ์ และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double

acid วัดความหวานได้ 22.47 บริกซ์ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 22.50 บริกซ์ ความหวานของอ้อยเมื่อวัดบริเวณกลางลำต้นอ้อยพบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วัดความหวานได้ 21.07 บริกซ์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร วัดความหวานได้ 22.20 บริกซ์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 21.57 บริกซ์ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid วัดความหวานได้ 21.57 บริกซ์ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วัดความหวานได้ 22.00 บริกซ์ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

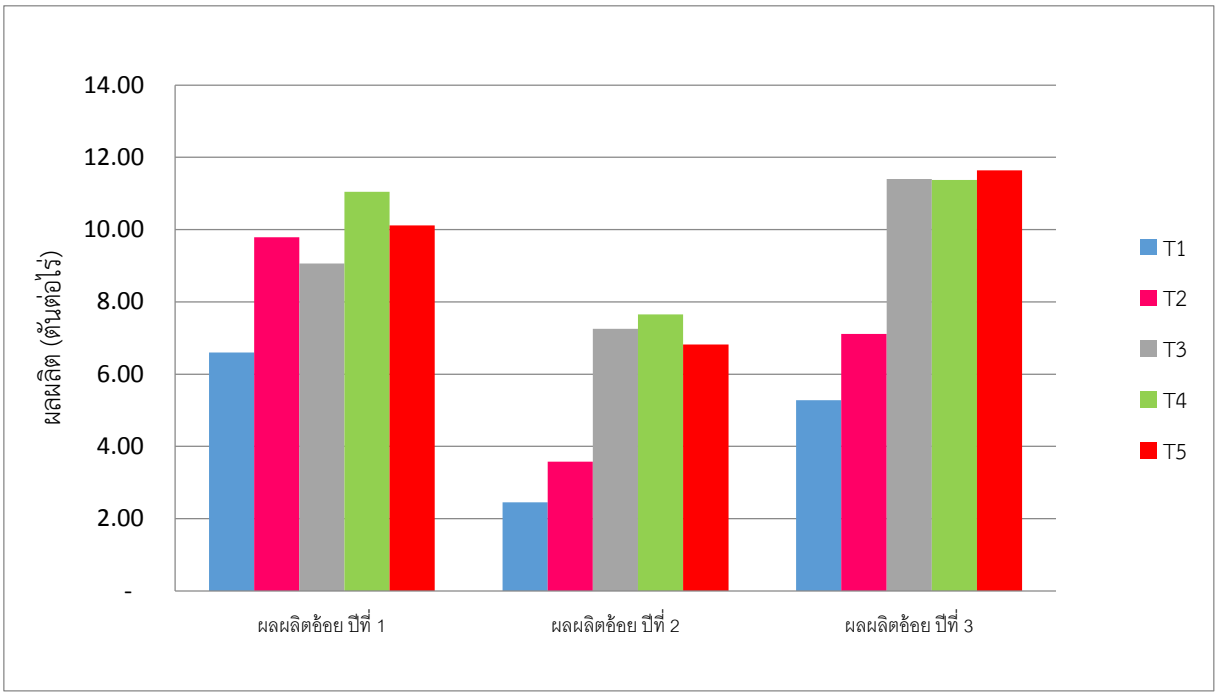
วิธีการ	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง	บริกซ์โคนลำ	บริกซ์กลางลำ	จำนวนลำต่อไร่
1	5.28b	138	122	2.29	2.34	16	22.02	21.07	5379b
2	7.11b	150	132	2.72	2.59	16	23.30	22.20	5859b
3	11.40a	173	159	2.30	2.31	17	22.60	21.57	8606a
4	11.37a	174	155	2.43	2.36	17	22.47	21.57	8996a
5	11.64a	185	159	2.39	2.34	16	22.50	22.00	10168a
%CV	22.00	15.39	15.22	9.75	9.45	8.30	2.48	3.13	21.67

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.4 การเปรียบเทียบผลผลิตของอ้อยเมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 3 ปี

ผลผลิตโดยภาพรวม 3 ปีพบว่า ผลผลิตอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2) จะมีผลผลิตต่ำกว่าอ้อยปลูกปีแรก และอ้อยตอสอง (ปีที่ 3) อย่างชัดเจนในทุกวิธีการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากปีที่ 2 มีฝนทิ้งช่วงและมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปีอื่นๆ ซึ่งตรงกับปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณน้ำฝนเพียง 826 มิลลิเมตรต่อปี น้อยกว่า ปี พ.ศ 2557 และ 2559 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝน 1,255 และ 1,356 มิลลิเมตรต่อปีตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอกับความต้องการของอ้อย สอดคล้องกับ กรมวิชาการเกษตร (2547) ว่า อ้อยต้องการปริมาณน้ำฝนเพื่อการเจริญเติบโตตลอดทั้งปีไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนเพียง 826 มิลลิเมตรต่อปีจึงมีผลทำให้ผลผลิตอ้อยตอหนึ่งหรือผลผลิตปีที่ 2 ต่ำกว่าปีอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน และจากการทดลองพบผลผลิตของอ้อยทั้ง 3 ปีต่ำกว่าผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยโดยทั่วไปเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ปีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อย มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี และเห็นได้ว่าผลผลิตอ้อยที่ต่ำสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนที่น้อยเช่นกัน

ผลผลิตของอ้อยในวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีผลผลิตสูงกว่าวิธีที่ 1 แปลงควบคุม และวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ซึ่งจะเห็นได้ว่า วิธีการที่ 3 4 และ 5 เป็นวิธีการที่ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำและจากค่าวิเคราะห์ดิน แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 วิธีการทดลองสามารถนำไปแนะนำให้เกษตรกรในพื้นที่ได้ใช้ได้ เนื่องจากผลผลิตทั้ง 3 วิธีการสูงที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกันในปีที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน



ภาพที่ 1 กราฟแสดงผลผลิตปีที่ 1 ผลผลิตปีที่ 2 และผลผลิตปีที่ 3

2.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

2.3.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยปลูกปีแรกพบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกันแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุด คือ 7,260 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุดคือ 12,155 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีมูลค่าผลผลิตคือ 11,132 และ 9,966 บาทต่อไร่ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตของวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มากกว่าจึงทำให้มูลค่าผลผลิตสูงด้วย ดังตารางที่ 20

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนพบว่าวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 3,391 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลตอบแทน 2,476 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 2 วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามเกษตรกรให้ผลตอบแทน 2,384 บาทต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 3 วิธีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตรตามอัตราแนะนำ ให้ผลตอบแทนต่ำกว่าวิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยอื่นๆ (วิธีการที่ 4 5 และ 2) และต้นทุนต่อตันสูงกว่าวิธีการอื่น เนื่องจากปุ๋ยเคมี มีราคาแพงกว่าวิธีการอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามผลตอบแทนของวิธีการที่ 3 มากกว่าวิธีการที่ 1 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยปลูก (ปีที่ 1)

วิธีการทดลอง	อ้อยปลูก (ปีที่ 1)			
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	6.60	7,260	-350	1,153
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	9.79	10,769	2,384	856
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	9.06	9,966	656	1,028
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข.โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	11.05	12,155	3,391	793
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	10.12	11,132	2,476	855

2.3.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2) พบว่า มูลค่าของผลผลิตทุกวิธีการทดลองต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตที่ได้ของทุกวิธีการต่ำมากเช่นกัน โดยมูลค่าผลผลิตวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม คือ 2,450 บาทต่อไร่ ต่ำที่สุด วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีมูลค่าผลผลิต 3,580 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีมูลค่าผลผลิต 7,250 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid มูลค่าผลผลิต 7,650 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีมูลค่าผลผลิตคือ 6,820 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 4 มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุดเนื่องจากผลผลิตที่มากที่สุดเช่นกัน ดังตารางที่ 21

ผลตอบแทนของวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิธีวิเคราะห์ดินแบบ Double acid มีผลตอบแทนสูงสุดคือ 784 บาทต่อไร่ ส่วนวิธีการอื่นๆ พบว่าได้ผลตอบแทนที่ติดลบหรือขาดทุน วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ได้ผลตอบแทนรองลงมาคือ -1,589 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร ได้ผลตอบแทน -2,000 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม ได้ผลตอบแทน -4,250 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร ให้ผลตอบแทนต่ำสุด คือ -4,670 บาทต่อไร่ จากข้อมูลผลตอบแทนที่ติดลบแสดงว่าไม่คุ้มทุน เนื่องจากผลผลิตที่ได้ต่ำมากทุกวิธีการทดลอง จึงส่งผลให้ได้ผลตอบแทนที่ต่ำด้วย แม้ว่าในกรณีวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีการใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในปริมาณมาก แต่ผลผลิตต่ำ ก็ส่งผลให้ผลตอบแทนต่ำมากเช่นเดียวกัน และต่ำกว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุมซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)

วิธีการทดลอง	อ้อยตอหนึ่ง (ปีที่ 2)			
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	2.45	2,450	-4,250	2,735
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	3.58	3,580	-4,670	2,304
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	7.25	7,250	-2,000	1,276
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	7.65	7,650	784	1,102
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	6.82	6,820	-1,598	1,234

2.3.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3) พบว่า มูลค่าผลผลิตวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข.โดยวิธีวิเคราะห์ดินแบบ Double acid และวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร มีมูลค่าผลผลิตสูงใกล้เคียงกัน คือ 13,968 13,680 และ 13,644 บาทต่อไร่ และทั้ง 3 วิธีมีมูลค่าผลผลิตมากกว่าวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร และ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุมอย่างชัดเจน โดยวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร มีมูลค่าผลผลิต 8,532 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุด คือ 6,336 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 22

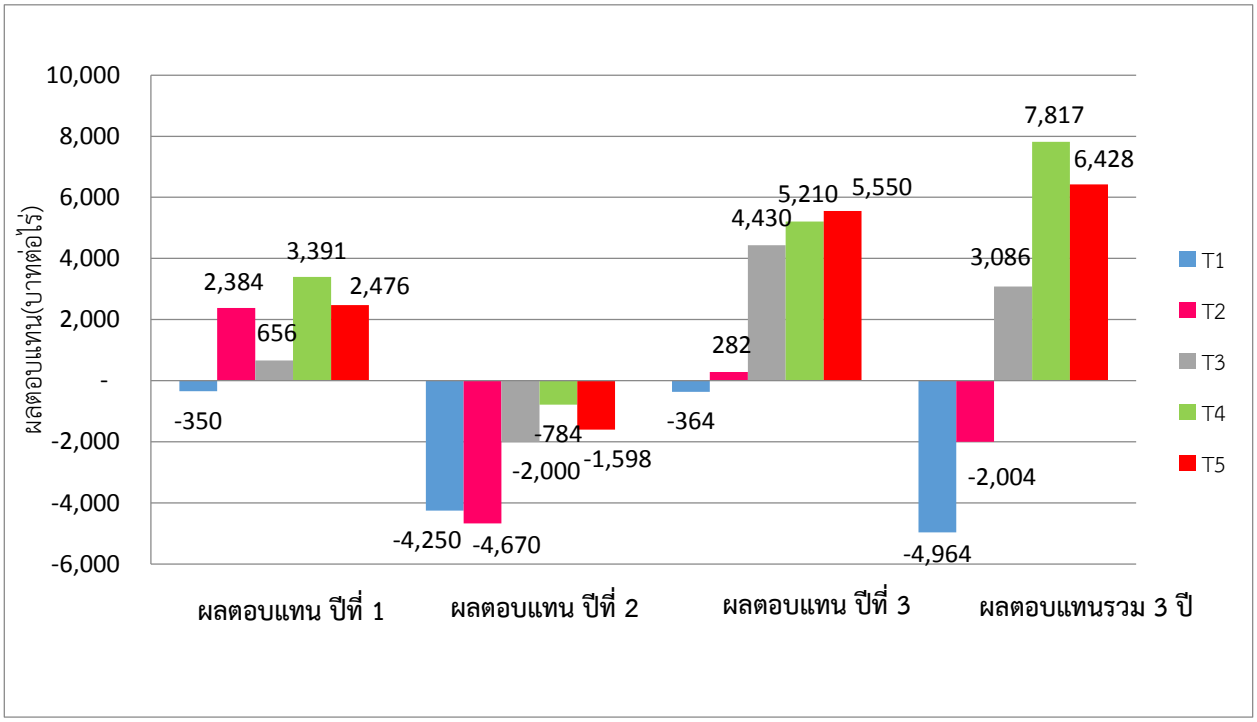
ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลตอบแทนใกล้เคียงกัน คือ 5,550 และ 5,210 บาทต่อไร่ และทั้งสองวิธีมีผลตอบแทนมากกว่าวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุมอย่างชัดเจน โดยวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร ให้ผลตอบแทน 282 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม ให้ผลตอบแทนต่ำที่สุดคือ -364 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของอ้อยตอสอง (ปีที่ 3)

วิธีการทดลอง	อ้อยตอสอง (ปีที่ 3)			
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.28	6,336	-364	1,269
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามแบบเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 7.5-5.5-5.75 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-11-11.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	7.11	8,532	282	1,160
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 22.5-22.5-22.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	11.40	13,680	4,430	811
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	11.37	13,644	5,210	742
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-6-12 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยปลูก และ N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับอ้อยตอ)	11.64	13,968	5,550	723

2.3.4 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกอ้อยระยะเวลา 3 ปี

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกอ้อยทั้ง 3 ปีแยกเป็นรายปีพบว่า ในปีที่ 2 อ้อยตอหนึ่ง เกษตรกรได้รับผลตอบแทนน้อยที่สุดทุกวิธีการทดลอง เนื่องจากผลผลิตได้ต่ำกว่าปีแรกและปีที่ 3 อย่างชัดเจนจึงส่งผลให้มีผลตอบแทนน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาทั้ง 3 ปีจะพบว่าวิธีการที่ใส่ปุ๋ยวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จะให้ผลตอบแทนสูงกว่าวิธีการอื่นๆ โดยในปีแรกและปีที่ 2 วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สพข. โดยวิเคราะห์ดินวิธี Double acid ให้ผลตอบแทนมากที่สุด และในปีที่ 3 วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลตอบแทนมากที่สุด ทั้งนี้ก็สอดคล้องกับผลผลิตของอ้อย แต่ถ้าพิจารณาผลตอบแทนรวม 3 ปีพบว่า วิธีการที่ 4 เป็นวิธีการที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงผลตอบแทน ปีที่ 1 ผลตอบแทน ปีที่ 2 ผลตอบแทน ปีที่ 3 และผลตอบแทนรวม 3 ปี

3. โครงการการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35)

การศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 35) ปรากฏผลดังนี้

3.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

3.1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่า ก่อนการทดลองค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.7-4.0 ซึ่งอยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยปีที่ 1 และปีที่ 2 ตำรับที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดเท่ากับ 5.8 และ 6.4 ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่) ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุด เท่ากับ 3.7 3.8 และ 4.6 ส่วนปีที่ 3 ตำรับที่ 3 4 5 6 และ 7 ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 5.5-5.8 ตำรับที่ 1 และตำรับที่ 2 ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำที่สุด เท่ากับ 4.1 และ 4.4 จากผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินจะเห็นได้ว่าตำรับที่ 3 4 5 6 และ 7 มีการใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองในปีที่ 1 ทำให้ระดับความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงจากระดับกรดรุนแรงมากเป็นระดับกรดจัดจนถึงกรดเล็กน้อย โดยตำรับที่ 7 ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุดตลอดทั้ง 3 ปี มีค่าอยู่ระหว่าง 5.8-6.4 ซึ่งอยู่ในระดับกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากโดโลไมท์มีสมบัติเหมาะสมโดยตรงต่อการลดความเป็นกรดของดินที่มีฤทธิ์เป็นกรดมาก

เกินไป อิทธิพลของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ที่มีในวัสดุปูนช่วยทำให้ดินกรดมีระดับความรุนแรงของความเป็นกรดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดสภาพกรดแฝง (potential acidity) ของดินให้น้อยลง ดินจึงมีระดับ pH สูงขึ้น (ปิยะ, 2556) (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH 1:1)			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	3.9	3.7 c	4.6 c	4.4 b
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	4.0	3.8 c	4.6 c	4.1 b
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	3.9	5.1 b	5.5 b	5.5 a
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	3.8	5.5 ab	6.1 ab	5.3 a
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	4.0	5.1 b	6.0 ab	5.7 a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	3.7	5.5 ab	5.9 ab	5.8 a
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	3.7	5.8 a	6.4 a	5.8 a
CV (%)	7.81	5.63	7.67	5.13

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.1.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่าก่อนการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ปริมาณอินทรียวัตถุไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 24)

3.1.3 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า ก่อนการทดลอง หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 และปีที่ 2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนปีที่ 3 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P2O5-K2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองในปีที่ 1) ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดเท่ากับ 23.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นจาก 3.9 ที่อยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก เป็น 5.5 ซึ่งอยู่ในระดับกรดจัด ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับสุรชัย และคณะ (2535) พบว่า ผลของการใช้ปูนนอกจากจะให้ธาตุแคลเซียมกับพืชแล้ว ยังช่วยป้องกันการเป็นพิษของอะลูมินัมโดยทำให้เกิดการตกตะกอน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืช ส่วนตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P2O5-K2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งไม่มีการใส่โดโลไมท์ ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดเท่ากับ 7.7 และ 11.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 24 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์)			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.06	0.80	0.70	0.88
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	1.19	0.82	0.74	0.80
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	1.12	0.70	0.68	0.77
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	1.08	0.71	0.75	0.82
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	1.11	0.77	0.76	0.75
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	1.24	0.78	0.46	0.96
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	1.12	0.61	0.58	0.69
CV (%)	10.33	18.24	20.03	24.47

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 25 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg^{-1}) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg kg^{-1})			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	6.0	10.7	8.0	7.7 b
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	7.3	18.0	12.7	11.3 b
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	10.0	14.7	10.0	23.7 a
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	6.7	31.3	9.3	23.3 a
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	8.0	23.0	10.3	13.3 ab
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	7.7	16.0	9.0	11.7 b
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	8.7	23.0	11.3	14.7 ab
CV (%)	38.50	40.26	32.82	40.39

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.1.4 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ พบว่า ก่อนการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ปี ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K: mg kg^{-1}) แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K: mg kg^{-1})			
	ก่อน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	20.0	32.0	20.0	13.3
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	17.3	49.3	26.7	36.0
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	17.3	29.3	22.7	25.3
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	18.7	30.7	33.3	29.3
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	25.3	30.7	40.0	33.3
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	22.7	25.3	28.0	22.7
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	21.3	29.3	30.7	25.3
CV (%)	33.40	34.08	26.54	52.94

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

3.2.1 ความสูง

ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการทดลองพบว่า ความสูงปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีความสูงระหว่าง 105.7-125.8 เซนติเมตร ส่วนความสูงปีที่ 2 และปีที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ 2-7 มีความสูงสูงที่สุด ระหว่าง 177.2-193.0 เซนติเมตร และ 138.0-156.9 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน ทำให้ความสูงสูงที่สุดทั้ง 2 ปี ส่วนตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ทำให้ความสูงต่ำที่สุดทั้ง 2 ปี เท่ากับ 131.8 เซนติเมตร และ 107.5 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	105.7	131.8 b	107.5 b
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	114.3	177.2 a	138.0 a
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	123.7	185.2 a	140.9 a
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	125.8	186.7 a	155.7 a
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	122.7	192.2 a	156.5 a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	121.8	193.0 a	156.9 a
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	112.7	184.2 a	147.4 a
CV (%)	8.76	4.93	10.60

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.2.2 น้ำหนักต้นแห้ง

น้ำหนักต้นแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการทดลองพบว่า น้ำหนักต้นแห้งปีที่ 1 และปีที่ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำหนักต้นแห้งระหว่าง 310.0-553.3 กิโลกรัมต่อไร่ และ 493.3-725.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักต้นแห้งปีที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน และตำรับที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน ทำให้น้ำหนักต้นแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 748.9 และ 764.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ทำให้น้ำหนักต้นแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 387.1 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 น้ำหนักต้นแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักต้นแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	310.0	493.3	387.1 c
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	385.8	689.3	525.3 bc
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	426.3	614.6	497.3 bc
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	470.0	626.8	748.9 a
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	553.3	725.8	709.4 ab
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	350.3	677.2	764.9 a
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	331.9	629.8	681.8 ab
CV (%)	24.06	25.30	18.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.2.3 เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด

เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดทั้ง 3 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดระหว่าง 76.8-89.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29)

3.2.4 น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการทดลองพบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ดระหว่าง 15.50-19.03 กรัม ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดปีที่ 2 และปีที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P2O5-K2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดทั้ง 2 ปี เท่ากับ 25.20 และ 24.33 กรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำที่สุดทั้ง 2 ปี เท่ากับ 16.17 และ 16.73 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 29 เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	76.8	81.9	83.8
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	81.5	79.5	86.0
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	78.8	85.6	84.0
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	83.5	86.9	87.7
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	82.2	87.5	89.5
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	81.7	88.0	86.6
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	81.8	86.6	86.8
CV (%)	8.05	4.01	3.42

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 30 น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	15.50	16.17 c	16.73 d
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	19.03	24.20 a	18.70 cd
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	18.37	18.63 bc	17.27 c
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	18.70	22.47 ab	22.60 ab
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	18.57	25.20 a	24.33 a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	18.50	22.23 ab	22.33 abc
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	17.93	21.03 ab	20.47 bcd
CV (%)	12.44	10.21	9.62

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.2.5 ผลผลิต

ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 14.5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่า ผลผลิตทั้ง 3 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน ทำให้ผลผลิตสูงที่สุดทั้ง 3 ปี เท่ากับ 301.8 726.8 และ 741.5 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ทำให้ผลผลิตต่ำที่สุดทั้ง 3 ปี เท่ากับ 62.8 205.7 และ 192.1 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับการทดลองในปีที่ 1 ทุกตำรับการทดลองจะมีผลผลิตต่ำมาก เนื่องจากแล้งจัด ฝนทิ้งช่วง ทำให้ต้องปลูกพืชปุ๋ยสดและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ช้ากว่าแผนการดำเนินงาน (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	62.8 b	205.7 b	192.1 c
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	273.8 a	242.6 b	516.0 ab
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	223.8 a	444.5 ab	458.8 b
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	224.5 a	661.9 a	721.5 ab
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	301.8 a	726.8 a	741.5 a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทืองหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	274.2 a	606.1 a	657.4 ab
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าหลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	199.2 a	543.9 ab	547.4 ab
CV (%)	29.04	38.63	25.83

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ทั้ง 3 ปี ตำรับที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1) ร่วมกับการปลูกถั่วพร้าก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน ทำให้ค่าเฉลี่ยมูลค่าผลผลิต ค่าเฉลี่ยต้นทุนผันแปร และค่าเฉลี่ยผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงที่สุด (ขาดทุนน้อยที่สุด) เท่ากับ 4,441 4,796 และ 355 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากในปีที่ 1 ต้องลงทุนค่าปูนโดโลไมท์และค่าหว่านจำนวน 300 กิโลกรัม และลงทุนค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปลูก และค่าไถกลบพืชปุ๋ยสด ทั้ง 3 ปี ทำให้ค่าเฉลี่ยผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าติดลบ แต่ในปีที่ 2 และปีที 3 พบว่า ตำรับที่ 5 ทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงที่สุด เท่ากับ 1,224 และ 887 บาทต่อไร่ ตามลำดับ หากเปรียบเทียบกับตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่) จะพบว่าวิธีเกษตรกรทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจขาดทุนทั้ง 3 ปี โดยขาดทุนเฉลี่ย 1,448 บาทต่อไร่ จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนดังกล่าว หากเกษตรกรสามารถดำเนินการเองในส่วน

การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว จะทำให้มีรายได้จากค่าจ้างทำให้รายได้สุทธิไม่ติดลบหรือไม่ขาดทุน จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกษตรกรดำเนินการเอง พบว่า ได้กำไรทุกตำรับการทดลอง โดยตำรับที่ 5 ได้ค่าเฉลี่ยกำไรสูงที่สุด เท่ากับ 3,588 บาทต่อไร่ ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม ได้ค่าเฉลี่ยกำไรต่ำที่สุด เท่ากับ 678 บาทต่อไร่ ส่วนตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร ได้ค่าเฉลี่ยกำไรเท่ากับ 2,081 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยมูลค่าผลผลิต ต้นทุนผันแปร และผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วิธีการ	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)				ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)				ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี
ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	455	1,650	1,406	**1,156**	2,792	2,840	2,828	**2,820**	-2,337	-1,190	-1,442	**-1,664**
ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 17-5.5-7.25 กิโลกรัมต่อไร่)	1,982	1,946	3,777	**2,590**	4,066	4,053	3,996	**4,038**	-2,083	-2,107	-218	**-1,448**
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงตามค่าวิเคราะห์ดิน (N-P_2O_5-K_2O อัตรา 10-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และปูนโดโลไมท์ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการทดลองปีที่ 1)	1,620	3,565	3,358	**2,828**	4,593	3,955	3,890	**4,146**	-2,973	-390	-532	**-1,318**
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทือง ก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	1,625	5,308	5,281	**4,034**	5,118	4,480	4,415	**4,671**	-3,493	829	866	**-637**
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้า ก่อนปลูกข้าวโพด 60 วัน	2,185	5,829	5,428	**4,441**	5,243	4,605	4,540	**4,796**	-3,058	1,224	887	**-355**
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกปอเทือง หลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	1,985	4,861	4,812	**3,858**	5,118	4,480	4,415	**4,671**	-3,133	381	397	**-813**
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีและปูนเช่นเดียวกับตำรับที่ 3 ร่วมกับการปลูกถั่วพร้า หลังปลูกข้าวโพด 15-20 วัน	1,442	4,362	4,007	**3,238**	5,243	4,605	4,540	**4,796**	-3,801	-243	-533	**-1,558**

4. โครงการผลของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการตอบสนองของผลผลิตข้าว และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

4.1. สมบัติบางประการของวัสดุปรับปรุงดิน

จากผลการวิเคราะห์วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ถ่านแกลบมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 17.08-23.54 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 9.91-13.65 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อยู่ในช่วง 14-16 ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.61-0.95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.51-0.99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.43-0.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.19-7.16 และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.42 -1.09 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 33)

สำหรับถ่านซังข้าวโพดมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 18.67-23.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 10.83-13.58 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อยู่ในช่วง 14-17 ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.76-0.78 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.42-0.80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 1.77-2.98 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 8.84-9.66 และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.53 -3.70 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 33)

ส่วนมูลวัวมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 51.41-54.83 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 29.82-31.81 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อยู่ในช่วง 18-20 ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.49-1.72 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.76-1.39 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 2.03-2.86 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.57-8.78 และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 4.15-5.91 เดซิซีเมนต่อเมตร (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 33 สมบัติบางประการของวัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดิน	OM (%)	OC (%)	C/N ratio	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	pH	EC (dS/m)
ถ่านแกลบปีที่ 1	23.54	13.65	14	0.95	0.84	0.67	6.19	1.09
ถ่านแกลบปีที่ 2	19.64	11.39	14	0.79	0.51	0.55	7.16	0.96
ถ่านแกลบปีที่ 3	17.08	9.91	16	0.61	0.99	0.43	6.81	0.42
ถ่านซังข้าวโพดปีที่ 1	23.42	13.58	17	0.78	0.75	2.98	9.66	3.70
ถ่านซังข้าวโพดปีที่ 2	22.83	13.24	17	0.76	0.42	2.61	9.65	3.43
ถ่านซังข้าวโพดปีที่ 3	18.67	10.83	14	0.78	0.80	1.77	8.84	1.53
มูลวัวปีที่ 1	54.05	31.35	20	1.54	0.81	2.30	8.78	5.91
มูลวัวปีที่ 2	51.41	29.82	20	1.49	0.76	2.86	8.68	5.35
มูลวัวปีที่ 3	54.83	31.81	18	1.72	1.39	2.03	7.57	4.15

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2559)

4.2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

4.2.1 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

จากการวิเคราะห์ดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง พบว่า ดินมีความเป็นกรดจัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ 4.6 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือ 2.92 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก คือ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ คือ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการ แปลงปลูกข้าว

สมบัติของดิน	ระดับ	ผลการวิเคราะห์
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดจัด	4.6
ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ปานกลาง	2.92
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ต่ำมาก	2
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ต่ำ	20
ลักษณะเนื้อดิน		ร่วนปนทราย

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 (2557) และกลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 (2549)

4.2.2 สมบัติของดินภายหลังทำการทดลอง

1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ก่อนการปลูกข้าว ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.6 กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 ได้มีคำแนะนำให้ใส่ปูนโดโลไมท์เพื่อยกระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินอัตรา 1,177 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ทางผู้วิจัยและคณะผู้วิจัยลงความเห็นว่าไม่มีความจำเป็นต้องใส่ เนื่องจากดินนาเมื่อมีการขังน้ำจะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของข้าว (ยงยุทธ, 2548) เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงได้ทำการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการขังน้ำ 15 วัน โดยใช้กระดาษลิตมัส พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนจาก 4.6 เป็น 6.5

ปีที่ 1 พบว่า การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 2 8 และ 9 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 4.63 4.63 และ 4.73 ตามลำดับ สำหรับตำรับทดลองอื่นๆ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 35)

ปีที่ 2 พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นจากปีแรก แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองที่ใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยตำรับการทดลองที่ 9 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าทุกตำรับการทดลอง โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดเท่ากับ 5.30 ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเท่ากับ 4.83 (ตารางที่ 35)

ปีที่ 3 พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทุกตำรับการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นจากปีแรก แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองที่ใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าทุกตำรับการทดลอง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดเท่ากับ 5.03 ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเท่ากับ 4.67 (ตารางที่ 35)

จากผลการทดลองทั้งสามปี พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีการเปลี่ยนเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณวัสดุปรับปรุงดินที่ใส่มีปริมาณไม่มากพอที่จะยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างในดินได้ แต่อย่างไรก็ตามดินมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น

ตารางที่ 35 ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ตำรับทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1= ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	4.53 ab	4.83	4.67
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	4.63 ab	4.97	4.87
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.43 b	4.90	4.80
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.47 b	4.93	4.90
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.53 ab	4.97	4.70
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.50 b	4.90	4.83
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.53 ab	4.90	5.03
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.63 a	4.90	4.93
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	4.73 a	5.30	4.93
CV (%)	2.56	3.02	2.65

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปีที่ 1 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในช่วง 2.52-3.34 เปอร์เซ็นต์ การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในตำรับการทดลองที่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 8 และ 9 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเท่ากับ 2.52 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ตารางที่ 36)

ปีที่ 2 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในช่วง 2.63-3.60 เปอร์เซ็นต์ การใส่วัสดุปรับปรุงดินทุกตำรับการทดลองมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเพิ่มขึ้นทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งตำรับการทดลองที่ 7 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.60 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 1 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.63 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 36)

ปีที่ 3 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในช่วง 2.26-3.29 เปอร์เซ็นต์ การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในตำรับการทดลองที่มีการใส่สารปรับปรุงดิน ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 8 และ 9 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเท่ากับ 2.68 และ 2.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ตารางที่ 36)

จากผลการทดลองทั้งสามปี พบว่า การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ Fontaine (2004) ที่ระบุว่าการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินสำหรับการเกษตรและการสะสมคาร์บอนในดินนั้นต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 5 ปีขึ้นไป จึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านอินทรียวัตถุและการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสามารถระบุการเพิ่มผลผลิตของพืชได้ชัดเจน

ตารางที่ 36 ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ตำรับทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1= ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	2.72 cd	2.63 d	2.67 ab
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	2.79 d	2.66 d	2.26 b
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	3.34 a	3.45 ab	3.06 a
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	3.28 ab	3.46 ab	3.07 a
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	3.10 bc	3.49 ab	2.96 a
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	3.06 bc	3.48 ab	3.29 a
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	2.93 cd	3.60 a	3.15 a
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	2.52 e	3.30 bc	2.68 ab
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	2.83 d	3.17 c	2.70 ab
CV (%)	4.18	4.61	11.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ปีที่ 1 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวในทางสถิติ (ตารางที่ 37)

ปีที่ 2 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 1.33-2.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวในทางสถิติ (ตารางที่ 37)

ปีที่ 3 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 1.00-2.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองมีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 2, 8 และ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกับตำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 37)

จากผลการทดลองทั้งสามปี พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณวัสดุปรับปรุงดินรวมถึงปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไป พอดีต่อการนำไปใช้ของข้าวในแต่ละปี

ตารางที่ 37 ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ตำรับทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1= ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	1.00	2.33	1.00 c
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	1.00	2.67	1.67 ab
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	2.67	1.33 bc
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	2.33	1.00 c
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	2.00	1.00 c
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	1.33	1.00 c
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	1.33	1.00 c
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	2.00	1.67 ab
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1.00	2.00	2.00 a
CV (%)	19.15	29.34	26.76

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ปีที่ 1 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 13.33-20.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 6 และ 7 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากันและมีค่าสูงสุดเท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลอง ส่วนตำรับการทดลองอื่นๆ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินค่ามีค่าลดลง โดยตำรับการทดลองที่ 2 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 38)

ปีที่ 2 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าอยู่ในช่วง 18.67-28.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองมีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 6 7 8 และ 9 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 38)

ปีที่ 3 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 16.00-20.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 4 5 และ 9 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากันและมีค่าสูงสุดเท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับในดินก่อนการทดลอง ส่วนตำรับการทดลองอื่นๆ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินค่ามีค่าลดลง (ตารางที่ 38)

จากผลการทดลองทั้งสามปี พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณวัสดุปรับปรุงดินรวมถึงปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไป พอดีต่อการนำไปใช้ของข้าวในแต่ละปี

ตารางที่ 38 ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ตำรับทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 = ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	16.67	18.67 d	16.00
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	13.33	21.33 cd	16.00
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	16.67	22.67 bcd	17.33
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	16.67	22.67 bcd	20.00
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	16.67	22.67 bcd	20.00
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	20.00	24.00 abc	17.33
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	20.00	24.00 abc	16.00
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	16.67	26.67 ab	16.00
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	16.67	28.00 a	20.00
CV (%)	28.24	9.58	14.32

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4.3. การตอบสนองผลผลิตข้าวต่อการใช้วัสดุปรับปรุงดิน

4.3.1 ผลผลิตข้าว (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์)

ปีที่ 1 พบว่า ข้าวให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 1,058.64-1,174.42 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 5 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,174.42 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 1,058.64 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 39)

ปีที่ 2 พบว่า ข้าวให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 702.82-854.08 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 5 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 854.08 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 9 ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 702.82 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 39)

ปีที่ 3 พบว่า ข้าวให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 1,041.39-1,266.56 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 7 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,266.56 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 1,041.39 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 39)

จากผลการทดลองทั้งสามปี พบว่า การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ถ่านแกลบและถ่านซังข้าวโพดบด ทำให้ข้าวสามารถให้ผลผลิตดีกว่าการไม่ใส่วัสดุดังกล่าวภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งประเมินจากการให้ผลผลิตข้าวในปีที่ 2 มีค่าสูงกว่าตำรับที่ 1 2 และ 9 ที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในบางช่วงของการเพาะปลูก แม้ว่าผลผลิตจะต่ำกว่าปีที่ 1 และ 3 ทั้งนี้เนื่องจากเกิดภัยแล้งที่ยาวนานตั้งแต่ต้นปี 2557 ถึงกลางปี 2559 การเพาะปลูกจึงล่าช้ากว่าฤดูปกติประมาณ 2 เดือน (ปีที่ 1 และ 3 ปลูกในช่วงต้นเดือนกรกฎาคม ส่วนปีที่ 2 ปลูกในเดือนต้นกันยายน)

ตารางที่ 39 ผลของอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตข้าว

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1= ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	1,062.60	715.46	1,080.05
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	1,058.64	708.37	1,058.28
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,130.73	720.44	1,105.56
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,151.10	808.77	1,159.60
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,174.42	854.08	1,109.50
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,061.43	789.52	1,041.39
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,088.45	798.09	1,266.56
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,138.50	790.36	1,121.32
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,146.69	702.82	1,130.33
CV (%)	8.03	9.62	8.29

4.3.2 องค์ประกอบผลผลิตข้าว

1) จำนวนต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ปีที่ 1 พบว่า จำนวนต้นข้าวอยู่ในช่วง 256.67-386.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 4 มีจำนวนต้นสูงสุดเท่ากับ 386.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีจำนวนต้นต่ำสุดเท่ากับ 256.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จากจำนวนต้นต่อพื้นที่ห่างกันมาก ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 2 พบว่า จำนวนต้นข้าวอยู่ในช่วง 296.00-463.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 4 มีจำนวนต้นสูงสุดเท่ากับ 463.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีจำนวนต้นต่ำสุดเท่ากับ 296.00 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 3 พบว่า จำนวนต้นข้าวอยู่ในช่วง 233.67-351.33 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 8 มีจำนวนต้นสูงสุดเท่ากับ 351.33 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นต่ำสุดเท่ากับ 233.67 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

2) จำนวนรวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ปีที่ 1 พบว่า ข้าวมีจำนวนรวงอยู่ในช่วง 248.33-378.00 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 4 มีจำนวนรวงสูงสุดเท่ากับ 378.00 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีจำนวนรวงต่ำสุดเท่ากับ 248.33 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จากจำนวนรวงต่อพื้นที่ห่างกันมาก ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 2 ข้าวมีจำนวนรวงอยู่ในช่วง 228.00-392.67 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 4 มีจำนวนรวงสูงสุดเท่ากับ 392.67 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีจำนวนรวงต่ำสุดเท่ากับ 228.00 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 3 ข้าวมีจำนวนรวงอยู่ในช่วง 215.33-325.00 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 8 มีจำนวนรวงสูงสุดเท่ากับ 325.00 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนรวงต่ำสุดเท่ากับ 215.33 รวงต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

3) ความสูงข้าว

ปีที่ 1 พบว่า ความสูงข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 83.23-91.00 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 8 ความสูงข้าวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 91.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 9 ความสูงข้าวมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 83.23 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 2 พบว่า ความสูงข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 91.47-100.93 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 ความสูงข้าวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 100.93 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ความสูงข้าวมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 91.47 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ปีที่ 3 พบว่า ความสูงข้าวมีค่าอยู่ในช่วง 79.60-84.37 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 4 ความสูงข้าวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 84.37 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 ความสูงข้าวมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 79.60 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 40)

ตารางที่ 40 จำนวนต้น จำนวนรวง และความสูงข้าว

ตำรับทดลอง	จำนวนต้น (ต้นต่อ 1 ตารางเมตร)			จำนวนรวง (รวงต่อ 1 ตารางเมตร)			ความสูง (เซนติเมตร)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	277.67 cd	296.00	256.67	271.67 bc	228.00	246.67	84.20	100.93	81.73
T2	353.00 abc	353.67	233.67	347.33 ab	237.00	215.33	86.57	95.43	79.60
T3	373.33 ab	354.33	296.67	361.00 ab	286.33	259.33	83.90	91.77	80.43
T4	386.67 a	463.67	271.67	378.00 a	392.67	254.33	83.73	96.67	84.37
T5	256.67 d	443.67	316.00	248.33 c	343.67	295.67	87.60	94.20	81.83
T6	286.33 bcd	397.00	278.00	283.33 bc	351.33	253.33	87.73	91.47	80.63
T7	308.33 abcd	436.00	303.33	298.00 abc	356.67	285.67	89.27	93.03	83.53
T8	278.33 cd	342.33	351.33	270.33 bc	313.00	325.00	91.00	96.03	80.17
T9	294.00 bcd	375.33	260.00	291.00 abc	284.33	231.00	83.23	94.80	81.00
CV (%)	15.10	22.86	18.67	15.29	25.59	19.77	5.01	5.00	3.37

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง

ปีที่ 1 พบว่า ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ในช่วง 100.95-126.23 เมล็ด โดยตำรับการทดลองที่ 7 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 126.23 เมล็ด ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 100.95 เมล็ด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 2 พบว่า ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ในช่วง 122.07-149.23 เมล็ด โดยตำรับการทดลองที่ 3 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 126.23 เมล็ด ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 122.07 เมล็ด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 3 พบว่า ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ในช่วง 138.63-173.80 เมล็ด โดยตำรับการทดลองที่ 9 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 173.80 เมล็ด ส่วนตำรับการทดลองที่ 8 ข้าวมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 138.63 เมล็ด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

5) เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง

ปีที่ 1 พบว่า ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงอยู่ในช่วง 10.16-17.57 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ 2 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 17.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่ 7 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 10.16 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 2 พบว่า ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงอยู่ในช่วง 11.08 -19.77 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ 9 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 19.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 11.08 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 3 พบว่า ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงอยู่ในช่วง 4.43 -7.36 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ 3 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 7.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงต่ำสุดเท่ากับ 4.43 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

6) น้ำหนัก 100 เมล็ด

ปีที่ 1 พบว่า ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วง 2.71-2.88 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ 7 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดเท่ากับ 2.85 กรัม ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 2.71กรัม และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 2 พบว่า ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วง 2.55-2.74 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ 4 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดเท่ากับ 2.74 กรัม ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 2.55 กรัม และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ปีที่ 3 พบว่า ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วง 2.47-2.69 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ 1 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดเท่ากับ 2.69 กรัม ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ข้าวให้น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 2.47กรัม และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41)

ตารางที่ 41 จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนัก 100 เมล็ด

ตำรับทดลอง	เมล็ดดี (เมล็ดต่อรวง)			เมล็ดลีบ (เปอร์เซ็นต์ต่อรวง)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	106.44	139.80	155.07	17.47	12.27 bc	5.43 b	2.84	2.73	2.69
T2	100.95	141.20	165.67	17.57	13.18 bc	4.58 b	2.71	2.55	2.53
T3	107.51	149.23	166.30	12.12	12.30 bc	7.36 a	2.85	2.63	2.50
T4	114.03	143.80	166.30	13.27	15.01 b	5.73 ab	2.84	2.74	2.49
T5	117.15	142.70	169.67	17.50	11.08 c	5.45 b	2.85	2.65	2.50
T6	119.72	122.07	157.27	15.25	13.60 bc	4.43 b	2.77	2.66	2.47
T7	126.23	131.37	144.47	10.16	13.03 bc	5.23 b	2.88	2.62	2.51
T8	112.09	127.70	138.63	17.21	14.48 bc	5.03 b	2.77	2.60	2.54
T9	115.85	132.50	173.80	17.14	19.77 a	5.85 ab	2.87	2.63	2.60
CV (%)	9.54	10.61	8.93	20.19	13.10	16.81	4.11	3.82	4.67

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

3.3.3 น้ำหนักฟาง

ปีที่ 1 พบว่า ปริมาณน้ำหนักฟางมีค่าอยู่ระหว่าง 1,162.67-1,509.33 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับการทดลองที่ 4 น้ำหนักฟางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,509.33 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 น้ำหนักฟางมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,162.67 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 42)

ปีที่ 2 พบว่า ปริมาณน้ำหนักฟางมีค่าอยู่ระหว่าง 1,269.33-1,584.00 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับการทดลองที่ 1 น้ำหนักฟางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,584.00 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 9 น้ำหนักฟางมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,269.33 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 42)

ปีที่ 3 พบว่า ปริมาณน้ำหนักฟางมีค่าอยู่ระหว่าง 890.67-1,349.33 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตำรับการทดลองที่ 8 น้ำหนักฟางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,349.33 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 น้ำหนักฟางมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 890.67 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 42 น้ำหนักฟาง

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฟาง (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1= ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 21.4-4-0 กิโลกรัมต่อไร่)	1,221.33	1,584.00	890.67
T2 = ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากการวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่)	1,237.33	1,354.67	1,093.33
T3 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,162.67	1,360.00	1,312.00
T4 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,509.33	1,528.00	1,301.33
T5 = ใส่ถ่านซังข้าวโพดบดอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,280.00	1,461.33	1,200.00
T6 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,440.00	1,386.67	1,056.00
T7 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,338.67	1,482.67	1,322.67
T8 = ใส่ถ่านแกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,397.33	1,338.67	1,349.33
T9 = ใส่มูลโคอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่+ ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 12-8-6 กิโลกรัมต่อไร่	1,221.33	1,269.33	1,125.33
CV (%)	11.97	11.30	15.17

4.4 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ปีที่ 1 พบว่า การปลูกข้าวในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 3,232.97 และ 3,136.67 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้มีรายได้สุทธิเท่ากับ 7,329.26 และ 7,386.20 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่การใส่วัสดุปรับปรุงดินตามตำรับการทดลองที่ 3-8 จะทำให้เสียค่าด้านวัสดุปรับปรุงดิน ค่าแรงหว่าน และค่าเตาเผาถ่านเพิ่มขึ้นเป็นเงินตั้งแต่ 750-1,750 บาทต่อไร่ สำหรับตำรับการทดลองที่ 9 แม้ว่าจะเสียค่าด้านวัสดุปรับปรุงดิน (ใส่มูลวัว 300 กิโลกรัมต่อไร่) และค่าแรงหว่าน เพิ่มเพิ่มขึ้นเท่ากับ 650 บาทต่อไร่ แต่ทำให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุดเท่ากับ 7,611.45 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 ให้รายได้สุทธิเท่ากับ 7,386.20 และ 7,352.77 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นวิธีของเกษตรกร (ตารางที่ 43)

ตารางที่ 43 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 1

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)						รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
			คงที่	ผันแปร	ปุ๋ยเคมี	วัสดุปรับปรุงดิน	หว่านวัสดุปรับปรุงดิน	รวม	
T1	1,062.60	10,562.23	-	2,372.00	860.97	-	-	3,232.97	7,329.26
T2	1,058.64	10,522.87	-	2,372.00	764.67	-	-	3,136.67	7,386.20
T3	1,130.73	11,239.44	500.00	2,372.00	764.67	200.00	50.00	3,886.67	7,352.77
T4	1,151.10	11,441.90	500.00	2,372.00	764.67	600.00	150.00	4,386.67	7,055.23
T5	1,174.42	11,673.69	500.00	2,372.00	764.67	1,000.00	250.00	4,886.67	6,787.02
T6	1,061.43	10,550.64	500.00	2,372.00	764.67	200.00	50.00	3,886.67	6,663.97
T7	1,088.45	10,819.19	500.00	2,372.00	764.67	600.00	150.00	4,386.67	6,432.52
T8	1,138.50	11,316.66	500.00	2,372.00	764.67	1,000.00	250.00	4,886.67	6,429.99
T9	1,146.69	11,398.12	-	2,372.00	764.67	500.00	150.00	3,786.67	7,611.45

ปีที่ 2 พบว่า การปลูกข้าวในตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน มีรายได้สุทธิเท่ากับ 4,994.87 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใส่วัสดุปรับปรุงดินตามตำรับการทดลองที่ 6 (ใส่ถ่านแกลบ 100 กิโลกรัมต่อไร่) แม้ว่าจะเสียค่าวัสดุปรับปรุงดิน ค่าแรงหว่าน และค่าเตาเผาถ่าน เพิ่มขึ้นเป็นเงินเท่ากับ 750 บาทต่อไร่ แต่ทำให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุดเท่ากับ 5,192.83 บาทต่อไร่ รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 2 ให้รายได้สุทธิเท่ากับ 5,009.61 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นวิธีของเกษตรกร (ตารางที่ 44)

ตารางที่ 44 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 2

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)						รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
			คงที่	ผันแปร	ปุ๋ยเคมี	วัสดุปรับปรุงดิน	หว่านวัสดุปรับปรุงดิน	รวม	
T1	715.46	8,227.84	-	2,372.00	860.97	-	-	3,232.97	4,994.87
T2	708.37	8,146.28	-	2,372.00	764.67	-	-	3,136.67	5,009.61
T3	720.44	8,285.07	500.00	2,372.00	764.67	200.00	50.00	3,886.67	4,398.40
T4	808.77	9,300.84	500.00	2,372.00	764.67	600.00	150.00	4,386.67	4,914.17
T5	854.08	9,821.97	500.00	2,372.00	764.67	1,000.00	250.00	4,886.67	4,935.30
T6	789.52	9,079.50	500.00	2,372.00	764.67	200.00	50.00	3,886.67	5,192.83
T7	798.09	9,178.05	500.00	2,372.00	764.67	600.00	150.00	4,386.67	4,791.38
T8	790.36	9,089.18	500.00	2,372.00	764.67	1,000.00	250.00	4,886.67	4,202.51
T9	702.82	8,082.49	-	2,372.00	764.67	500.00	150.00	3,786.67	4,295.82

ปีที่ 3 พบว่า การปลูกข้าวในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 3,128.13 และ 3,079.40 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้มีรายได้สุทธิเท่ากับ 8,784.77 และ 8,593.41 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใส่วัสดุปรับปรุงดินตามตำรับการทดลองที่ 7 (ใส่ถ่านแกลบ 300 กิโลกรัมต่อไร่) แม้ว่าจะเสียค่าวัสดุปรับปรุงดิน ค่าแรงหว่าน และค่าเตาเผาถ่าน เพิ่มขึ้นเป็นเงินเท่ากับ 1,250 บาทต่อไร่ แต่ทำให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุดเท่ากับ 9,640.72 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นวิธีของเกษตรกร (ตารางที่ 45)

ตารางที่ 45 ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินในนาข้าว ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปีที่ 3

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)						รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
			คงที่	ผันแปร	ปุ๋ยเคมี	วัสดุปรับปรุงดิน	หว่านวัสดุปรับปรุงดิน	รวม	
T1	1,080.05	11,912.91	-	2,372.00	756.13	-	-	3,128.13	8,784.77
T2	1,058.28	11,672.81	-	2,372.00	707.40	-	-	3,079.40	8,593.41
T3	1,105.56	12,194.36	500.00	2,372.00	707.40	200.00	50.00	3,829.40	8,364.97
T4	1,159.60	12,790.42	500.00	2,372.00	707.40	600.00	150.00	4,329.40	8,461.02
T5	1,109.50	12,237.82	500.00	2,372.00	707.40	1,000.00	250.00	4,829.40	7,408.43
T6	1,041.39	11,486.54	500.00	2,372.00	707.40	200.00	50.00	3,829.40	7,657.15
T7	1,266.56	13,970.12	500.00	2,372.00	707.40	600.00	150.00	4,329.40	9,640.72
T8	1,121.32	12,368.21	500.00	2,372.00	707.40	1,000.00	250.00	4,829.40	7,538.82
T9	1,130.33	12,467.55	-	2,372.00	707.40	500.00	150.00	3,729.40	8,738.16

5. โครงการการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำยางพารา ในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์

การศึกษาการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำยางพาราในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดินจังหวัดอุตรดิตถ์ ได้ผลดังนี้

5.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนการทดลอง

5.1.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ก่อนดำเนินการทดลอง พบว่าดินมีค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.54 Mg m^{-3} มีความหนาแน่นรวมปานกลาง (Moderately) (สำนักวิทยาศาสตรเพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548) ดังแสดงในตารางที่ 46

5.1.2 สมบัติทางเคมีของดิน

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการทดลอง พบว่า ดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 4.7 มีความเป็นกรดจัดมาก (Very strongly acid) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 0.63 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำ (Low) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเท่ากับ 3.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำ (Low) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) มีค่าเท่ากับ 18.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Ca) มีค่าเท่ากับ 51.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำ (Low) และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Mg) มีค่าเท่ากับ 9.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) ส่วนดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 4.6 มีความเป็นกรดจัดมาก (Very strongly acid) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 0.53 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำ (Low) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) มีค่าเท่ากับ 2.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) มีค่าเท่ากับ 18.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Ca) มีค่าเท่ากับ 89.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate) และปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Mg) มีค่าเท่ากับ 14.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) (เอิบ, 2552; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) ดังแสดงในตารางที่ 46

ตารางที่ 46 สมบัติของดินก่อนดำเนินการทดลอง แปลงยางพารา

สมบัติของดิน	ผลการวิเคราะห์	
	ดินบน (ที่ระดับ 0-15 ซม.)	ดินล่าง (ที่ระดับ 15-30 ซม.)
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	4.7	4.6
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	0.63	0.53
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	3.8	2.7
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	18.7	18.0
ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	51.1	89.2
ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	9.8	14.6
ความหนาแน่นรวมของดิน (Mg m^{-3})	1.54	

5.2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังทำการทดลอง

5.2.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดิน (Undisturbed Soil Samples) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากผิวดิน ในปีที่ 3 ของการทดลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.39-1.57 Mg m^{-3} ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมต่ำที่สุด คือเท่ากับ 1.39 Mg m^{-3} ตำรับการทดลองที่ดินมีความหนาแน่นรวมสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 1.57 Mg m^{-3} (ตารางที่ 47)

อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 43 จะเห็นว่าถึงแม้ว่าความหนาแน่นรวมของดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง แต่ตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมด้วยนั้นมีแนวโน้มที่จะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง Gosling and Shepherd (2005) รายงานว่า การเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดินในรูปแบบต่างๆ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ส่งผลให้สมบัติทางด้านกายภาพของดิน เช่น โครงสร้างของดิน (Soil structure) ความหนาแน่น (Bulk density) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) การระบายน้ำและความพรุน (Porosity) และการซึมผ่านของน้ำลงไปในดิน (Permeability) ของดินดีขึ้น เนื่องจากอินทรียวัตถุที่มีในปุ๋ยอินทรีย์ช่วยทำให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นก้อน (Aggregation) ซึ่งการจับตัวเป็นเม็ดของดิน จะมีประโยชน์มากเพราะช่วยให้ดินร่วนซุยขึ้น ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารได้รวดเร็ว และปุ๋ยอินทรีย์มีสมบัติช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้มากกว่าปุ๋ยเคมีเนื่องจากปุ๋ยเคมีไม่มีอินทรียวัตถุ (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ตารางที่ 47 ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังทำการทดลอง แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (Mg m^{-3})
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	1.57
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.43
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.46
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.47
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.39
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.40
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.48
F-test	ns
CV (%)	11.07

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5.2.2 สมบัติทางเคมีของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดิน (Disturbed Soil Samples) ทุกปีตลอด 3 ปีที่ทำการทดลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Ca) และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Mg) ในดิน ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.13-5.37 ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 5.37 ตำรับการทดลองที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 5.13 (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 5) ส่วนดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.07-5.43 ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 5.43 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับการทดลองที่ 2 3 และ 7 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.07 5.13 และ 5.23 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 4 5 และ 6 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.33 5.30 และ 5.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 48)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.73-5.40 ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 5.40 ตำรับการทดลองที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 4.73 (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 7) ส่วนดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 4.60-5.10 ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดเท่ากับ 5.10 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.60 แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 2 4 5 6 และ 7 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.90 4.93 5.07 5.07 และ 5.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 48)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.77-4.97 ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 4.97 ตำรับการทดลองที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 4.77 (ตารางที่ 44) ส่วนดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.57-5.03 ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดคือเท่ากับ 5.03 ตำรับการทดลองที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 4.57 (ตารางที่ 48)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียวจะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของลดลงทั้งในดินบนและดินล่าง ซึ่งจะเห็นได้ชัดในการทดลองปีที่ 3 สอดล้องกับอุษาและคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพาราในดินชุดท่าแซะ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทำให้ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม อำนาจ (2548) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของปุ๋ยเคมีว่า เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้สารละลายที่เป็นกรด หรือเป็นด่าง เช่น แอมโมเนียมซัลเฟตมีสมมูลย์กรดเท่ากับ 110 กิโลกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อปุ๋ย 100 กิโลกรัม หมายความว่า ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมทำให้เกิดกรดในปริมาณที่ต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 110 กิโลกรัม จึงจะทำลายกรดนั้นให้หมดได้ หรือปุ๋ยแคลเซียมไนเตรทมีสมมูลด่างเท่ากับ 203 กิโลกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนต หมายความว่าปุ๋ยนี้ 100 กิโลกรัมทำให้เกิดด่างได้เทียบเท่ากับแคลเซียมคาร์บอเนต 203 กิโลกรัม หรือปุ๋ยเคมีบางชนิดไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ตารางที่ 48 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH 1:1)					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	5.33	5.43^{a}	4.73	4.60^{b}	4.83	4.83
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.13	5.07^{d}	4.90	4.90^{a}	4.90	4.97
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.13	5.13^{cd}	5.40	5.10^{a}	4.77	4.57
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.27	5.33^{ab}	5.03	4.93^{a}	4.90	4.97
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.37	5.30^{abc}	5.03	5.07^{a}	4.97	5.00
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.33	5.30^{abc}	5.10	5.07^{a}	4.87	5.03
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.27	5.23^{bcd}	5.13	5.00^{a}	4.90	4.97
F-test	ns	**	ns	*	ns	ns
CV (%)	3.75	1.80	4.56	3.26	4.63	5.51

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.73-0.93 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 0.73 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน พบปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.53-0.63 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 เช่นเดียวกับดินบน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีปริมาณเท่ากับ 0.53 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.65-0.79 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 0.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และ

ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.53-0.80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับดินบน กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.53 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.50-0.67 เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 0.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.35-0.58 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกันกับดินบน ตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 0.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีปริมาณเท่ากับ 0.35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 49)

จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ปีของการทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้ง 3 ปีมีปริมาณต่ำ (Low) จึงทำให้ไม่เห็นความแตกต่างในแต่ละตำรับการทดลอง จากผลการทดลองพบว่า ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งเป็นตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลง สอดคล้องกับ ปรีดีและคณะ (2533) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยหมักลงในดินมีแนวโน้มต่อการเพิ่มอินทรียวัตถุ และมีบทบาทต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม การเพิ่มระดับความเป็นกรดด่างของดิน และเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์

ตารางที่ 49 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	0.77	0.53	0.65	0.53	0.50	0.35
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.87	0.60	0.65	0.61	0.65	0.45
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.93	0.63	0.70	0.59	0.65	0.47
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.80	0.60	0.74	0.60	0.67	0.43
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.80	0.60	0.70	0.61	0.66	0.58
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.73	0.57	0.78	0.60	0.59	0.41
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.77	0.60	0.79	0.80	0.59	0.43
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.05	15.15	10.82	15.24	12.57	23.56

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 2.00-3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีและตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 1.33-3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดเช่นเดียวกับดินบน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 1.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 4.20-16.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 16.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

เท่ากับ 4.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 3.00-6.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 6.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 5 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 3.17 3.10 3.67 และ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 6 และ 7 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 6.13 และ 5.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 3.10-25.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 25.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 3.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.90-5.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 5.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และตำรับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 2.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 50 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	2.33	1.33	7.43	3.17^{c}	9.97	3.60
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	3.00	1.67	4.20	3.10^{c}	6.40	3.10
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	3.00	3.00	14.90	3.67^{bc}	12.33	5.43
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.33	1.33	16.53	6.87^{a}	19.43	5.07
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.00	1.67	9.37	3.00^{c}	3.10	2.90
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.67	1.67	8.53	6.13^{ab}	25.13	5.40
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.33	2.00	7.60	5.73^{abc}	6.53	2.90
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	17.27	35.51	5.35	31.10	3.10	48.02

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 14.33-22.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดเท่ากับ 22.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 14.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 13.00-17.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด เท่ากับ 16.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 13.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 26.00-47.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด เท่ากับ 47.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 26.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 16.33-23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ เท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณเท่ากับ 16.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 21.20-36.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลเช่นเดียวกับปีที่ 2 กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 36.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 21.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน มีค่าอยู่ในช่วง 14.17-19.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 19.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีปริมาณเท่ากับ 14.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 51)

จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ปีของการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 51 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	22.67	15.00	34.67	21.67	29.47	14.67
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	20.67	16.33	27.00	17.67	22.17	18.00
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	19.67	17.67	41.67	16.33	34.50	18.83
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	19.00	14.00	46.67	21.67	36.60	19.17
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	17.67	14.33	33.00	19.33	21.40	18.73
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	14.33	13.33	34.00	23.00	23.30	19.13
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	14.33	13.00	26.00	17.00	21.20	16.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23.62	15.35	27.61	14.39	26.85	33.54

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Ca)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่าปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 60.67-113.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 113.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 60.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 60.00-95.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลเช่นเดียวกับดินบน กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 95.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 60.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) พบว่าปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 43.00-82.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 82.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของ

สถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 43.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 71.67-125.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 125.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 71.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) พบว่าปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 51.13-79.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 79.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณเท่ากับ 51.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 70.80-181.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลเช่นเดียวกับดินบน กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 181.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณเท่ากับ 70.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 52)

จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ปีของการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 52 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	111.00	92.33	51.00	93.33	73.20	113.60
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	60.67	60.00	43.00	71.67	54.97	114.40
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	96.67	75.67	58.33	89.00	51.13	70.80
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	113.33	95.00	82.67	95.00	55.33	106.87
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	100.00	82.00	72.33	125.00	79.20	181.30
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	71.00	84.67	62.00	95.33	61.27	109.30
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	75.33	64.67	69.33	83.33	65.63	116.63
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	35.19	28.98	36.81	38.84	48.91	64.59

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

6) ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Mg)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2557) พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 13.33-23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 13.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 13.00-20.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 20.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 13.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2558) พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 7.00-21.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 21.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 7.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.67-18.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 18.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณเท่ากับ 11.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2559) พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 7.30-13.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 13.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณเท่ากับ 7.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53) ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.43-18.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือเท่ากับ 18.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเช่นเดียวกับดินบน มีปริมาณเท่ากับ 11.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 53)

จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ปีของการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 53 ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนและดินล่างหลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 แปลงยางพารา

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})					
	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน	ดินล่าง
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	22.33	16.67	7.00	13.33	9.80	15.07
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	16.67	13.33	7.00	11.67	11.57	16.53
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	22.00	17.33	21.33	12.67	7.30	11.43
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	20.33	20.33	14.33	13.67	8.03	11.57
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	23.00	16.33	13.00	18.67	13.20	18.03
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	15.00	17.00	11.00	11.67	12.37	12.63
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	13.33	13.00	14.33	12.00	9.40	18.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	28.74	21.22	75.18	35.98	57.49	47.14

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5.3 การเจริญเติบโตและผลผลิตยางพารา

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นเวลา 3 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2559 มีการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลทุกสองเดือน ส่วนข้อมูลผลผลิตยางพารา มีการเก็บข้อมูลผลผลิตน้ำยางพารา และเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content: DRC) ซึ่งมีการเก็บผลผลิตในปีที่ 3 เนื่องจากยางพาราเริ่มให้ผลผลิตได้ ดังนั้นจึงมีข้อมูลผลผลิตยางพาราในปีที่ 3 เพียงปีเดียว ดังนี้

5.3.1 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตยางพาราโดยวัดขนาดรอบลำต้นของยางพาราที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดินก่อนการดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูลขนาดรอบลำต้นยางพาราเฉลี่ยตำรับการทดลองที่ 1 2 3 4 5 6 และ 7 ปรากฏผลดังนี้ 34.60 34.17 36.27 33.90 41.20 31.54 และ 35.21 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการวัดการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นทุก 2 เดือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางทางสถิติของการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นในปีที่ 1 (ปี พ.ศ. 2557) ได้ผลดังนี้

เดือนที่ 3 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 0.46-0.93 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 0.93 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 0.46 เซนติเมตร (ตารางที่ 54)

เดือนที่ 5 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 1.29-2.59 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีมีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 2.59 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 1.29 เซนติเมตร (ตารางที่ 54)

ตารางที่ 54 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 1 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)

ตำรับการทดลอง	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้น (เซนติเมตร)	
	เดือนที่ 3	เดือนที่ 5
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	0.55	1.32
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.46	2.09
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.51	1.80
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.51	1.63
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.93	2.59
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.73	1.36
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.67	1.29
F-test	ns	ns
CV (%)	59.69	42.48

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราในปีที่ 2 ของการทดลอง (ปี พ.ศ. 2558) พบว่า

เดือนที่ 7 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 1.74-2.97 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 2.97 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 1.74 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

เดือนที่ 9 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 2.13-3.45 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 3.45 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 2.13 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

เดือนที่ 11 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 2.33-4.28 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับ

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 4.28 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 2.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

เดือนที่ 13 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 2.50-4.63 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 4.63 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 2.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

เดือนที่ 15 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 2.63-5.18 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราเท่ากับ 5.18 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีค่าเท่ากับ 2.63 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

เดือนที่ 17 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 3.29-5.89 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 5.89 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.29 เซนติเมตร (ตารางที่ 55)

ตารางที่ 55 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 2 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)

ตำรับการทดลอง	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)					
	เดือนที่ 7	เดือนที่ 9	เดือนที่ 11	เดือนที่ 13	เดือนที่ 15	เดือนที่ 17
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	1.75	2.13	2.33	2.50	2.63	3.29
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.31	2.58	2.75	2.99	3.09	3.53
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	1.92	2.92	3.26	3.55	4.15	5.10
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.08	2.80	3.04	3.22	3.69	4.33
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	2.97	3.45	4.28	4.63	5.18	5.89
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.74	2.36	2.98	3.39	4.16	4.92
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	1.84	2.41	3.00	3.65	4.19	4.92
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	31.69	34.66	29.75	28.56	29.36	26.93

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราในปีที่ 3 ของการทดลอง (ปี พ.ศ. 2559) พบว่า

เดือนที่ 19 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 3.60-6.30 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 6.30 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 56

เดือนที่ 21 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 3.89-6.51 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 6.51 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.89 เซนติเมตร (ตารางที่ 56)

เดือนที่ 23 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 4.05-6.63 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีเช่นเดียวกัน ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 6.63 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 56)

เดือนที่ 25 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 4.19-6.98 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีเช่นเดียวกัน ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 6.98 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.19 เซนติเมตร (ตารางที่ 56)

เดือนที่ 27 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราอยู่ในช่วง 5.31-8.02 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีเช่นเดียวกัน ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดเท่ากับ 8.02 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.31 เซนติเมตร (ตารางที่ 56)

จากผลการทดลองแม้ว่าขนาดรอบลำต้นยางพาราในทุกตำรับการทดลองจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าตั้งแต่เดือนที่ 9 ของการทดลองเป็นต้นมา ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราต่ำที่สุด ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เป็นตำรับที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพาราสูงที่สุดตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง

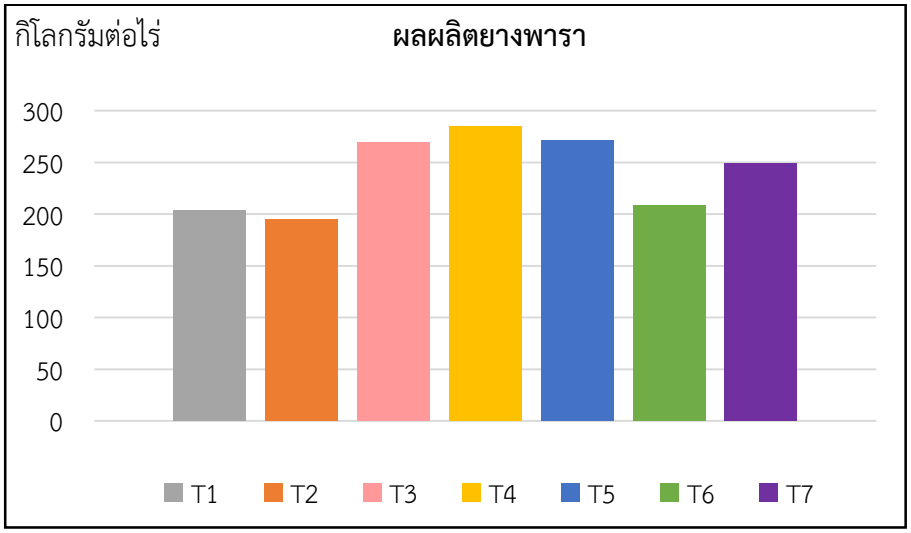
5.3.2 ผลผลิตยางพารา

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นเวลา 3 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2559 ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 ได้ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตน้ำยางพาราหลังจากที่ยางพาราเริ่มให้ผลผลิตในปีแรก จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือเท่ากับ 284.69 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 2 และ 6 ซึ่งให้ผลผลิตเป็น 204.07 194.69 และ 208.71 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 3 5 และ 7 ซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 269.61 271.53 และ 249.03 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่มีผลผลิตต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้ผลผลิตเท่ากับ 194.69 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 57) กราฟผลผลิตยางพาราแสดงไว้ในภาพที่ 3

ตารางที่ 56 การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นยางพารา ปีที่ 3 ของการทดลอง (ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน)

ตำรับการทดลอง	การเพิ่มขึ้นของขนาดรอบลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)				
	เดือนที่ 19	เดือนที่ 21	เดือนที่ 23	เดือนที่ 25	เดือนที่ 27
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	3.60	3.89	4.05	4.19	5.31
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	3.77	4.03	4.19	4.38	5.70
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.35	5.62	5.99	6.54	7.68
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	4.67	5.16	5.45	5.85	7.37
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	6.30	6.51	6.63	6.98	8.02
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.28	5.54	5.98	6.45	7.58
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.62	5.73	6.02	6.75	7.71
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	27.91	27.50	27.71	25.15	23.76

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 3 ผลผลิตยางพารา

จากผลการทดลองพบว่า ตำรับการทดลองที่ 4 เป็นตำรับที่ให้ผลผลิตยางพาราสูงที่สุดอาจเป็นเพราะว่าตำรับการทดลองที่ 4 มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยที่เพียงพอต่อความต้องการของยางพารามากที่สุดและยังมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมด้วย สุรชัย และคณะ (2535) กล่าวว่า การใส่อินทรียวัตถุเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารให้กับดิน และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาความชื้นให้กับดินได้ จึงทำให้ตำรับการทดลองที่ 4 สามารถให้ผลผลิตยางพาราได้สูงที่สุด ถึงแม้ว่าตำรับการทดลองที่ 6 และ 7 จะมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตราที่สูงกว่า คือ อัตรา 4 และ 6

กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แต่ปริมาณธาตุอาหารอาจยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของยางพาราที่อายุมากขึ้นและเริ่มให้ผลผลิต เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน นอกจากนี้ นุชนารถ และคณะ (2551) พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ผลผลิตยางเพิ่มขึ้นจาก 353 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เป็น 438 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (เพิ่มขึ้นร้อยละ 24) และยังช่วยลดค่าปุ๋ยร้อยละ 16 จาก 954 บาทต่อไร่ต่อปี เป็น 800 บาทต่อไร่ต่อปี

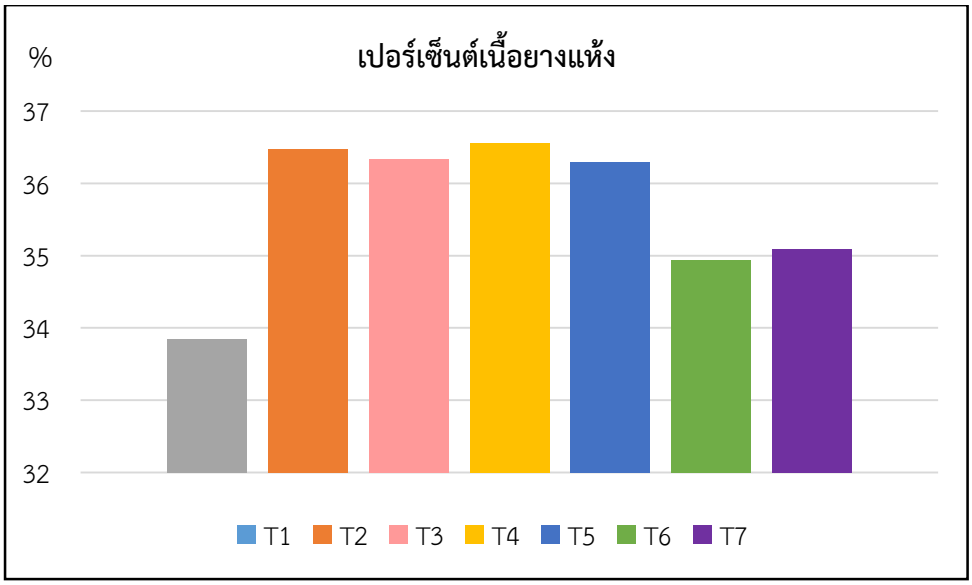
ตารางที่ 57 ผลผลิตยางพารา

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	204.07^{bc}
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	194.69^{c}
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	269.61^{ab}
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	284.69^{a}
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	271.53^{ab}
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	208.71^{bc}
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	249.03^{abc}
F-test	*
CV (%)	14.51

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

5.3.3 เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content: DRC)

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นเวลา 3 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2559 ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 ได้ทำการเก็บน้ำยางพารามาอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content: DRC) หลังจากที่ยางพาราเริ่มให้ผลผลิตในปีแรก จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งสูงที่สุดคือเท่ากับ 36.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเท่ากับ 33.85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 58) กราฟเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งแสดงไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งยางพารา

ตารางที่ 58 เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งยางพารา

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง	33.85
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	36.48
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	36.34
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	36.56
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	36.30
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 4 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	34.94
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	35.09
F-test	ns
CV (%)	6.45

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5.4 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจการปลูกยางพารา

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของยางพาราในแต่ละตำรับการทดลอง ได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉพาะในปีสุดท้ายของการทดลอง (ปี พ.ศ. 2559) ซึ่งเป็นปีแรกที่ยางพาราเริ่มให้ผลผลิต ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นตำรับการทดลองที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเท่ากับ 12,672 และ 10,068 บาทต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเท่ากับ 12,762 และ 8,605 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุด คือเท่ากับ 11,704 และ 2,787 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจปีที่ 3 ของการทดลอง ปลูกยางพารา

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7
1. ค่าวัสดุการเกษตร							
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-17 (2 ครั้ง/ปี)	870	435	0	0	0	0	0
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 22.8-7.6-18.2 (2 ครั้ง/ปี)	0	0	1,854	1,854	927	927	927
ค่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (2 ครั้ง/ปี)	0	2,280	0	2,280	2,280	4,560	6,840
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (ตัดหญ้า) (2 ครั้ง/ปี)	50	50	50	50	50	50	50
2. การดูแลรักษา							
ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (2 ครั้ง/ปี)	200	200	300	300	200	200	200
ค่าแรงใส่อินทรีย์คุณภาพสูง (2 ครั้ง/ปี)	0	300	0	300	300	400	500
ค่าแรงกำจัดวัชพืช (2 ครั้ง/ปี)	200	200	200	200	200	200	200
3. การเก็บเกี่ยว							
ค่าขนส่งผลผลิต	200	200	200	200	200	200	200
ผลผลิต (กก./ไร่)	204.1	194.7	269.6	284.7	271.5	208.7	249.0
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	47	47	47	47	47	47	47
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	9,591	9,150	12,672	13,380	12,762	9,809	11,704
ต้นทุนการผลิต (บาท/กก.)	1,520	3,665	2,604	5,184	4,157	6,537	8,917
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	**8,071**	**5,485**	**10,068**	**8,196**	**8,605**	**3,272**	**2,787**

สรุปผลการทดลอง

ผลการดำเนินการการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจหลักในพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อประเมินทั้งจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตร่วมกับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การปลูกมันสำปะหลัง ในกลุ่มชุดดินที่ 35 วิธีการที่เหมาะสมคือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดิน

2. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย ในกลุ่มชุดดินที่ 35 คือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามคำแนะนำของห้องปฏิบัติการ สำนักงานพัฒนาที่ดิน โดยวิธี Double acid

3. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในกลุ่มชุดดินที่ 35 คือ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินก่อนปลูกข้าวโพด โดยใช้ถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสด

4. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว ในกลุ่มชุดดินที่ 17 ชุดดินเรณู พบว่ามีแนวโน้มการปรับปรุงดินโดยใช้ถ่านแกลบ และถ่านซังข้าวโพด ทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน และ

5. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา ในกลุ่มชุดดินที่ 35 คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

6. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินด้านต่างๆ ยังไม่ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาการทดลองที่น้อยเกินไป และตำรับทดลองที่ใช้ปุ๋ยต่างๆ มีปริมาณการใช้ไม่มากนักจากการประเมินความคุ้มค่าเบื้องต้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เกษตรกรได้รับความรู้ในด้านการจัดการดินและการใช้ปุ๋ย สามารถลดต้นทุนการผลิต
2. เป็นการเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัย
3. เกษตรกรได้รับองค์ความรู้ด้านการพัฒนาที่ดิน
4. องค์ความรู้ทางวิชาการมีการพัฒนาต่อยอดในท้องถิ่น
5. ทรัพยากรดินได้รับการรักษาให้มีความอุดมสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2559. **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. แหล่งที่มา http://brrd.in.th/rkb/contents/view/category: 17/title:index.phpfile=content.php&id=148.Htm. 1 กุมภาพันธ์ 2560.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. **ทำเนียบวงรอบเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2548. **การใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพื่อเกษตรยั่งยืน**. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **รายงานการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพิชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน: เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2549. **รายงานการสำรวจดินงานจัดการทรัพยากรที่ดินบริเวณบ้านน้ำลอก หมู่ที่ 4, 13 ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์.** ส่วนวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2553. **คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2549. **คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับสภาพดินและชนิดของพืช**. สำนักผู้เชี่ยวชาญ สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. **โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช V1.2b ภาคเหนือ**.

_____. 2556. **ทำเนียบวงรอบเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8**. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับ มันสำปะหลัง. เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 13**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2547. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์**. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 11/2547 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2547. **เอกสารวิชาการอ้อย.** สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ**. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2549. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์.** คู่มือปุ๋ยอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2551**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร โครงการการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ.** กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

_____. 2552. **เอกสารคำแนะนำการปลูกอ้อย.** สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____.2553. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

_____. 2553. อ้อย,น.48 *ใน* **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.** เอกสารวิชาการลำดับที่ 001/2553 กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยและพัฒนากาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

_____. มปป. อ้อย. **อ้อยพันธุ์อู่ทอง 84-12**. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/pvp/images/stories/indexpp2518/AnnoDOA_nameplant/t516.pdf,15 , 10 กรกฎาคม 2555.

กระทรวงพลังงาน. ม.ป.ป. **คู่มือการผลิตและการเผาถ่านด้วยเตา 200 ลิตร.** สำนักวิชาการพลังงานภาค 9, พิษณุโลก.

กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8. 2549. **รายงานการสำรวจดินงานจัดการทรัพยากรที่ดินบริเวณบ้านน้ำลอก หมู่ที่ 4, 13 ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์.** สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2552. **เขตการใช้ที่ดิน ตำบลบ่อทอง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2552. **เขตการใช้ที่ดิน ตำบลผักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์. 2540. **การจัดการดินกรดในประเทศไทย.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย. 2550. **สถานการณ์ยางธรรมชาติในตลาดโลก**: สยามธุรกิจฉบับวันที่ 21-23 พ.ย. 2550. แหล่งที่มา: http://www.afet.or.th/v081/thai/news/commodityShow.php?id=165: 17 มิถุนายน 2553

_____. 2553. **มาตรฐานน้ำยางข้น.** แหล่งที่มา: http://www.dsfutures.co.th/?cid=3&pid=18: 9 กันยายน 2553

ทัศนีย์ อัตตนันทน์. 2551. **การใช้ถ่านแกลบปรับปรุงบำรุงดินในยุคปุ๋ยแพงช่วยลดโลกร้อน เทคโนโลยีจากญี่ปุ่น**. วารสารเคหการเกษตร 32 (4) : 222-225.

ทิพานันท์ อุปนิสากร และศิวพร ปรีชา. 2554. **การเจริญเติบโตของดาวเรือง (*Tagetes erecta L.*) ในดินที่ปรับปรุงด้วยถ่านชีวภาพจากไม้หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia (Bojer) Raf.).*** วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นลินี ว่องมงคลฤทธิ์ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ ระวิวรรณ สุวรรณศร และสุชาดา บุญเลิศนิรันดร์. 2547. **การพัฒนาแกลบและถ่านแกลบจากโรงสีข้าวเพื่อประโยชน์ในการเกษตรกรรม.** วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ, พระนครศรีอยุธยา.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2552. **การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน: ดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช.** สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปัทมา วิตยากร. 2543. **ความอุดมสมบูรณ์ของดินขั้นสูง.** ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2551. **เตาเผาถ่านแกลบมหัศจรรย์ สำหรับใช้ผลิตกุนตัง (Kuntan) ในระดับครัวเรือน**. วารสารเคหการเกษตร 32 (5) : 219-223.

ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2542. **พืชเศรษฐกิจ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว.** กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าว และธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. **หลักการและวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2553. **สารปรับปรุงดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

_____. 2556. **สารปรับปรุงดิน.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา วิจารณ์ วิชชุกิจ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์ พิเชษฐ์ ปิยะวุฒิ พูลสงวน จำลอง เจียมจำ นรรจา เอ็จ สโรบล และวัชรี เลิศมงคล. 2542. **ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปรีดี ดีรักษา พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ เทอดศักดิ์ ศุภสารัมย์ และปรัชญา ธัญญาดี. 2533. **การใช้ปุ๋ยหมักอัตราต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีบำรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปรีชา แสงโสดา กมล ต่างใจ สุทิน แก้วบุตรดี จักรพันธ์ ไตรฟื้น สายฟ้า อุทธา ก้อนทอง พวงประโคน และบุตรช่วย สงฆนาม. 2551. **รายงานผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยกระบวนการเกษตรกรมีส่วนร่วม**. จังหวัดเลย.

พัชรี แสนจันทร์ นิภา ธรรมโสม Chhin Phy และดวงสมร ตุลาพิทักษ์. **2558. การใช้ถ่านชีวภาพยูคาลิปตัสและฟางข้าวเพื่อการผลิตข้าวและลดคาร์บอนฟุตปริ้นท์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารแก่นเกษตร**. 43 (ฉบับพิเศษ 1) : 373-379.

ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จินตกานนท์. 2521. **คำบรรยายวิชาธาตุอาหารพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

วิจิตร วังใน. 2552. **ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล.** วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์, กรุงเทพมหานคร.

วิชุตา กัลยาศิริ. 2556. **ผลของถ่านชีวภาพที่มีต่อผลผลิตข้าวและคุณภาพดินเหนียวปนทราย กรณีศึกษาตำบลป่าเด็ง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.**

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ และอรสา สุกสว่าง. 2556. **การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการเกษตร.** วารสารสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ 39 (2) : 212-225.

สถาบันวิจัยยาง. 2552. **คำแนะนำการปลูกยางพาราในพื้นที่ปลูกยางใหม่.** สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

_____. 2553. **ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2554. **โครงการส่งเสริมการปลูกยางพารา.** แหล่งที่มา: http://www2.oae.go.th/restructureArgFunds/support/2549/rubber.pdf, 20 กันยายน 2554.

_____. 2554. **สถิติยางไทย** พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย. แหล่งที่มา: http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.html, 20 กันยายน 2554.

สุรชัย หมื่นสังข์ เจริญ เจริญจำรัสชีพ และจุมพล ยูวะนิคม. 2535. การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดและดินกรด, น. 35-43. *ใน* **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** ศูนย์การพิมพ์พลชัย, กรุงเทพฯ

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2547. **การปลูกยางพาราในพื้นที่แห่งใหม่.** ห้างหุ้นส่วนจำกัดเทพเพ็ญวานิสย์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. บทความทางวิชาการ: **พื้นที่ปลูกยางพาราของไทย.** แหล่งที่มา: http://www.organellelife.com/article_view.php?id=19: 27 กรกฎาคม 2553.

_____. 2554. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปีเพาะปลูก 2552/53**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/prcai/Maize09.xls, 20 กันยายน 2554.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2550. เอกสารคำแนะนำ: **ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547ก**. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1**. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน.

_____. 2547ข. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่** 2. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **คูมือการวิเคราะหตัวอยางดิน น้ำ ปุย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะหเพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินคา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552. **การจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดตามกลุ่มชุดดิน**. แหล่งที่มา: http://r01.ldd.go.th/aya/Data/Onfarm30/Refer/Ref_Corn.pdf, 20 กันยายน 2554.

_____. 2552. **การจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังตามกลุ่มชุดดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2552. **การจัดการดินและธาตุอาหารเบื้องต้นเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยกลุ่มชุดดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2557. **ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 16 (1) : 69-75.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2541. **หลักการผลิตพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อภิรดี อิ่มเอิบ. 2542**. แนวทางปรับปรุงคุณภาพทางเคมีของดินในประเทศไทย** วารสารพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน ปีที่ 36 ฉบับที่ 372 มกราคม – มีนาคม 2542 หน้า 24-38.

อรสา สุกสว่าง. 2552. **เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ: วิธีแก้ปัญหาโลกร้อน ดิน และความยากจนในภาคเกษตรกรรม. การประชุมวิชาการเรื่อง สภาวะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน**, 5-6 พฤศจิกายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์. 2552. **การใช้ถ่านจากการเผาในสภาพอับอากาศในการปรับปรุง**ดิน. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 4(1), 22-37.

อุษา ศรีใส เศกสิน ศรีใส และสุชน คชาทอง. 2551. **ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตยางพาราในดินชุดท่าแซะ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2552. **คู่มือปฏิบัติการการสำรวจดิน.** พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. **ปุ๋ยกับเกษตรและสิ่งแวดล้อม.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไอลดา เรนเรือง. 2550. บทความวิชาการ: **สภาพแวดล้อมต่อการปลูกยาง.** แหล่งที่มา: http://www.yangpara.com/2550/article/view.php?No=1&ArticleType=: 29 กรกฎาคม 2553.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. *In* A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. 2nd ed. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

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

Gosling, P. and M, Shepherd. 2005. **Long-term changes in soil fertility in organic arable farming system in England, with particular reference to Phosphorus and Potassium**. Agriculture Ecosystems and Environment. 105: 425-432.

Islam, A. F. M. S., Kitaya, Y., Hirai, H., Yanase, M., Mori, G., and Kiyota, M. 1999**. Effects of placing rice husk charcoal inside soil ridges for soil aeration and growth and yield of sweet potato in wet lowland**. *Journal of Root Crops,* 25 (1), 85-97.

Jackson, M. L. 1958. **Soil chemical analysis**. Prestige – Hall, Inc., New York. USA.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand.** Dept. of Land Development, Ministry of Agri. and Coop., Bangkok.

Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity, pp. 914-926. *In* C.A. Black (ed.) **Methods of Soil Analysis Part 2.** American society of Agronomy, Inc., Publisher. USA.

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual.** US. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. USA.

Steiner, C. 2009. **Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish a carbon sink-research and perspects.** *Soil Ecology Research Development*, 1-4.

Walkley, A. and I. A. Black. 1947. **Chromic acid titration method for determination of soil organic matter.** Soil. Sci. Amer. Proc. 63:257.