



รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน

โครงการวิจัย

การใช้สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) และการขยายเชื้อสารเร่ง พด.3

ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตขิงบนพื้นที่สูง

Using soil conditioner (dolomite) and microbial activator super LDD3 combine with chemical fertilizers according to soil analysis for increasing Ginger yield on high land

โดย

นายเศรษฐภัทร์ บุญชู

นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ

กรมพัฒนาที่ดิน

นายบุญเดียว บุญหมั่น

นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

กรมพัฒนาที่ดิน

นายสาริต กาละพวก

นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

กรมพัฒนาที่ดิน

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 64-66-03-12-010000-020-107-02-23

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ธันวาคม 2567

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 - 2566

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญตารางผนวก	ง
แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์	1
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
หลักการและเหตุผล	5
วัตถุประสงค์	6
การตรวจเอกสาร	6
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	12
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการวิจัยและวิจารณ์	18
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	40
ประโยชน์ที่ได้รับ	40
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติภูมิอากาศ ณ แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ (ปี พ.ศ. 2564-2566)	13
2	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	18
3	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	19
4	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	20
5	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน	21
6	ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	22
7	ร้อยละความอิ่มตัวเบส	23
8	เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง	24
9	เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองปีที่ 1	24
10	เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองปีที่ 2	25
11	เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองปีที่ 3	25
12	ความสูงของต้นขิง	26
13	จำนวนต้นขิงต่อแปลง	27
14	ผลผลิตขิง ปีที่ 1	28
15	ปริมาณเชื้อ <i>Ralstonia</i> sp. (CFU/g) หลังการทดลอง	29
16	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 1	31
17	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 2	34
18	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 3	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟน้ำฝนรายปีแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	13
2	กราฟอุณหภูมิสูงสุดแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	14
3	กราฟอุณหภูมิต่ำสุดแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	14
4	ภาพหน้าตัดดิน (soil profile) ชุดดินภูเรือในพื้นที่แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	15

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สมบัติของดินตามชั้นหน้าตัดดิน (soil profile) แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์	45
2	เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน	46
3	เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1)	46
4	เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	46
5	เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	47
6	เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	47
7	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)	47
8	ร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation)	48
9	วิธีคัดคะแนนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน	48
10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 1	48
11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 2	49
12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 3	49
13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 1	49
14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 2	49
15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 3	50
16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 1	50
17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 2	50
18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 3	50
19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 1	51
20	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 2	51
21	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 3	51
22	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 1	51
23	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 2	52
24	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 3	52

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
25	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอึดตัวเบส ปีที่ 1	52
26	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอึดตัวเบส ปีที่ 2	52
27	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอึดตัวเบส ปีที่ 3	53
28	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 1	53
29	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 2	53
30	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 3	53
31	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นซิง ปีที่ 1	54
32	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นซิง ปีที่ 2	54
33	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นซิง ปีที่ 3	54
34	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตซิง ปีที่ 1	54
35	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเชื้อ <i>Ralstonia</i> sp. ปีที่ 3	55

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัย 64-66-03-12-010000-020-107-02-23

ชื่อโครงการวิจัย การใช้สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) และการขยายเชื้อสารเร่ง พด.3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตชิงบนพื้นที่สูง

ผู้รับผิดชอบ นายเศรษฐภัทร์ บุญชู

หน่วยงาน สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน

ที่ปรึกษาโครงการ นายเมธิน ศิริวงศ์ หน่วยงาน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน

ผู้ร่วมดำเนินการ 1.นายบุญเดียว บุญหมั่น นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8
กรมพัฒนาที่ดิน
2.นายสาธิต กาละพวก นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน

เริ่มต้น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 ปี 6 เดือน

สถานที่ดำเนินการ บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

พิกัด N 714967 m E 1864071 m ชุดดิน ภูเรือ (Pur) กลุ่มชุดดินที่ 35

จำแนกดิน Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Typic Paleustults

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2564	-	148,600	148,600
2565	-	112,400	112,400
2566	-	169,000	169,000
รวม	-	430,000	430,000

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
(ตามขั้นตอนการจัดสรรงบประมาณประจำปี)

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....

(นายเศรษฐภัทร์ บุญชู)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....

(นางสุพัตรา บุรีรัตน์)

ประธานคณะกรรมการด้านวิชาการระดับหน่วยงาน

วันที่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2567

ทะเบียนวิจัยเลขที่	64-66-03-12-010000-020-107-02-23
ชื่อโครงการวิจัย	การใช้สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) และการขยายเชื้อสารเร่ง พด.3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตขิงบนพื้นที่สูง Using soil conditioner (dolomite) and microbial activator super LDD3 combine with chemical fertilizers according to soil analysis for increasing Ginger yield on high land
กลุ่มชุดดินที่	35 ชุดดิน ภูเรือ (Phu Ruea Series)
สถานที่ดำเนินการ	บ้านห้วยน้ำขาว หมู่ที่ 1 ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้รับผิดชอบโครงการ	นายเศรษฐภัทร์ บุญชู Mr. Setthaphat Bunchu
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายบุญเดียว บุญหมั่น Mr. Boondeaw Boonmun นายสาธิต กาละพวก Mr. Sathit Kalapuak

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการใช้สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) และการขยายเชื้อสารเร่ง พด.3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตขิงบนพื้นที่สูง ในพื้นที่บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2566 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติดินทางเคมีก่อนและหลังการทดลอง การเจริญเติบโตและผลผลิตขิงบนพื้นที่สูง และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวในขิง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design - RCBD) จำนวน 9 ดำรับ 3 ซ้ำ ได้แก่ ดำรับที่ 1 แปลงควบคุม ดำรับที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.3 และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท ดำรับที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และดำรับที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท

ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตและผลผลิตขิง พบว่า ทุกปีความสูงขิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทุกดำรับการทดลอง สำหรับผลผลิตเก็บเกี่ยวเฉพาะปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยดำรับที่ 9 ให้ผลผลิตสูงสุด 3,231.11 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* พบว่า ปีที่ 1 และ 2 ตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าว แต่พบเชื้อปีที่ 3 พบว่ามี แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

ABSTRACT

Research on the use of soil improvers (dolomite) and the growth of accelerator P.D.3 along with the application of chemical fertilizers according to Soil analysis costs to increase ginger production in highland areas In the area of Ban Huai Nam Khao, Khek Noi Subdistrict, Khao Kho District, Phetchabun Province. It was conducted from October 2021 to March 2023, which aimed to study the chemical soil properties of ginger plantations. Studying the growth and yield of ginger in highland areas. The randomized experiment was planned in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 9 experimental treatments, 3 replications, T1: control plot, T2: using chemical fertilizer application according to farmers' methods, T3: using chemical fertilizer at the recommended rate according to the soil analysis value, T4: using chemical fertilizer at the recommended rate according to the soil analysis value. Together with dolomite cement, T5: using chemical fertilizer at the recommended rate according to soil analysis values. together with super accelerator P.D.3 at the rate of 100 kilograms per rai, T6: using chemical fertilizer at the recommended rate based on soil analysis values. Together with dolomite cement and super accelerator P.D.3 at a rate of 100 kilograms per rai, T7: using chemical fertilizer at the recommended rate according to soil analysis values. Together with dolomite cement and super accelerator P.D.3 at the rate of 100 kilograms per rai. and plant vetiver grass between the plots across the slope, T8: using chemical fertilizer at $\frac{1}{2}$ of the recommended rate based on soil analysis values along with dolomite cement and Super P.D.3 accelerator at the rate of 100 kilograms per rai, T9: using chemical fertilizer at $\frac{1}{2}$ of the recommended rate based on soil analysis values. together with dolomite cement and super accelerator P.D.3 at the rate of 100 kilograms per rai. and planted vetiver grass between the plots across the slope.

The results of the study found that changes in the chemical properties of soil include soil pH. organic matter available phosphorus and available potassium in the soil tends to increase the growth and yield of ginger were significantly different every year in every experimental treatment. the harvested products only in 1st year, the differences were found to be very significant in statistics, with formula 9 giving the yield of 3,231 kg/rai. As for the amount of *Ralstonia solanacearum*, i that the 1st and 2nd years did not detect the bacteria. But the 3rd year were found, but no statistical difference was found.

หลักการและเหตุผล

ชิงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก จึงเป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออกตลาดต่างประเทศ มีความต้องการชิงที่ผลิตจากประเทศไทย เนื่องจากมีคุณภาพดีกว่าประเทศอื่น ๆ ชิงจึงเป็นพืชที่มีราคาดี ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของชิงเพื่อการส่งออกเป็นสิ่งสำคัญ แต่การพัฒนาการผลิตชิงประสบปัญหาสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก คือชิงที่ผลิตได้ส่วนใหญ่คุณภาพยังไม่ได้มาตรฐาน ทั้งในการผลิตชิงอ่อน และชิงแก่ เนื่องจากขาดความรู้ในเทคโนโลยีในการจัดการการผลิต รวมทั้งปัญหาสำคัญที่ทำให้ความเสียหายให้แก่ผู้ผลิตชิงเป็นอย่างมาก คือโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ซึ่งเชื้อสาเหตุของโรคนี้นำมาซึ่งการผลิตรองชึ่งเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง เนื่องจากเชื้อสามารถอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน และยังติดไปกับหัวพันธุ์ ซึ่งจุดนี้เป็นปัญหาที่สำคัญต่อการผลิตชิง (บุรณิ และคณะ, 2556) จากรายงานสถิติ (กรมศุลกากร, 2561) รายงานว่า ในปี 2561 ประเทศไทยส่งออกชิงสดมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ประมาณ 73,524.55 ตัน มูลค่าผลผลิต 2,778.72 ล้านบาท และนำเข้า 4,224.89 ตัน มูลค่า 93.86 ล้านบาท ซึ่งประเทศไทยมีข้อได้เปรียบ คือชิงในประเทศไทยมีคุณภาพสูง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์แปรรูป แต่เสียเปรียบในด้านต้นทุนการผลิตสูง ในปี 2561 มีพื้นที่ปลูกจำนวน 6,312 ไร่ แหล่งผลิตภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย เพชรบูรณ์ พิจิตร โลก น่าน ตาก พะเยา ลำพูน เชียงใหม่ ลำปาง และ ภาคอีสาน ได้แก่ จังหวัดเลย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561) ซึ่งลักษณะการปลูกส่วนใหญ่เป็นที่เนินเขา มีความลาดชันสูง และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงผลิต

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ พบว่าชิงสามารถปลูกได้เพียงฤดูเดียว เนื่องจากพื้นที่ที่มีการปลูกชิงมาแล้วมีการสะสมของโรค โดยเฉพาะโรคเหี่ยว มีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* จะพบการเกิดโรคในชิงตั้งแต่ระยะประมาณ 4 เดือน หลังจากปลูกเป็นต้นไป ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ หรือถึงขั้นไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายกว่า 60,000 บาทต่อไร่ หลังจากนั้นต้องหาพื้นที่ปลูกใหม่ โดยการเช่า หรือ การแผ้วถางป่า และเผาทำลายวัชพืช เพื่อปลูกในฤดูถัดไป ซึ่งเป็นผลมาจากดินเสื่อมโทรมและขาดความอุดมสมบูรณ์ และมีโรคสะสมในแปลงที่เคยมีการปลูกชิงมาก่อน จำเป็นต้องปล่อยพื้นที่ทิ้งไว้ 3-5 ปี จึงจะปลูกชิงได้อีกครั้ง (ลัดดาวัลย์, 2558)

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงบำรุงดินบนพื้นที่สูง เพื่อให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงสามารถทำการเกษตรอย่างปลอดภัยและยั่งยืน โดยการใช้นวัตกรรมของกรมพัฒนาที่ดินมาใช้ในการวิจัย ต่อยอด และส่งเสริมแก่เกษตรกร เช่น การใช้โดโลไมท์ปรับปรุงดินในพื้นที่ดินกรด การใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 สำหรับควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากและโคนเน่าของพืช ซึ่งสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน โดยสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืชที่ทำให้เกิดอาการรากหรือโคนเน่า และแปรสภาพแร่ธาตุในดินบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ เชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) และบาซิลลัส (*Bacillus* sp.) การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพิชในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดความยั่งยืน เพื่อให้สอดคล้องตามแนวทางที่กำหนดในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติดินทางเคมีก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของชิงบนพื้นที่สูง
3. เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ในแปลงปลูกชิง
4. เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตชิง

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบัน การทำการเกษตรบนพื้นที่สูงยังเป็นปัญหาสำคัญในด้านการพัฒนาพื้นที่ทางการเกษตร และพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ ของทรัพยากรธรรมชาติ และความเป็นอยู่ที่ดีของเกษตรกร เกษตรกรบนพื้นที่สูงของจังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่เป็นชนเผ่าม้ง อาศัยอยู่ที่ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อาชีพทางการเกษตร ปลูกกะหล่ำ และชิงเป็นหลัก นอกนั้นเป็นข้าวเหนียวดำ และข้าวไร่ ทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน เมื่อดินในพื้นที่เกิดความเสื่อมโทรมก็จะปล่อยพื้นที่เดิมทิ้งร้าง และย้ายหาที่ทำกินใหม่ที่อุดมสมบูรณ์กว่า โดยการแผ้วถางป่าและเผาทำลายวัชพืช เพื่อทำการเกษตร

ลักษณะภูมิประเทศของตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีความลาดชันสูง พื้นที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เกิดดินถล่มในช่วงฝนตกหนัก ลักษณะดินเป็นดินทรายปนดินเหนียว และมีความเป็นกรดรุนแรง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิตทางการเกษตรต่ำ และลำห้วยต้นเขิน ขาดแคลนน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรในฤดูแล้ง มีการทำไร่หมุนเวียน การตัดไม้แผ้วถางป่าเพื่อปลูกข้าวไร่ กะหล่ำปลีและชิง เกษตรกรมีรายได้ต่ำ ไม่พอเพียงต่อการดำรงชีพ จำเป็นต้องไปเช่าที่ทำกินนอกเขตตำบล และบุกรุกป่าเพื่อทำการเกษตร (อบต.เข็กน้อย, 2560)

เกษตรกรตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการใช้ประโยชน์ที่ดินติดต่อกันเป็นเวลานาน และขาดการปรับปรุงบำรุงดิน รวมทั้งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันตั้งแต่ 5 จนถึงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่าย เป็นสาเหตุที่ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลง เกิดความเสื่อมโทรมของดิน เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรง (pH 4.0) ส่งผลให้ต้นทุนการเกษตรสูงขึ้น โดยได้ปริมาณผลผลิตคงที่หรือลดลง ซึ่งเป็นปัญหาที่เกษตรกรประสบในปัจจุบัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการดินเป็นกรณีพิเศษกว่าดินทั่วไป จึงจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก และให้ผลผลิตดีเท่าที่ควร (กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน, 2562)

ชิงเป็นพืชอาหาร สมุนไพร และใช้ในการแพทย์ เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก ปี 2557 มีปริมาณการส่งออก 26,802 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,249 ล้านบาท ปี 2558 มีปริมาณการส่งออก 21,202 ตัน คิดเป็นมูลค่า 873 ล้านบาท ในปี 2559 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออก 44,387 ตัน คิดเป็นมูลค่า 981 ล้านบาท (สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2562) ไปสู่ตลาดในกลุ่มประเทศยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น และ

กลุ่มประเทศในตะวันออกกลาง ซึ่งปัญหาที่สำคัญในการปลูกซิง คือ ไม่สามารถปลูกซ้ำที่เดิมได้ เนื่องจากมีการสะสมของโรค

ซิง (Ginger) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zingiber officinale* Roscoe. วงศ์ : ZINGIBERACEAE ชื่อสามัญ : Ginger ชื่อท้องถิ่น : ซิงแกลง ซิงแดง (จันทบุรี) ซิงเผือก (เชียงใหม่) สะเอ (แม่ฮ่องสอน) ซิงบ้าน ซิงแครง ซิงป่า ซิงเขา ซิงดอกเดียว (ภาคกลาง) และ เกีย (จีนแต้จิ๋ว) ลักษณะทั่วไป เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีขาวนวล ต้น ใบ และช่อดอกคล้ายไพลมาก ใบเรียวยาวแคบ ปลายใบแหลม ช่อดอกเป็นตุ่มกลมคล้ายเกล็ดปลา มีดอกสีเหลืองแทรกตามเกล็ด มีการแทงหน่อหรือลำต้นเทียมขึ้นเป็นกอ ประกอบไปด้วยกาบหรือโคนหุ้มซ้อนกัน

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูก ซิงชอบอากาศร้อนชื้น ต้องการดินร่วนซุยและอุดมสมบูรณ์ เช่น ดินร่วนปนทราย มีความชื้นสูง ระบายน้ำดี ไม่ชอบดินเหนียวจัด ที่ลุ่มหรือพื้นที่มีน้ำขัง ถ้าใช้ซิงอ่อน ควรปลูกในดินทรายหยาบ ได้แดดรำไรจะไม่แก่เร็ว ถ้าโดนแดดจัดจะออกดอกและแก่เร็วเกินไป

การปลูกและดูแลรักษา ใช้เหง้าซิงหรือหัวพันธุ์จากซิงแก่อายุ 10-12 เดือน เอามาผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำมาหั่นเป็นท่อน ๆ ยาวท่อนละ 2 นิ้ว มีตาติดอยู่ 2-3 ตา ทำการปลูกในช่วงต้นฝนหรือก่อนฤดูฝนเล็กน้อย ในราวเดือนมีนาคม-พฤษภาคม เตรียมดินโดยพรวนดิน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก กากถั่ว เพื่อให้ดินร่วนซุย ปุ๋ยคอกที่ใช้ต้องสะอาด ระยะปลูกระหว่างแถวระหว่างต้น 30×30 เซนติเมตร ขุดหลุมปลูกลึก 5-7 เซนติเมตร นำหัวพันธุ์มาปลูกในหลุม ตั้งด้านที่จะแตกหน่อขึ้น กลบดินหนา 2-5 เซนติเมตร ใช้ฟางหรือหญ้าแห้งคลุมแปลงทั้งในร่องและสันร่อง เพื่อรักษาความชื้น เมื่อซิงอายุได้ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยคอกและกลบดินที่โคน หลังจากนั้นอีก 1 เดือน ทำการกลบโคนอีกครั้ง เป็นการกระตุ้นให้ซิงแตกหน่อและช่วยให้แข็งแรง

โรคเน่าของซิง ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ในแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ทำให้เกิดโรคเหี่ยวที่ก่อความเสียหายกับพืชปลูกหลายชนิด ตั้งแต่พืชเศรษฐกิจจนถึงวัชพืชมากกว่า 500 ชนิด ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่แบคทีเรียเข้าทำลาย สภาพแวดล้อม และสายพันธุ์ของแบคทีเรีย ในประเทศไทยมีพืชหลายชนิดที่เป็นพืชอาศัยของแบคทีเรียสาเหตุโรคนี้ โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจของประเทศ ได้แก่ มันฝรั่ง ซิง ปทุมมา เป็นต้น การป้องกันกำจัดโรคนี้ทำได้ยาก เนื่องจากแบคทีเรียสาเหตุโรค สามารถมีชีวิตอยู่ในดินเป็นเวลานาน และมีพืชอาศัยกว้าง ไม่มีสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่มีประสิทธิภาพสูง ในการควบคุมโรค มีรายงานการใช้พันธุ์ต้านทาน การเกษตรกรรมและการใช้ชีววิธีในการควบคุมโรค ซึ่งพบว่าการใช้ชีววิธีควบคุมโรคเหี่ยวมีความเป็นไปได้สูง และเป็นที่ยอมรับอย่างมาก การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดโรคพืช ที่ช่วยลดปัญหาการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ไม่ถูกต้อง และเป็นการนำเอาจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ในการควบคุมสาเหตุโรคพืชทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย จนกระทั่งผลิตรูปแบบผลิตภัณฑ์ และจำหน่ายเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย เช่น เชื้อรา *Trichoderma* sp. และแบคทีเรีย *Bacillus* sp. เป็นต้น (บุรณี และคณะ, 2556)

การเก็บเกี่ยว ชิงอ่อน จะเก็บได้เมื่ออายุประมาณ 5-6 เดือน หรือในราวเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม มักจะเก็บหลังฝนตกเพราะดินนุ่ม ถ้าฝนไม่ตกต้องรดน้ำก่อน การเก็บใช้มือถอนขึ้นมาทั้งกอ ไม่นิยมใช้เครื่องมือเพราะจะทำให้ชิงหัก ชิงแก่จะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 11-12 เดือน ให้สังเกตว่าใบและลำต้นเริ่มมีสีเหลือง และเหี่ยวเฉา ซึ่งจะตกอยู่ในราวเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ดินในช่วงนั้นค่อนข้างแห้ง ควรรดน้ำให้ดินชุ่ม ก่อนใช้จอบหรือเสียมขุดดินรอบๆ กอชิงแล้วจึงถอนขึ้นมา

ปรับปรุงบำรุงดิน หมายถึง การพัฒนาที่ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตรให้สามารถใช้ทำการเพาะปลูกให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติ หรือ ปรับปรุงบำรุงดินให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะในการปลูกพืชให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างยั่งยืน การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นระยะเวลานานโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน จะส่งผลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยหลักการปรับปรุงบำรุงดิน คือ การจัดการเพื่อบำรุงสภาพ ทำให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ต้องการปลูกในดินเดียวกัน หากปลูกพืชต่างชนิดกันอาจจะมีรายละเอียดของการปรับปรุงดินต่างกัน ดังนั้น ควรมีการตรวจสอบดินและวิเคราะห์ดินซึ่งจะนำไปสู่วิธีการปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมจำเป็นต้องมีการปรับปรุงบำรุงดินอย่างต่อเนื่อง ถูกวิธี และเหมาะสมตามลักษณะและสมบัติของดิน ในดินที่มีข้อจำกัด เช่น ดินเค็ม ดินเปรี้ยวจัด และดินดาน จำเป็นต้องมีการจัดการเฉพาะ เพื่อแก้ไขข้อจำกัดในดินนั้นก่อน แต่สำหรับดินทั่วไป การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อให้เหมาะสมสำหรับพืชที่ต้องการปลูกและสภาพพื้นที่ปลูก ควรเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบสมบัติของดินและการวิเคราะห์ดิน ทั้งนี้ ผลการตรวจสอบและการวิเคราะห์ดินดังกล่าวจะนำไปสู่วิธีการหรือแนวทางการปรับปรุงบำรุงดินที่เหมาะสมต่อไป โดยการปรับปรุงบำรุงดินแบ่งได้ ดังนี้

1) การปรับปรุงดินทางกายภาพ คือ การปรับสภาพโครงสร้างของดินให้อ่อนนุ่มต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ทำให้มีช่องว่างสำหรับการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศได้ ซึ่งตามอุดมคติควรมีช่องว่างสำหรับน้ำและอากาศอยู่ราวครึ่งหนึ่งขององค์ประกอบดิน โดยทั่วไปการปรับปรุงดินให้มีช่องว่างอาศัยการไถพรวนดิน แต่หากต้องการให้โครงสร้างดินมีช่องว่างในระดับที่เหมาะสมอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องอาศัยอินทรีย์วัตถุในดินในการสร้างเม็ดดินจนประกอบเป็นโครงสร้างดิน ดังนั้นการปรับปรุงบำรุงดินทางกายภาพ จึงจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเพิ่มหรือรักษาระดับของอินทรีย์วัตถุในดินให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม ในกรณีของดินเนื้อละเอียดผิวดินแน่นทึบมีการระบายน้ำไม่ดี หากต้องการจัดการดินให้สามารถระบายน้ำได้ดีขึ้น สามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ช่วยสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินได้ ขณะที่ดินเนื้อหยาบไม่เก็บกักน้ำและธาตุอาหาร หากต้องการจัดการดินเพื่อให้ดินสามารถเก็บกักน้ำและธาตุอาหารได้ดีขึ้น สามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 และการไถกลบตอซัง ซึ่งจะช่วยในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้เช่นกัน (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงบำรุงดิน, 2564)

2) การปรับปรุงบำรุงดินทางด้านเคมี คือ การปรับสภาพของดินให้สามารถรองรับกิจกรรมทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตซึ่งรวมถึงพืชและดินด้วย เป็นการทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอและสมดุล ธาตุอาหารต่าง ๆ สามารถละลายและเป็นประโยชน์ได้ หรือการจัดการเพื่อลดโอกาสในการสูญเสียธาตุอาหาร ดังนั้น หากดินขาดความอุดมสมบูรณ์สามารถปริมาณธาตุอาหารได้ด้วยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งนี้

ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ควรสอดคล้องกันระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ความต้องการธาตุอาหารของพืช และอัตราการสูญเสียปุ๋ยของดิน จึงควรมีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน กรณีดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง ไม่เหมาะสมต่อชนิดพืช เช่นถ้าดินเป็นกรด ควรแก้ไขด้วยการใส่ปูนเพื่อยกระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้สูงขึ้น ทำให้ธาตุอาหารละลายออกมามากขึ้น หรือหากดินมีปัญหาการตรึงธาตุอาหาร หรือธาตุอาหารอยู่ในรูปที่ละลายได้ยาก สามารถจัดการด้วยการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ในการช่วยการละลายธาตุอาหารได้

3) การปรับปรุงบำรุงดินด้านชีวภาพ โดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ และมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสังเคราะห์สารประกอบธาตุอาหารพืชได้เอง หรือสามารถเปลี่ยนธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ให้มาอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยชีวภาพ อาทิเช่น

3.1) ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการผลิต ที่ใช้อุณหภูมิสูงถึงระดับที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งที่เป็นโรคพืช โรคสัตว์ และโรคนมนุษย์ รวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ไปด้วย จากนั้นนำจุลินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นปุ๋ยชีวภาพที่เลี้ยงไว้ในสภาพที่ปลดปล่อยเชื้อมาผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าว และทำการหมักต่อไปจนกระทั่งจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปในปีหมักมีปริมาณคงที่ จุลินทรีย์เหล่านี้นอกจากจะช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้แก่พืชแล้ว ยังช่วยผลิตสารฮอโมนพืชเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืช และจุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถควบคุมโรคพืชในดิน และกระตุ้นให้พืชสร้างภูมิคุ้มกันโรคอีกด้วย

3.2) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินมีไว้บริการเกษตรกรจำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ คือ ไรโซเบียมสำหรับปอเทือง และไรโซเบียมสำหรับโสนอัฟริกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ 1 ซอง (100 กรัม) ต้องนำไปขยายเชื้อในกองปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม เป็นเวลา 4 วันในที่ร่ม แล้วนำไปใช้ อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

3.3) กลุ่มจุลินทรีย์ช่วยเพิ่มธาตุอาหารและฮอโมนพืช คือ ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ให้ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุโพแทสเซียม และฮอโมนพืช ซึ่งผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ใน 1 ซอง (100 กรัม) ต้องนำไปขยายเชื้อปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัม เป็นเวลา 4 วัน ในที่ร่ม และอัตราการใช้สำหรับข้าว 300 กิโลกรัมต่อไร่ พืชไร่ พืชผัก พืชอาหารสัตว์ ใช้อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และในไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ใช้อัตรา 3-5 กิโลกรัมต่อไร่

4) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยระบบพืชคลุมดิน (Cover cropping) คือ การปลูกหญ้าหรือพืชตระกูลถั่วคลุมดิน ซึ่งจะช่วยควบคุมการกร่อนของดิน และช่วยปรับปรุงบำรุงดินได้ เช่น การปลูกถั่วคุดซุ (Kudzu) ถั่วคาโลโปโกเนียม (Calopogonium) และถั่วเวอร์นาโน (Verano) ปลูกคลุมดิน จะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นในดินได้

5) การปรับปรุงดินด้วยระบบพืชเหลื่อมฤดู (Relay cropping) คือ การปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยพืชชนิดที่สองจะปลูกในระหว่างแถวของพืชแรกซึ่งอยู่ในช่วงสะสมน้ำหนักรวมของผลผลิตแต่ยังสุกแก่ไม่เต็มที่

6) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยการปลูกพืชระหว่างแถบบำรุงดิน (Alley cropping) คือ การปลูกพืชระหว่างแถบบำรุงดิน ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย และต้องการปลูกพืชตามแนวระดับ

7) จุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยใช้สารเร่งชุปเปอร์ พด.3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน มีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในดินในสภาพน้ำขัง ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดทำให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่า ประกอบด้วย เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) และ เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส (*Bacillus* sp.) กลไกการควบคุมโรคพืชของกลุ่มจุลินทรีย์ในสารเร่งชุปเปอร์ พด.3 ดังนี้

7.1 เข้าทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้โดยตรง เส้นใยของเชื้อราไตรโคเดอร์มา เจริญอย่างรวดเร็วเข้าปกคลุมเชื้อสาเหตุโรคพืช จากนั้นจะสร้างโครงสร้างที่ทำหน้าที่ดูดของเหลวภายในเซลล์ของเชื้อสาเหตุโรคพืชเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร

7.2 มีความสามารถในการแข่งขันการใช้อาหารและเจริญเติบโตได้ดีกว่าเชื้อสาเหตุโรคพืช ทำให้แหล่งอาหารของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินถูกจำกัด และเชื้อสาเหตุโรคพืชไม่สามารถเจริญได้ในที่สุด

7.3 สามารถสร้างสารปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน ทำให้เชื้อสาเหตุโรคพืชไม่สามารถแพร่กระจายได้

8. สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) ปูนโดโลไมท์ หรือแคลเซียมแมกนีเซียมคาบอเนต [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)$] ได้จากการนำหินปูนที่มีองค์ประกอบของ [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)$] มาบดละเอียด ปูนกลุ่มนี้เมื่อละลายน้ำจะให้ธาตุแมกนีเซียมออกมาด้วยประโยชน์ของการใส่ปูนลงไปในดินกรดนั้นจะมีอิทธิพลส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายด้าน คือ

8.1 เป็นอิทธิพลโดยตรงจากการเพิ่มระดับ Ca และ Mg ที่มากับปูนให้แก่พืช โดยเฉพาะในกรณีที่ดินมีระดับ Ca และ Mg ต่ำอยู่แล้ว

8.2 สิ่งที่เป็นพืชต่าง ๆ ซึ่งมีมากอยู่ในดินกรดนั้นถูกทำให้ลดลง จนไม่เป็นอันตรายต่อพืช ดังนั้นพืชจึงเจริญเติบโตได้ดี

8.3 โรคพืชบางชนิดระบาดในดินกรด จะเจริญลุกลามได้ช้าลงเมื่อมีการใส่ปูน

8.4 การใช้ปูนในดินกรดจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินสูงขึ้น

8.5 ปูนช่วยทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปได้ดีขึ้น ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชจะใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลัดดาวลัย อินทร์สังข์ (2553) ได้ศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีการผลิตขี้คุณภาพ เพื่อหาเทคโนโลยีที่สามารถแก้ปัญหาในการผลิตขี้ให้ได้คุณภาพ มีจุดประสงค์หลักคือ การหาแนวทางแก้ปัญหาโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ในการผลิตขี้ รวมทั้งหาเทคโนโลยีในด้านอื่น เพื่อสามารถทำให้การผลิตขี้เป็นไปอย่างมีคุณภาพ ได้ดำเนินการสำรวจรวบรวมพันธุ์ขี้ที่มีการปลูกในประเทศไทยในแหล่งปลูกต่าง ๆ ที่มีแนวโน้มที่จะทนทานต่อโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* พบว่าพันธุ์จากจังหวัดเลย มีแนวโน้มทนทานโรคได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 590 กิโลกรัมต่อ 100 ตารางเมตร การจัดการโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* การเตรียมดินใช้ยูเรียและปุ๋ยขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการอบดิน จุ่มหัวพันธุ์ด้วยเชื้อ *B. subtilis* สายพันธุ์ ดินรากล้วย no.4 อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ w/v และรดแปลงปลูกหลังปลูกขี้ทันที แล้วรดซ้ำทุก ๆ 30 วัน ถ้าเริ่มพบการเกิดโรคเหี่ยวให้รดด้วยเชื้อ *B. Subtilis* ทุกสัปดาห์ และขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงและเผาทำลาย การศึกษาการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อลดความรุนแรงของโรคนั้น พบว่า การปลูกข้าวไร่ ถั่วเหลือง ก่อนมีการปลูกขี้ ในพื้นที่เดิมสามารถให้ผลผลิตขี้ได้ดี มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าลดลง การศึกษาพืชตระกูลกะหล่ำ ที่มีสาร isothiocyanates (ITCs) สามารถยับยั้งเชื้อ *R. solanacearum* ในห้องปฏิบัติการนั้น พบว่า ขุนฉาย (ผักโขมจีน) #77 สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีแบคทีเรีย Rs. ได้ดีที่สุด การบริหารจัดการวัชพืชในแปลงปลูกขี้ นั้น พบว่าควรทำการป้องกันกำจัดวัชพืชตั้งแต่ขี้ยังเล็กจะควบคุมวัชพืชได้ดี ทำให้ทุนค่าใช้จ่ายสามารถป้องกันกำจัดได้ดีและง่าย ในการควบคุมวัชพืช นอกจากนี้การทดสอบการใช้ปุ๋ยพบว่าการใช้ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขี้อายุ 1 และ 2 เดือนร่วมกับปุ๋ย 0-10-30 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขี้อายุ 3 และ 4 เดือน (N 26 P₂O₅ 46 K₂O 102 กิโลกรัม) ทำให้ขี้มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อหลุม 526.3 กรัม และผลผลิต 3,737 กิโลกรัมต่อไร่

บุรณี และคณะ (2556) ได้ศึกษาการจัดการโรคเหี่ยวของขี้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน ดำเนินงานที่แปลงขี้ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมีนาคม 2556 ถึง ธันวาคม 2556 ในพื้นที่ 2 งาน โดยแบ่งแปลงเป็น 2 ส่วน ๆ ละ 1 งาน แปลงที่ 1 เป็นแปลงที่ใช้เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขี้ โดยวิธีผสมผสาน ส่วนแปลงที่ 2 เป็นแปลงที่ทำการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขี้โดยวิธีของเกษตรกร การควบคุมโรคเหี่ยวของขี้โดยวิธีผสมผสานเป็นการจัดการดินโดยใช้ยูเรียและปุ๋ยขาวในอัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยขาว 800 กิโลกรัมต่อไร่ อดดินก่อนปลูกขี้ร่วมกับการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ ดินรากล้วย no.4 ที่มี ความเข้มข้นประมาณ 108 -109 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร รองกันหลุมจำนวน 1 กรัมต่อหลุมปลูก หลังจาก ปลูกขี้ 1 และ 3 สัปดาห์ รดด้วยแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากล้วย no.4 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และรดต่อเนื่องทุกเดือน จำนวน 5 ครั้ง สามารถควบคุมโรคเหี่ยวได้ 60% ได้น้ำหนักหัวขี้เฉลี่ย 625 กรัมต่อหัว และได้ผลผลิต 1,867 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงปลูกขี้ที่ทำการป้องกันกำจัด โรคเหี่ยวของขี้โดยวิธีเกษตรกร (แปลงเปรียบเทียบ) พบโรคเหี่ยวมากถึง 90% ได้น้ำหนักหัวขี้เฉลี่ย 545 กรัมต่อหัว และได้ผลผลิตเพียง 303 กิโลกรัมต่อไร่

จิตอาภา และคณะ (2564) ได้ศึกษาและทำการทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกชิงปอดโรคสภาพไร่ ได้ดำเนินการวิจัยหาแนวทางการปลูกชิงปอดโรคเหี่ยวอย่างยั่งยืน เพื่อให้เกษตรกรสามารถปลูกชิงข้าพื้นที่ได้ด้วยเทคโนโลยีการผลิตชิงแบบผสมผสาน คือการฆ่าเชื้อโรคในแปลงปลูกด้วยการหว่านปูนขาวผสมยูเรีย อัตรา 800:80 กิโลกรัมต่อไร่ ไกลกลบนาน 1 เดือน การใช้เชื้อปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 และการใช้หัวพันธุ์ชิงปอดโรค ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยปลูกซ้ำแปลงเดิมต่อเนื่อง 3 ปี และปลูกเปรียบเทียบกับการผลิตชิงของเกษตรกร ที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ในปี 2559-2563 พบว่า หลังจากปลูก 11 เดือน ผลผลิตชิง โดยหัวพันธุ์ชิงรุ่น G3 มีจำนวนแ่งต่อเหง้าเฉลี่ยมากที่สุด 17 แ่ง สูงกว่าหัวพันธุ์รุ่นอื่น ๆ มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยต่ำสุด 433 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิงทุกรุ่น ชิง G5 มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยมากที่สุด 1,409 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิงที่การผลิตชิงของเกษตรกร ซึ่งมีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ย 910 กรัมต่อหัว หัวพันธุ์ชิงรุ่น G3, G4 และ G5 ให้ผลผลิตต่อไร่ 3,248 10,113 และ 10,568 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งชิงรุ่น G5 ที่ปลูกซ้ำแปลงเดิมปีที่ 3 ตามกรรมวิธีของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าแปลงปลูกชิงของเกษตรกรที่ให้ผลผลิต 6,725 กิโลกรัม ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากแปลงของเกษตรกรคิดเป็น 36.36 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนการผลิตชิงรุ่น G3 มีต้นทุน 28,817 บาทต่อไร่ สูงกว่าชิงทุกรุ่น เนื่องจากหัวพันธุ์มีราคาแพง เกษตรกรที่ปลูกชิงรุ่น G5 มีรายได้เฉลี่ย 211,360 บาทต่อไร่ ส่งผลให้กำไรสุทธิสูงถึง 186,060 บาทต่อไร่ สูงกว่าการผลิตชิงของเกษตรกร คิดเป็น 41.08 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่า BCR สูงสุด 7.35

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา

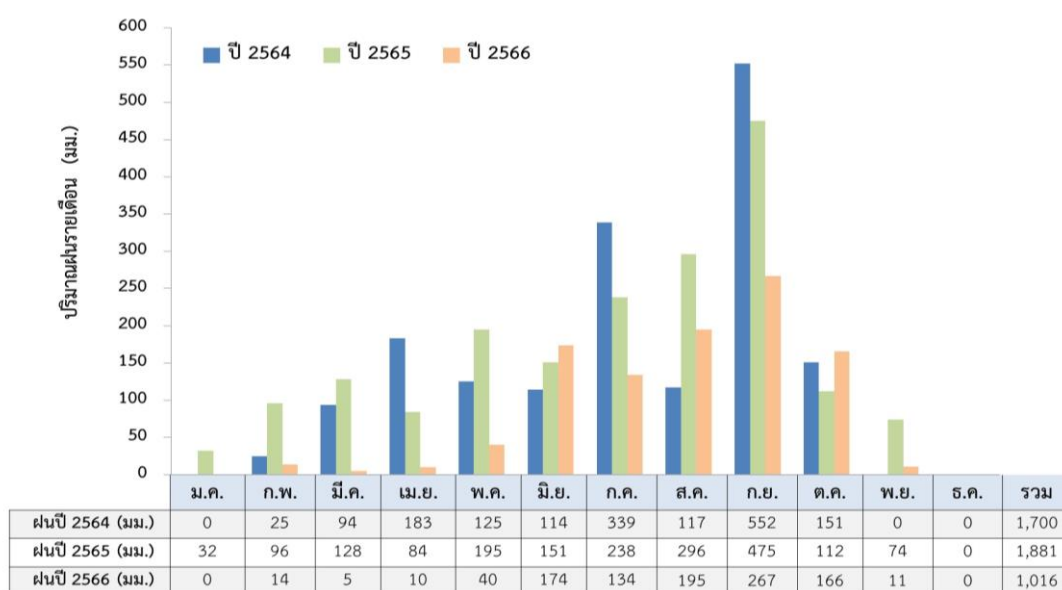
ดำเนินการระยะเวลา 3 ปี 6 เดือน เริ่มต้นเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567

สถานที่ดำเนินการ

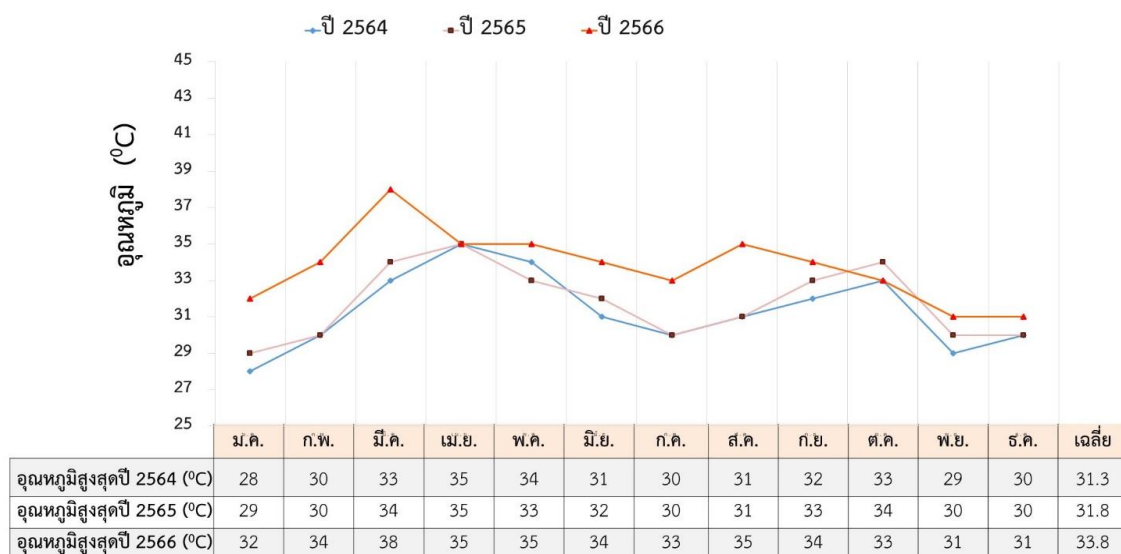
บ้านห้วยน้ำขาว หมู่ที่ 1 ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา หรือทุ่งหญ้าเมืองร้อน (Tropical savannah: Aw) ตามการจำแนกของ Koppen และภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิประเทศแบบภูเขา (mountainous area) ทำให้ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์จะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งและความสูงของพื้นที่ โดยในปี พ.ศ. 2564-2566 มีปริมาณน้ำฝน 1,700 1,881 และ 1,016 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,532.3 มิลลิเมตร ปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีอยู่ในช่วงเดือนกันยายน อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี ในปี พ.ศ. 2564-2566 เท่ากับ 24.3 องศาเซลเซียส โดยในเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด 35.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด 9.3 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1 2 และ 3)

ตารางที่ 1 สถิติภูมิอากาศ ณ แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
(ปี พ.ศ. 2564-2566)

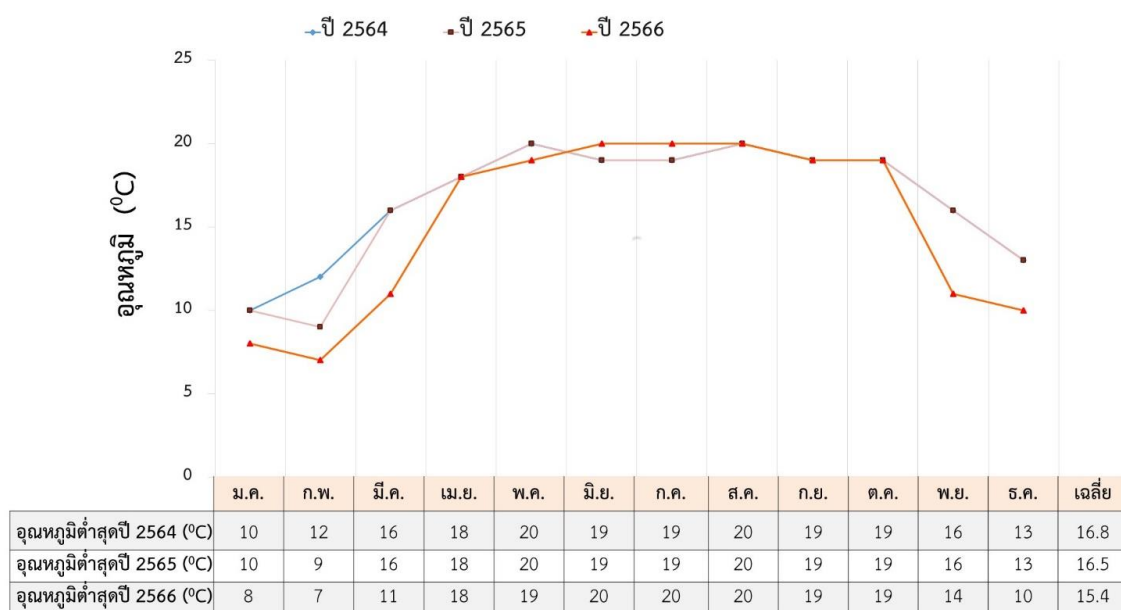
เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)			อุณหภูมิ (°ซ)			
	2564	2565	2566	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
มกราคม	-	32	-	10.7	29.7	9.3	19.5
กุมภาพันธ์	25	96	14	45.0	31.3	9.3	20.3
มีนาคม	94	128	5	75.7	35.0	14.3	24.7
เมษายน	183	84	10	92.3	35.3	18.0	26.7
พฤษภาคม	125	195	40	120.0	34.0	19.7	26.9
มิถุนายน	114	151	174	146.3	32.3	19.3	25.8
กรกฎาคม	339	238	134	237.0	31.0	19.3	25.2
สิงหาคม	117	296	195	202.7	32.3	20.0	26.2
กันยายน	552	475	267	431.3	33.0	19.0	26.0
ตุลาคม	151	112	166	143.0	33.3	19.0	26.2
พฤศจิกายน	-	74	11	28.3	30.0	15.3	22.7
ธันวาคม	-	-	-	-	30.3	12.0	21.2
รวม	1,700	1,881	1,016	1,532.3			
เฉลี่ย					32.3	16.2	24.3



ภาพที่ 1 กราฟน้ำฝนรายปีแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

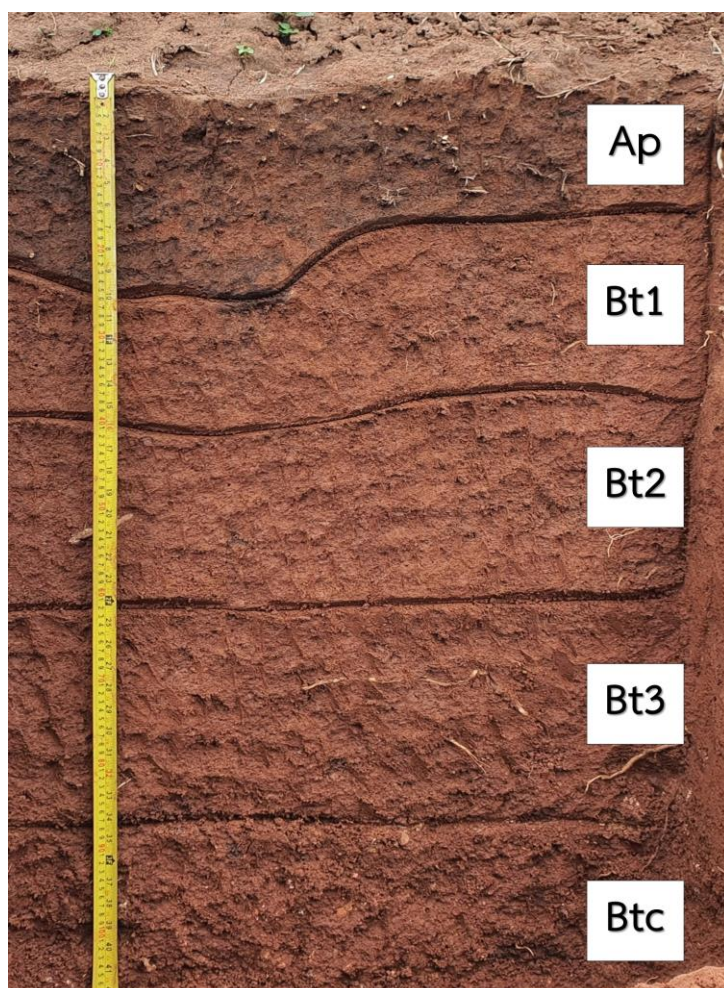


ภาพที่ 2 กราฟอุณหภูมิสูงสุดแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์



ภาพที่ 3 กราฟอุณหภูมิต่ำสุดแปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

การจำแนกดิน Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Typic Paleustults เป็นชุดดินภูเรือ (Pur) การกำเนิด เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินทรายแป้งและหินเคลย์ สภาพพื้นที่สูงชันปานกลาง (moderately steep) การจำแนกดิน Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Typic Paleustults เป็นชุดดินภูเรือ (Pur) สภาพพื้นที่เป็นเนินเขา ความลาดชัน 28 เปอร์เซ็นต์ ผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางไม่ไกลนักของหินทรายแป้งร่วมกับหินดินดาน การจัดเรียงชั้นดิน Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Btc ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก เนื้อดินบนดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนดินล่างดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินเหนียวปนทราย ดินบนปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.9) ส่วนดินล่างกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.7-5.3) ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนระดับปานกลาง ส่วนดินล่างระดับต่ำ พื้นที่ควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน มีระบบปลูกพืชที่เหมาะสม ปรับปรุงบำรุงดินเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต (ภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ 1)



ภาพที่ 4 ภาพหน้าตัดดิน (Soil profile) ชุดดินภูเรือในพื้นที่แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หน่อพันธุ์ชิง กล้าหญ้าแฝก
2. อุปกรณ์ทำแปลงทดลอง เช่น ตาข่ายพลาสติก ลวด ไม้หลัก หนักรา
3. วัสดุปรับปรุงดิน เช่น โดโลไมท์ ปุ๋ยหมัก มูลไก่ รำข้าว
4. สารเร่งซุเปอร์ พด.3
5. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 15-15-15
6. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ถังซีเมนต์พลาสติกใส ถังเก็บเกี่ยวผลผลิต เครื่องชั่ง เทปวัดระยะ

วิธีการดำเนินงาน

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design - RCBD) จำนวน 9 ดำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ทั้งหมด 27 แปลง แปลงทดลองมีขนาด 4x6 เมตร ดังนี้
 - ดำนับที่ 1 แปลงควบคุม
 - ดำนับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร
 - ดำนับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน
 - ดำนับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์
 - ดำนับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับสารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
 - ดำนับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
 - ดำนับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท
 - ดำนับที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1/2 ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
 - ดำนับที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1/2 ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 ประชุมชี้แจงโครงการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินภายใต้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงแก่เกษตรกรในพื้นที่

2.2 คัดเลือกเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย และร่วมปฏิบัติงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการดำเนินงานวิจัย

2.3 เลือกพื้นที่สำหรับดำเนินการวิจัย โดยเลือกพื้นที่ที่อยู่ในระดับความลาดชันระดับเดียวกัน และเลือกแปลงวิจัยบริเวณตอนกลางของความลาดชัน (middle slope) ให้อยู่ในด้านรับน้ำฝนเหมือนกันทุกแปลง ซึ่งต้องเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

2.4 การวางแผนแปลงการทดลอง ประกอบด้วยแปลงย่อย ขนาดแปลง 4×6 เมตร จำนวน 27 แปลง โดยให้ทุกแปลงหันไปในทิศทางเดียวกัน เตรียมพื้นที่ปลูกพืช โดยการไถตะเพื่อตากดินนาน 1 เดือน ตามด้วยไถพรวน 2 ครั้ง เพื่อย่อยดินให้เล็กลง กำจัดวัชพืชและเก็บเศษพืชออกจากแปลง ใส่ปูนโดโลไมท์ลงในแปลง ดำรับที่ 4 5 และ 6 แล้วไถพรวนกลับ ทิ้งไว้นาน 1 เดือน ขุดร่องปลูกยาวตลอดความยาวของแปลงลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 70 เซนติเมตร

2.5 เตรียมหัวพันธุ์พืช โดยนำหัวพันธุ์พืชปลอดโรค คัดเลือกชิงแก่ที่มีอายุ 10 เดือน เลือกหัวพันธุ์ที่สมบูรณ์ ไม่มีร่องรอยการทำลายจากโรคและแมลง ผิวเปลือกมัน นำหัวพันธุ์พืชตัดท่อนพันธุ์เป็นท่อน ๆ ยาวประมาณท่อนละ 2-3 นิ้ว

2.6 เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

2.6.1 เก็บตัวอย่างดินแบบตัวอย่างดินรวม (composite soil sample) ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ค่าปฏิกริยาดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ความอึดตัวด้วยด่าง เนื้อดิน ปริมาณธาตุอาหาร (P K Ca Mg และ Na) ปฏิกริยาดิน (pH) โดยวิธี ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1, pH meter อินทรีย์วัตถุ (organic matter, O.M.) โดยวิธี Walkley and Black method ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์ (available P) โดยวิธี Bray II โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธี exchangeable basic cation plus exchange acidity ความอึดตัวด้วยประจุบวก ด่าง (base saturation, B.S.) โดยวิธี percentage basic cation in C.E.C. เนื้อดิน (soil texture) โดยวิธี Bouyoucos hydrometer (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547)

2.6.2 เก็บตัวอย่างดินหลังปลูกพืชได้ประมาณ 60 วัน เพื่อตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรีย *Ralstonia* sp.

2.7 การเก็บข้อมูลพืช ได้แก่ ความสูงของต้นพืช เมื่ออายุ 4 เดือน ผลผลิตต่อไร่ เก็บเกี่ยวพืชเมื่ออายุ 10 เดือน จำนวนต้นต่อแปลง (พื้นที่ 24 ตารางเมตร)

2.8 การเก็บข้อมูลผลตอบแทนเศรษฐกิจ ได้แก่ ต้นทุนผลผลิต

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

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

1.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ก่อนการทดลอง พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.25) หลังการทดลองปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.51) แตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.82) หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.36) ไม่แตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 1 4 6 8 และ 9 แต่มีความแตกต่างกับดำรับที่ 2 3 และ 5 ที่ยังคงมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.31 5.51 และ 5.46) และ หลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.06) ไม่แตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 4 7 และ 9 แต่มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 5 มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.67 5.90 5.72 และ 5.83) เนื่องจากดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ดำรับที่ 4 6 7 8 และ 9) ระดับความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ดำรับการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	5.25	5.10 ab	5.70 abc	5.67 d
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		5.26 ab	5.31 c	5.90 cd
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		5.51 a	5.51 bc	5.72 d
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์		5.35 ab	5.82 abc	6.46 abc
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		4.82 b	5.46 bc	5.83 d
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3		5.25 ab	5.90 abc	7.06 a
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3 + หญ้าแฝก		5.36 ab	6.36 a	6.61 ab
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3		5.23 ab	5.91 abc	6.14 bcd
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3 + หญ้าแฝก		5.43 ab	6.09 ab	6.70 ab
F-test		**	**	**
CV (%)		6.72	3.50	3.31

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

- อัตราปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร ($N-P_2O_5-K_2O$) = 18.75-18.75-18.75 กิโลกรัมต่อไร่ ในทุก ๆ ปี
- อัตราปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($N-P_2O_5-K_2O$)
 - ปีที่ 1 = 11-11-0 กิโลกรัมต่อไร่
 - ปีที่ 2 = 11-9-0 กิโลกรัมต่อไร่
 - ปีที่ 3 = 11-6-0 กิโลกรัมต่อไร่
- ปริมาณโดโลไมท์ที่ใช้ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่
- สารเร่งซุเปอร์ พด.3 ที่ขยายเชื้อแล้ว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
- ปลุกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท

1.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ก่อนการทดลอง พบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระดับปานกลาง (1.85 เปอร์เซ็นต์) หลังการทดลองปีที่ 1 2 และ 3 ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่พบว่า ตำรับ การทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปูนโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	1.85	1.97	2.00	1.96
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		1.89	2.00	1.97
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		1.89	1.53	1.64
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์		1.84	1.89	1.81
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		1.81	1.73	1.75
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		1.94	2.28	2.18
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		1.79	1.82	1.95
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		1.82	1.80	1.67
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		1.69	1.67	1.80
F-test		ns	ns	ns
CV (%)		12.57	16.11	17.09

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

1.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Aval.P) ก่อนการทดลอง พบว่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (6.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการทดลองปีที่ 1 ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.37-9.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำปานกลาง หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยทำการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง (14.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แตกต่างกับการทดลองที่ 1 2 3 6 7 8 และ 9 ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำ (5.25 5.74 4.70 7.70 7.54 7.08 และ 5.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และหลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยทำการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับสูง (28.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แตกต่างกับการทดลองที่ 1 3 4 5 และ 9 ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับตั้งแต่ต่ำถึงปานกลาง (10.29 13.43 9.39 7.86 10.23 และ 7.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่แตกต่างกันนั้น เนื่องจากการนำไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตของพืช และเกิดจากปริมาณอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสแตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ทำการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (mg/kg ⁻¹)			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	6.53	9.32	5.25 c	10.29 cd
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		7.75	5.74 c	28.32 a
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		9.82	4.70 c	13.43 bc
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์		5.35	14.73 a	9.39 cd
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		5.33	11.66 ab	7.86 d
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		4.94	7.70 bc	16.92 b
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		6.94	7.54 bc	17.35 b
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		4.98	7.08 bc	10.23 cd
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		4.37	5.75 c	7.24 d
F-test		ns	**	**
CV (%)		34.50	28.10	15.79

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

1.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Aval.K) ก่อนการทดลอง พบว่า โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูง (94.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการทดลองปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และ สารเร่งซุบเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูงมาก (147.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 3 4 และ 5 ที่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับปานกลาง (65.83 85.99 และ 57.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และ สารเร่งซุบเปอร์พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูงมาก (194.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 2 3 และ 4 ที่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูงถึงสูงมาก (110.09 120.13 และ 132.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และหลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูงมากที่สุด (292.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 3 4 5 6 7 8 และ 9 ที่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับสูงมาก (167.00 201.00 202.88 232.38 173.38 203.75 และ 160.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

ดำรับการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (mg/kg ¹)			
	ก่อน การ ทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	94.54	117.52 abc	138.83 ab	292.21 a
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		134.19 ab	110.09 b	264.75 ab
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		65.83 cd	120.13 b	167.00 d
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์		85.99 bcd	132.41 b	201.00 cd
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		57.54 bcd	161.34 ab	202.88 cd
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		92.19 abcd	167.41 ab	232.38 bc
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		147.13 a	141.40 ab	173.38 d
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3		99.99 abcd	194.31 a	203.75 cd
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		92.08 abcd	155.04 ab	160.13 d
F-test		**	**	**
CV (%)		22.18	15.23	7.84

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น

95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

1.5 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ก่อนการทดลอง พบว่า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (6.09 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) หลังการทดลองปีที่ 1 ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 6.60 เซนติโมลต่อกิโลกรัม แตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 5.48 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และหลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 6.80 เซนติโมลต่อกิโลกรัม แตกต่างดำรับการทดลองที่ 3 5 7 และ 8 (5.44 5.87 5.87 และ 6.05 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ซึ่งทุกดำรับการทดลอง พบว่ามีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เนื่องจากอิทธิพลของพัฒนาการของดิน ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจะมีความสัมพันธ์กับชนิดแร่ดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ตารางที่ 6 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ดำรับการทดลอง	ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg ⁻¹)			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	6.09	6.25	6.43 a	6.33 ab
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		6.16	5.90 ab	6.08 abc
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		5.93	5.48 b	5.44 c
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์		6.19	6.43 a	6.39 ab
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		5.83	5.73 ab	5.87 bc
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3		6.45	6.60 a	6.80 a
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3 + ฮอร์โมน		6.10	6.15 ab	5.87 bc
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3		5.79	6.04 ab	6.05 bc
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3 + ฮอร์โมน		6.08	6.22 ab	6.57 ab
F-test		ns	**	**
CV (%)		5.69	7.86	6.19

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

1.6 ร้อยละความอึดตัวเบส ก่อนการทดลอง พบว่า ร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ (31.26 เปอร์เซ็นต์) หลังการทดลองปีที่ 1 ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลง ขวางความลาดเท มีร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับปานกลาง (69.71 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 5 ที่มีร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ (39.16 30.98 45.72 และ 38.41 เปอร์เซ็นต์) และหลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยดำรับที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับสูง (130.83 เปอร์เซ็นต์) มีความแตกต่างกับดำรับที่ 1 2 3 5 และ 9 ที่มีร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (47.38 66.07 52.32 54.25 และ 93.09 เปอร์เซ็นต์) โดยดำรับที่มีร้อยละความอึดตัวเบสอยู่ในระดับสูงและเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากอิทธิพลของปุ๋ยโดโลไมท์ที่ใช้ในการปรับสภาพดิน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ร้อยละความอึดตัวเบส

ดำรับการทดลอง	ร้อยละความอึดตัวเบส (%)			
	ก่อน การ ทดลอง	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	31.26	27.02	39.16 bcd	47.38 d
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร		30.06	30.98 d	66.07 c
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน		37.27	45.72 bcd	52.32 d
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์		27.57	55.58 abc	128.78 a
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3		28.63	38.41 cd	54.25 cd
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3		28.00	53.75 abc	127.39 a
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		34.25	69.71 a	118.89 a
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3		32.47	53.60 abc	130.83 a
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก		36.10	59.44 ab	93.09 b
F-test	ns	**	**	
CV (%)	22.18	15.23	7.84	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

1.7 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พิจารณาเปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินระหว่างผลวิเคราะห์ดินเฉลี่ยแต่ละตำรับ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง โดยประเมินจากเกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน จากผลเปรียบเทียบการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า ก่อนการทดลอง มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ (7 คะแนน) หลังการทดลองปีที่ 1 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 1 2 3 6 7 8 และ 9 มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ระดับปานกลาง (8 คะแนน) และตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับต่ำ (7 คะแนน) หลังการทดลองในปีที่ 2 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง (8-9 คะแนน) โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีคะแนนประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงที่สุด (10 คะแนน) และหลังการทดลองในปีที่ 3 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง (9-10 คะแนน) โดยตำรับการทดลองที่ 4 6 และ 7 มีคะแนนประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงที่สุด (11 คะแนน) (ตารางที่ 8 9 10 และ 11)

ตารางที่ 8 เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน ก่อนการทดลอง

OM		available P		available K		CEC		BS		รวมคะแนน
%	คะแนน	mg/g	คะแนน	mg/g	คะแนน	cmol/kg ⁻¹	คะแนน	%	คะแนน	
1.85	1	6.53	1	94.54	3	6.09	1	31.26	1	7

หมายเหตุ : คะแนนเท่ากับ 5-7 ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

คะแนนระหว่าง 8-12 ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

คะแนนมากกว่า 13-15 ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

ตารางที่ 9 เกณฑ์สังเกตในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน หลังการทดลองปีที่ 1

ตำรับ	OM		available P		available K		CEC		BS		รวมคะแนน
	%	คะแนน	mg/g	คะแนน	mg/g	คะแนน	cmol/kg ⁻¹	คะแนน	%	คะแนน	
1	1.97	2	9.32	1	117.52	3	6.25	1	27.02	1	8
2	1.89	2	7.75	1	112.47	3	6.16	1	30.06	1	8
3	1.89	2	9.82	1	65.83	2	5.93	1	37.27	2	8
4	1.84	2	5.35	1	85.99	2	6.19	1	27.57	1	7
5	1.81	2	5.33	1	70.63	2	5.83	1	28.63	1	7
6	1.94	2	4.94	1	92.19	3	6.45	1	28.00	1	8
7	1.79	2	6.94	1	127.13	3	6.10	1	34.25	1	8
8	1.82	2	4.98	1	99.99	3	5.79	1	32.47	1	8
9	1.69	2	4.37	1	79.13	2	6.08	1	36.10	2	8

ตารางที่ 10 เกณฑ์สังเขปในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน หลังการทดลองปีที่ 2

ตำรับ	OM		available P		available K		CEC		BS		รวม คะแนน
	%	คะแนน	mg/g	คะแนน	mg/g	คะแนน	cmol/kg ⁻¹	คะแนน	%	คะแนน	
1	1.99	2	6.38	1	205.49	3	6.43	1	39.16	2	9
2	2.00	2	5.74	1	143.42	3	5.90	1	30.98	1	8
3	1.53	2	4.70	1	153.46	3	5.48	1	45.72	2	9
4	1.89	2	14.73	2	165.74	3	6.43	1	55.58	2	10
5	1.72	2	15.00	2	186.48	3	5.73	1	38.41	2	10
6	2.28	2	9.64	1	186.08	3	6.60	1	53.75	2	9
7	1.82	2	8.77	1	171.02	3	6.15	1	69.71	2	9
8	1.80	2	7.08	1	231.51	3	6.04	1	53.60	2	9
9	1.67	2	5.75	1	155.04	3	6.22	1	59.44	2	9

ตารางที่ 11 เกณฑ์สังเขปในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดิน หลังการทดลองปีที่ 3

ตำรับ	OM		available P		available K		CEC		BS		รวม คะแนน
	%	คะแนน	mg/g	คะแนน	mg/g	คะแนน	cmol/kg ⁻¹	คะแนน	%	คะแนน	
1	2.44	2	8.56	1	292.21	3	6.33	1	47.38	2	9
2	2.58	2	21.93	2	264.75	3	6.08	1	66.07	2	10
3	2.30	2	10.46	2	167.00	3	5.44	1	52.32	2	10
4	2.74	2	13.78	2	201.00	3	6.39	1	128.78	3	11
5	2.60	2	14.68	2	202.88	3	5.87	1	54.25	2	10
6	2.74	2	16.92	2	232.38	3	6.80	1	127.39	3	11
7	1.89	2	13.84	2	173.38	3	5.87	1	118.89	3	11
8	1.07	1	10.23	2	203.75	3	6.05	1	130.83	3	10
9	1.10	1	11.52	2	160.13	3	6.57	1	93.09	3	10

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตขิง

2.1 ความสูงของต้นขิง เก็บข้อมูลความสูงของต้นขิงที่อายุ 4 เดือน พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยตำรับที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงของต้นขิง 80.57 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 2 4 5 6 และ 7 ที่มีความสูง 67.57 60.63 72.97 55.47 69.70 และ 69.23 เซนติเมตร หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงของต้นขิง 98.97 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 2 และ 5 ที่มีความสูงของต้นขิง 85.13 88.27 และ 86.50 เซนติเมตร และหลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยตำรับที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และ สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ความสูงของต้นขิง 90.48 เซนติเมตร มีความแตกต่างกับตำรับที่ 5 ที่มีความสูงของต้นขิง 72.47 เซนติเมตร ทั้งนี้ ความสูงของต้นขิงที่แตกต่างกัน อาจเกิดจากปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยเคมี และวัสดุปรับปรุงดินที่ใส่แตกต่างกัน (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ความสูงของต้นขิง

ตำรับการทดลอง	ความสูงของต้นขิง (cm.)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	67.57 c	85.13 c	78.10 ab
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร	60.63 d	88.27 bc	76.60 ab
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน	77.03 ab	92.17 abc	86.47 a
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์	72.97 bc	95.27 ab	85.97 ab
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3	55.47 e	86.50 c	72.47 b
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3	69.70 c	98.97 a	86.40 a
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์ + พด.3	69.23 c	94.87 ab	83.60 ab
+ หญ้าแฝก			
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์	80.57 a	96.47 a	90.48 a
+ พด.3			
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยโดโลไมท์	77.93 ab	96.63 a	89.46 a
+ พด.3 + หญ้าแฝก			
F-test	**	**	**
CV (%)	3.03	3.27	6.30

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

2.2 จำนวนต้นซิงต่อแปลง โดยนับจำนวนซิงที่อายุ 4 เดือน ในพื้นที่ 24 ตารางเมตร พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ จำนวนของต้นซิงมีค่าตั้งแต่ 310-503 ต้นต่อแปลง โดยได้รับการทดลองที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ และ สารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีจำนวนต้นซิง 560 ต้นต่อแปลง มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 2 3 4 5 และ 6 ที่มีจำนวนต้นซิง 375 410 424 310 และ 437 ต้นต่อแปลง หลังการทดลองปีที่ 2 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนต้นซิง 433 ต้นต่อแปลง มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 5 7 และ 8 ที่มีจำนวนต้นซิง 350 334 และ 348 ต้นต่อแปลง หลังการทดลองปีที่ 3 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับโดโลไมท์ และสารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีจำนวน ต้นซิง 508 ต้นต่อแปลง มีความแตกต่างกับได้รับการทดลองที่ 2 3 4 5 6 และ 8 ที่มีจำนวนต้นซิง 404 467 456 396 446 และ 453 ต้นต่อแปลง (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 จำนวนต้นซิงต่อแปลง

ได้รับการทดลอง	จำนวนต้นซิงต่อแปลง (ต้น)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1 แปลงควบคุม	466 abc	422 a	473 abc
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร	375 cd	381 abc	404 d
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน	410 bcd	433 a	467 bc
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์	424 bcd	429 a	456 c
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3	310 d	350 bc	396 d
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3	437 bc	400 ab	446 c
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3	447 abc	334 c	494 ab
+ หญ้าแฝก			
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์	503 ab	348 bc	453 c
+ พด.3			
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์	560 a	392 ab	508 a
+ พด.3 + หญ้าแฝก			
F-test	**	**	**
CV (%)	14.45	7.60	4.47

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

2.3 ผลผลิตเชิง พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยตำรับที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ สารเร่งซุเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเทมีผลผลิตสูงสุด 3,231.11 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1-8 ที่มีผลผลิตเชิง 1,216.67 2,420.00 2,784.44 1924.44 2,091.11 2,717.78 2,817.78 และ 2,873.34 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับ 3 6 7 และ 8 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 และ 2 สำหรับหลังการทดลองในปีที่ 2 และ 3 ไม่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตได้ เนื่องจากปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม มีปริมาณน้ำฝนที่มากและตกต่อเนื่องกันหลายวัน จนทำให้ต้นพืชในแปลงทดลองเน่าเสียหาย (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ปริมาณผลผลิตเชิง (กิโลกรัมต่อไร่)

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)
T1 แปลงควบคุม	1,216.67 e
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร	2,420.00 c
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน	2,784.44 b
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์	1,924.44 d
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3	2,091.11 d
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3	2,717.78 b
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3 + หญ้าแฝก	2,817.78 b
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3	2,873.34 b
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ + พด.3 + หญ้าแฝก	3,231.11 a
F-test	**
CV (%)	3.85

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

3. ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Rolstania solanacearum*

ปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. ในแปลง พบว่า หลังการทดลองปีที่ 1 และ 2 ไม่พบเชื้อดังกล่าวในแปลงวิจัย หลังการทดลองในปีที่ 3 พบปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. ตั้งแต่ 1.41-5.16 CFU/g มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปูนโดโลไมท์ และสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลง ขวางความลาดเท พบปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. น้อยที่สุด 1.41 CFU/g แตกต่างกับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่พบปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. 5.16 CFU/g ซึ่งได้รับการทดลองที่มีการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 (ได้รับการทดลองที่ 5 6 7 8 และ 9) ที่มีเชื้อรา *Trichoderma* sp. และแบคทีเรีย *Bacillus* sp. ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรครดพืช พบปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Rolstania solanacearum* ปริมาณน้อยกว่าได้รับที่ไม่มีการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 และจากข้อมูลดังกล่าว การที่พืชไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ในปีที่ 2 และ 3 อาจเพราะมีเชื้อโรครมากกว่า 1 ชนิด ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรครเน่า จนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. ปีที่ 3

ได้รับการทดลอง	ปริมาณเชื้อ <i>Rolstania</i> sp. (CFU/g)
T1 แปลงควบคุม	4.45 ab
T2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีเกษตรกร	3.56 ab
T3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.16 b
T4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์	3.40 ab
T5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + พด.3	2.59 ab
T6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3	2.95 ab
T7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก	1.41 a
T8 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3	3.95 ab
T9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปูนโดโลไมท์ + พด.3 + หญ้าแฝก	1.88 ab
F-test	**
CV (%)	38.80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หลังการทดลองปีที่ 1 พบว่า ตำรับที่การทดลอง 9 ปลุกซิงโดยวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา $\frac{1}{2}$ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน และ สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงสุด 22,924.47 บาทต่อไร่ รองลงมา คือ ตำรับการทดลองที่ 8 3 7 6 และ 2 ตามลำดับ (17,777.47 15,895.52 12,367.32 12,287.12 และ 5,052.40 บาทต่อไร่) ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม ตำรับการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน และตำรับการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับสารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเป็นลบ ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน (ตารางที่ 16) สำหรับหลังการทดลองในปีที่ 2 และ 3 ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ จึงทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นลบ ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน ทั้งนี้ เนื่องจากปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม มีปริมาณน้ำฝนที่มากและตกต่อเนื่องกันหลายวัน จนทำให้ต้นซิงในแปลงทดลองเน่าเสียหาย

ตารางที่ 16 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 1

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
1. การเตรียมพื้นที่ (บาทต่อไร่)									
ค่าฉีดสารกำจัดวัชพืช (ค่าฉีดพ่นพร้อมสารเคมีกำจัดวัชพืช)	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00
ค่าตัดหญ้า โดยใช้เครื่องสะพายรวมค่าน้ำมัน	700	700	700	700	700	700	700	700	700
ค่าไถเตรียมดิน (ไถตะ ไถพรวน และไถตีดิน)	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00	2,500.00
ค่าแรงหว่านปูนโดโลไมท์ พร้อมสับกลบ	-	-	-	600	-	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านเชื้อป้องกันสาเหตุโรครีซ พร้อมสับกลบ	-	-	-	-	600	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านมูลไก่กรองฟันท่อนปลูก พร้อมสับกลบ	-	600	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงปลูกหญ้าแฝก (0.47 บาทต่อกล้า)	-	-	-	-	-	-	752.00	-	752.00
2. การปลูก (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงปลูกขิง (ตัดแต่งท่อนพันธุ์ ขุดร่อง ปลูก กลบ และคลุมหญ้าคา)	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชแปลงขิง (ยาคุมสมยาฆ่า)	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าขิงครั้งที่ 1 พร้อมกลบโคน	-	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	1,500.00	1,500.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าขิงครั้งที่ 2	-	500	500	500	500	500	500	250	250
4. การเก็บเกี่ยว (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงเก็บเกี่ยวขิง	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00	7,000.00

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการ	ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2	ดำรับที่ 3	ดำรับที่ 4	ดำรับที่ 5	ดำรับที่ 6	ดำรับที่ 7	ดำรับที่ 8	ดำรับที่ 9
5. ค่าวัสดุการเกษตร (บาท)									
ค่าท่อนพันธุ์ขิง 20 บาทต่อกิโลกรัม (800 กิโลกรัมต่อไร่)	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00
ค่าต้นกล้าหญ้าแฝกพร้อมปลูก (0.73 บาทต่อต้น)	-	-	-	-	-	-	1,168.00	-	1,168.00
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ (3.40 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	-	340	340	340	340	340
ค่ารำละเอียด (15 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	-	15	15	15	15	15
ค่ามูลไก่ (3 บาทต่อกิโลกรัม)	-	900	-	-	-	-	-	-	-
ค่าสารปรับปรุงสภาพดิน โดโลไมท์ (1.7 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	680	-	680	680	680	680
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	1,300.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	131.13	131.13	131.13	131.13	131.13	65.66	65.66
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 (39.80 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	951.62	951.62	951.62	951.62	951.62	475.81	475.81
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	1,950.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	-	131.13	131.13	131.13	131.13	131.13	65.66	65.66
ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช (ยาคุม)	950	950	950	950	950	950	950	950	950
ค่าหญ้าคา (2 บาทต่อกิโลกรัม)	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	35,100.00	43,350.00	39,813.88	41,093.88	40,768.88	42,048.88	43,968.88	39,692.13	41,612.13
ผลผลิตเชิง (กิโลกรัมต่อไร่)	1,216.83	2,420.12	2,785.47	1,923.43	2,024.10	2,716.80	2,816.81	2,873.48	3,226.83
รายได้ (ซึ่งราคา 20 บาทต่อกิโลกรัม) (บาทต่อไร่)	24,336.60	48,402.40	55,709.40	38,468.60	40,482.00	54,336.00	56,336.20	57,469.60	64,536.60
รายได้สุทธิ	-10,763.40	5,052.40	15,895.52	-2,625.28	-286.88	12,287.12	12,367.32	17,777.47	22,924.47
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	-0.31	0.12	0.40	-0.06	-0.007	0.29	0.28	0.45	0.55

- หมายเหตุ
1. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ราคา 26 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 125 กิโลกรัมต่อไร่
 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ราคา 18 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 14.57 กิโลกรัมต่อไร่
 3. ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 ราคา 39.80 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 23.91 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 17 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 2

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
1. การเตรียมพื้นที่ (บาทต่อไร่)									
ค่าฉีดสารกำจัดวัชพืช (ค่าฉีดพร้อมสารเคมีกำจัดวัชพืช)	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00
ค่าตัดหญ้า โดยใช้เครื่องสะพายรวมค่าน้ำมัน	700	700	700	700	700	700	700	700	700
ค่าแรงหว่านปูนโดโลไมท์ พร้อมสับกลบ	-	-	-	600	-	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านเชื้อป้องกันสาเหตุโรครีซ พร้อมสับกลบ	-	-	-	-	600	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านมูลไก่กรองฟันท่อนปลูก พร้อมสับกลบ	-	600	-	-	-	-	-	-	-
2. การปลูก (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงปลูกขิง (ตัดแต่งท่อนพันธุ์ ขุดร่อง ปลูก กลบ และคลุมหญ้าคา)	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงสับพรวนดิน และยกร่องปลูก	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00
ค่าแรงฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชแปลงขิง (ยาคุมผสมยาฆ่า)	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าขิงครั้งที่ 1 พร้อมกลบโปะดิน	-	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	1,500.00	1,500.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าขิงครั้งที่ 2	-	500	500	500	500	500	500	250	250

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการ	ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2	ดำรับที่ 3	ดำรับที่ 4	ดำรับที่ 5	ดำรับที่ 6	ดำรับที่ 7	ดำรับที่ 8	ดำรับที่ 9
4. ค่าวัสดุการเกษตร (บาท)									
ค่าพ่อนพันธุ์ชิง 20 บาทต่อกิโลกรัม (800 กิโลกรัมต่อไร่)	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ (3.40 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	-	340	340	340	340	340
ค่ารำละเอียด (15 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	-	15	15	15	15	15
ค่ามูลไก่ (3 บาทต่อกิโลกรัม)	-	900	-	-	-	-	-	-	-
ค่าสารปรับสภาพดิน โดโลไมท์ (1.7 บาทต่อกิโลกรัม)	-	-	-	680	-	680	680	680	680
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	1,300.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	146.34	146.34	146.34	146.34	146.34	73.17	73.17
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 (39.80 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	778.89	778.89	778.89	778.89	778.89	389.45	389.45
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	1,950.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	-	146.34	146.34	146.34	146.34	146.34	73.17	73.17
ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช (ยาคุม)	950	950	950	950	950	950	950	950	950
ค่าหญ้าคา (2 บาทต่อกิโลกรัม)	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	28,400.00	36,650.00	32,971.57	34,251.57	33,926.57	35,206.57	35,206.57	32,920.79	32,920.79
ผลผลิตจริง (กิโลกรัมต่อไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้ (จิงราคา 20 บาทต่อกิโลกรัม) (บาทต่อไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิ	-28,400.00	-36,650.00	-32,971.57	-34,251.57	-33,926.57	-35,206.57	-35,206.57	-32,920.79	-32,920.79
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.000	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

- หมายเหตุ
1. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ราคา 26 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 125 กิโลกรัมต่อไร่
 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ราคา 18 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 16.26 กิโลกรัมต่อไร่
 3. ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 ราคา 39.80 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 19.57 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 18 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 3

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
1. การเตรียมพื้นที่ (บาทต่อไร่)									
ค่าฉีดสารกำจัดวัชพืช (ค่าฉีดพร้อมสารเคมีกำจัดวัชพืช)	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00
ค่าตัดหญ้า โดยใช้เครื่องสะพายรวมค่าน้ำมัน	700	700	700	700	700	700	700	700	700
ค่าแรงหว่านปูนโดโลไมท์ พร้อมสับกลบ	-	-	-	600	-	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านเชื้อป้องกันสาเหตุโรครดพืช พร้อมสับกลบ	-	-	-	-	600	600	600	600	600
ค่าแรงหว่านมูลไก่รองพังก่อนปลูก พร้อมสับกลบ	-	600	-	-	-	-	-	-	-
2. การปลูก (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงปลูกจริง (ตัดแต่งท่อนพันธุ์ ขุดร่อง ปลูก กลบ และคลุมหญ้าคา)	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา (บาทต่อไร่)									
ค่าแรงสับพรวนดิน และยกร่องปลูก	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00
ค่าแรงฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชแปลงจริง (ยาคุมผสมยาฆ่า)	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าจึงครั้งที่ 1 พร้อมกลบโคน	-	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	1,500.00	1,500.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าจึงครั้งที่ 2	-	500	500	500	500	500	500	250	250

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการ	ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2	ดำรับที่ 3	ดำรับที่ 4	ดำรับที่ 5	ดำรับที่ 6	ดำรับที่ 7	ดำรับที่ 8	ดำรับที่ 9
4. ค่าวัสดุการเกษตร (บาท)									
ค่าพ่อนพันธุ์ชิง 20 บาทต่อกิโลกกรัม (800 กิโลกกรัมต่อไร่)	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ (3.40 บาทต่อกิโลกกรัม)	-	-	-	-	340	340	340	340	340
ค่ารำละเอียด (15 บาทต่อกิโลกกรัม)	-	-	-	-	15	15	15	15	15
ค่ามูลไก่ (3 บาทต่อกิโลกกรัม)	-	900	-	-	-	-	-	-	-
ค่าสารปรับปรุงสภาพดิน โดโลไมท์ (1.7 บาทต่อกิโลกกรัม)	-	-	-	680	-	680	680	680	680
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	1,300.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	169.20	169.20	169.20	169.20	169.20	84.60	84.60
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 (39.80 บาทต่อกิโลกกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	-	-	518.99	518.99	518.99	518.99	518.99	259.50	259.50
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (26 บาทต่อกิโลกกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	1,950.00	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (18 บาทต่อกิโลกกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 2	-	-	169.20	169.20	169.20	169.20	169.20	84.60	84.60
ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช (ยาคุม)	950	950	950	950	950	950	950	950	950
ค่าหญ้าคา (2 บาทต่อกิโลกกรัม)	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	28,400.00	36,650.00	32,757.39	34,037.39	33,712.39	34,992.39	34,992.39	32,813.70	32,813.70
ผลผลิตจริง (กิโลกรัมต่อไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้ (จิงราคา 20 บาทต่อกิโลกรัม) (บาทต่อไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้สุทธิ	-28,400.00	-36,650.00	-32,757.39	-34,037.39	-33,712.39	-34,992.39	-34,992.39	-32,813.70	-32,813.70
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.000	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

- หมายเหตุ
1. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ราคา 26 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 125 กิโลกรัมต่อไร่
 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ราคา 18 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 18.80 กิโลกรัมต่อไร่
 3. ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 ราคา 39.80 บาทต่อกิโลกรัม ใช้ 13.04 กิโลกรัมต่อไร่

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2. ความสูงเชิง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทุกตำรับการทดลอง สำหรับผลผลิตเก็บเกี่ยวเฉพาะปีที่ 1 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยตำรับที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินโดไมท์และ สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท ให้ผลผลิตสูงสุด 3,231.11 กิโลกรัมต่อไร่

3. ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* พบว่า ปีที่ 1 และ 2 ตรวจไม่พบเชื้อ ส่วนปีที่ 3 พบว่ามีเชื้อในแปลง แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ตำรับที่ 5 6 7 8 และ 9 ที่มีการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 ที่มีเชื้อรา *Trichoderma* sp. และแบคทีเรีย *Bacillus* sp. ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืช พบปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ปริมาณน้อยกว่าตำรับที่ไม่มีการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.3

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เฉพาะปีที่ 1 พบว่า ตำรับที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยอินโดไมท์และ สารเร่งซูปเปอร์ พด.3 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลงขวางความลาดเท มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า ตำรับที่ 2 วิธีเกษตรกร แต่ให้กำไรสุทธิสูงกว่า โดยตำรับที่ 9 มีกำไรสุทธิ 23,595.50 บาทต่อไร่ แตกต่างกับตำรับที่ 2 ที่มีกำไรสุทธิ 7,152.40 บาทต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

สภาพอากาศที่แปรปรวนของบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีปริมาณน้ำฝนมาก และฝนตกต่อเนื่องหลายวันติดต่อกัน ทำให้ดินมีความชื้นสูง ทำให้พืชเสียหาย และเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคพืช และโรคเหี่ยวเฉา อาจเกิดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชมากกว่า 1 ชนิด ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. องค์ความรู้จากงานวิจัยการปลูกพืชบนพื้นที่สูง สามารถนำไปใช้ในการวางแผน สนับสนุนและถ่ายทอดระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง ขยายผลสู่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่

2. ข้อมูลปัญหาและแนวทางการจัดการทรัพยากรดิน สามารถใช้ในการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเชิงพื้นที่ทั้งระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด รวมถึงระดับนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และแผนกิจกรรมของกรมพัฒนาที่ดิน

3. สามารถต่อยอดงานวิจัย เพื่อขับเคลื่อนงานพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูงให้เกิดความก้าวหน้าต่อไป

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

เอกสารนำเสนอภาคนิทรรศการสาขานุรักษ์ดินและน้ำ การประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดินประจำปี 2567 “สร้างนวัตกรรม รู้ทันการเปลี่ยนแปลง สู่การบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน” ระหว่างวันที่ 21-23 สิงหาคม 2567 ณ โรงแรมเดอะรีเจ้นท์ ชะอำ บีช รีสอร์ท อำเภอลำลูกกา จังหวัดเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. **คู่มือพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. **ระบบฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกรกลาง (ทบก.)**. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมศุลกากร. 2561. **รายงานสถิติ กรมศุลกากร (พ.ศ. 2561)**. กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงบำรุงดิน. 2564. **ข้อมูลการจัดการดิน**. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงบำรุงดิน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สืบค้นจาก https://www.ddd.go.th/Web_Soil/Page_02.htm
- กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน. 2561. **แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกพืชสมุนไพร** กระชายเหลือง กระวาน ข่า ชิง คำฝอย ตะไคร้ บุก พริกไทย ฟ้าทะลายโจร และว่านชักมดลูก. เอกสารวิชาการเลขที่ 24/04/2561. กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2562. **รายงานสำรวจดิน โครงการชุมชนบนพื้นที่สูง**. กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2543. **คู่มือจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 453. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จิตอาภา จิจุบาล, ไว อินตะแก้ว, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ และสนอง จรินทร์. 2564. **การทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตขิงปลอดโรคในสภาพไร่รายงานโครงการวิจัย**. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- บุรณี พัวพงษ์แพทย์, ญัฐิมา โฆษิตเจริญกุล, ทิพวรรณ กันหาญาติ, รุ่งนภา ทองเคิ่ง, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ และจิตอาภา ชมเชย. 2556. **การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน**. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2556. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์, บุรณี พัวพงษ์แพทย์, จิตอาภา ชมเชย, ศศิธร วรปิตังสี, สอนอง จรินทร์, ไว อินตะแก้ว, เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข, พรอนันต์ แข็งขัน, สุรชาติ คูอาริยะกุล, วิมล แก้วสีดา, ทศนีย์ ดวงแยม, ญัฐิมา โฆษิตเจริญกุล และสุภา สุขโขคกุล. 2558. **การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ**. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงาน กปร. 2556. **การใช้ประโยชน์ระบบหญ้าแฝก**. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. 2562. **สถานการณ์ผลิตพืช 2561/2562**. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2562/53-54.pdf>

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. **คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมีเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารส่วนตำบลเข็กน้อย. 2558. **แผนพัฒนาท้องถิ่น 3 ปี (พ.ศ. 2558-2560)**. องค์การบริหารส่วนตำบลเข็กน้อย, เพชรบูรณ์.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติของดินตามชั้นหน้าตัดดิน (Soil profile) แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Horizon	Depth (cm)	Particle size distribution			Texture class	Bulk density (g cm ⁻³)	pH (1:1)	OM (%)	Avai. P (---- mg kg ⁻¹ ----)	Avai. K (---- mg kg ⁻¹ ----)	CEC (cmol kg ⁻¹)	BS by sum (%)	Soil Fertility
		Sand (----- % -----)	Silt (----- % -----)	Clay (----- % -----)									
Ap	0-15/24	56.3	19.6	24.1	SCL	1.58	4.89	1.92	4.82	131.30	8.89	48.39	M
Bt1	15/24- 38/40	50.0	17.5	32.5	SCL	1.63	5.26	0.82	0.71	49.70	8.64	38.57	L
Bt2	38/40-62	46.7	16.1	37.2	SC	1.65	4.82	0.80	0.71	50.20	9.76	26.51	L
Bt3	62-88	46.9	19.2	33.9	SCL	1.67	4.70	0.77	0.83	49.30	10.18	19.99	L
Btc	88-109+	50.6	19.3	30.1	SCL	1.74	5.02	0.63	2.34	48.10	10.75	19.14	L

หมายเหตุ: M = ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง L = ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ที่มา: เก็บข้อมูลชั้นหน้าตัดดินในพื้นที่ทดลองและวิเคราะห์สมบัติดิน

ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับ	ความหนาแน่นรวม (g cm^{-3})
ต่ำ	< 1.2
ค่อนข้างต่ำ	1.2-1.4
ปานกลาง	1.4-1.6
ค่อนข้างสูง	1.6-1.8
สูงมาก	> 2.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 3 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1)

ระดับ	พิสัย
กรดรุนแรง	< 4.5
กรดจัด	4.5 – 5.5
กรดเล็กน้อย	5.6 – 6.5
กลาง	6.6 – 7.3
ด่างเล็กน้อย	7.4 – 8.4
ด่างจัด	> 8.4

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 4 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ระดับ	พิสัย (%)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	3.5-4.5
สูงมาก	> 4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 5 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ระดับ	พิสัย (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	11-15
สูง	16-45
สูงมาก	> 45

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ระดับ	พิสัย (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก	< 30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	61-90
สูง	91-120
สูงมาก	> 120

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 7 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ	พิสัย (cmol kg ⁻¹)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-5
ค่อนข้างต่ำ	5-10
ปานกลาง	10-15
ค่อนข้างสูง	15-20
สูง	20-30
สูงมาก	> 30

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 8 ร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation)

ระดับ	พิสัย (%)
ต่ำ	<35
ปานกลาง	35-75
สูง	>75

ที่มา: กองสำรวจและจำแนกดิน (2543)

ตารางผนวกที่ 9 วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน

ระดับความ อุดมสมบูรณ์ ของดิน	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ (%)	ปริมาณ ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	ปริมาณ โพแทสเซียม ที่เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	ความจุ แลกเปลี่ยน ไอออนบวก (cmol kg ⁻¹)	ร้อยละ ความอิ่มตัวเบส (%)
ต่ำ	< 1.5 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)	< 10 (1)	< 35 (1)
ปานกลาง	1.5-3.5 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)
สูง	> 3.5 (3)	> 25 (3)	> 90 (3)	> 20 (3)	> 75 (3)

หมายเหตุ: วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง)

ถ้าคะแนนเท่ากับ 5 – 7 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8 – 12 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ถ้าคะแนนมากกว่า 13 – 15 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

ที่มา: กองสำรวจและจำแนกดิน (2543)

ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.5111	0.2555	
Treatment	8	0.9913	0.1239	1.01ns
Error	16	1.9596	0.1225	
Total	26	3.4620	0.1332	

Grand mean = 5.26 cv = 6.66% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.2283	0.1141	
Treatment	8	2.6215	0.3277	5.08**
Error	16	1.0326	0.0645	
Total	26	3.8824	0.1493	

Grand mean = 5.78 cv = 4.39% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.2298	0.1149	
Treatment	8	5.9078	0.7385	13.42**
Error	16	0.8804	0.0550	
Total	26	7.0180	0.2699	

Grand mean = 6.23 cv = 3.76% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0084	0.0042	
Treatment	8	0.1756	0.0219	0.41ns
Error	16	0.8650	0.0541	
Total	26	1.0489	0.0403	

Grand mean = 1.85 cv = 12.57% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0140	0.0070	
Treatment	8	1.1558	0.1445	1.61ns
Error	16	1.4329	0.0896	
Total	26	2.6027	0.1001	

Grand mean = 1.85 cv = 16.11% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0072	0.0036	
Treatment	8	10.5565	1.3196	15.01ns
Error	16	1.4068	0.0879	
Total	26	11.9705	0.4604	

Grand mean = 2.16 cv = 13.70% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1.9805	0.9902	
Treatment	8	98.0775	12.2597	2.41ns
Error	16	81.2539	5.0784	
Total	26	181.3119	6.9735	

Grand mean = 6.53 cv = 34.50% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	4.6967	2.3483	
Treatment	8	264.3313	33.0414	6.89**
Error	16	76.7679	4.7980	
Total	26	345.7959	13.2998	

Grand mean = 7.79 cv = 28.10% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1.7739	0.8869	
Treatment	8	1064.9171	133.1146	29.51**
Error	16	72.1916	4.5101	
Total	26	1138.8525	43.8020	

Grand mean = 13.45 cv = 15.79% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	275.9193	137.9597	
Treatment	8	20943.2119	2617.9015	5.41**
Error	16	7742.3171	483.8948	
Total	26	28961.4484	1113.9019	

Grand mean = 99.16 cv = 22.18% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
ปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	8533.0608	4266.5304	
Treatment	8	15961.4905	1995.1863	3.99**
Error	16	7994.9838	499.6865	
Total	26	32489.5352	1249.5975	

Grand mean = 146.77 cv = 15.23% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	960.7358	480.3679	
Treatments	8	48296.9687	6037.1211	22.07**
Error	16	4376.2191	273.5137	
Total	26	53633.9236	2062.8432	

Grand mean = 210.83 cv = 7.84% ** = $P < 0.01$

ตารางผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0216	0.0108	
Treatments	8	1.0552	0.1319	1.10ns
Error	16	1.9178	0.1199	
Total	26	2.9946	0.1152	

Grand mean = 6.09 cv = 5.69% ns = not significant

ตารางผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.1425	0.0712	
Treatments	8	3.1402	0.3925	1.70**
Error	16	3.6918	0.2307	
Total	26	6.9745	0.2683	

Grand mean = 6.11 cv = 7.86% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.1022	0.0511	
Treatments	8	4.0585	0.5073	3.49**
Error	16	2.3258	0.1454	
Total	26	6.4865	0.2495	

Grand mean = 6.16 cv = 6.19% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอิมมิตัวเบส ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	5.1969	2.5984	
Treatments	8	361.8169	45.2271	1.50**
Error	16	482.3027	30.1439	
Total	26	849.3164	32.6660	

Grand mean = 31.26 cv = 17.56% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอิมมิตัวเบส ปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	450.1257	225.0629	
Treatments	8	3498.2206	437.2776	3.74**
Error	16	1869.7227	116.8577	
Total	26	5518.0691	223.7719	

Grand mean = 49.60 cv = 21.80% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละความอึดตัวเบส ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	122.5652	61.2826	
Treatments	8	31472.8717	3934.1090	83.78**
Error	16	751.3123	46.5970	
Total	26	32346.7493	1244.1057	

Grand mean = 91.00 cv = 7.53% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	48.9156	24.4578	
Treatments	8	1614.8334	201.8542	22.07**
Error	16	72.0778	4.5049	
Total	26	1735.8267	66.7626	

Grand mean = 70.12 cv = 3.03% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	89.8941	44.9471	
Treatments	8	587.5362	73.4420	8.02**
Error	16	146.5593	9.1600	
Total	26	823.9895	31.6919	

Grand mean = 92.70 cv = 3.27% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงซิง ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	501.1850	250.5925	
Treatments	8	916.8755	114.6094	4.17**
Error	16	140.1668	27.5104	
Total	26	1858.2273	71.4703	

Grand mean = 9.08 cv = 6.30% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นขิง ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	118.0000	559.0000	
Treatments	8	123541.3333	15442.6667	3.87**
Error	16	63779.3333	3986.2083	
Total	26	188438.6667	7247.6410	

Grand mean = 436.89 cv = 14.45% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นขิง ปีที่ 2

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1554.0000	777.0000	
Treatments	8	33090.0000	4136.2500	4.77**
Error	16	13880.0000	867.5000	
Total	26	48524.0000	1866.3077	

Grand mean = 387.67 cv = 7.60% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนต้นขิง ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2413.4074	1206.7037	
Treatments	8	32995.8519	4124.4815	9.97**
Error	16	6617.2593	413.5787	
Total	26	42026.5185	1616.4046	

Grand mean = 455.41 cv = 4.47% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตขิง ปีที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Block	2	4.5206	2.2603	
Treatments	8	2048.6967	256.0871	129.36**
Error	16	31.6745	1.9797	
Total	26	2084.8917	80.1881	

Grand mean = 36.79 cv = 3.82% ** = P < 0.01

ตารางผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเชื้อ *Rolstania* sp. ปีที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Block	2	3.0424	1.5212	
Treatments	8	34.4982	4.3123	2.70**
Error	16	25.5899	1.5994	
Total	26	63.1305	2.4281	

Grand mean = 3.26 cv = 38.80% ** = P < 0.05