

**แบบ วจ. 3**  
**แบบฟอร์มรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**

กอง โครงการ เขต สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7  
รหัสโครงการวิจัย 51 54 01 04 021 104 01 11  
ชื่อโครงการ ผลของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินชุดบ้านจ้อง (กลุ่มชุดดินที่ 29) ต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เมื่อมีการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตขิงในพื้นที่ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย

ผู้รับผิดชอบโครงการ นางสาวมยุรี ปละอุต  
ผู้ร่วมดำเนินการ -  
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7  
เริ่มต้นเดือน มกราคม 2551 สิ้นสุดเดือน มิถุนายน 2554  
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 4 ปี

สถานที่ดำเนินการ ชุดดิน กลุ่มชุดดิน ชนิดพืช  
จังหวัดเชียงราย บ้านจ้อง 29 ขิง  
อำเภอเวียงป่าเป้า (B๑)  
ตำบลสันสลี  
บ้านโล๊ะ  
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ (บาท)	งบบุคลากร (บาท)	งบดำเนินงาน (บาท)	รวม (บาท)
2551	-	97,000	97,000
2552	-	97,000	97,000
2553	-	97,000	97,000
2554	-	56,500	56,500
รวม	-	347,500	347,500

แหล่งงบประมาณที่ใช้ งบโครงการวิจัยและพัฒนา กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดตามแบบฟอร์มที่กำหนดด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....  
(นางสาวมยุรี ปละอุด)

ลงชื่อ.....  
(นายอิสรา อนุรักษพงษ์พร)  
ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<b>ชื่อโครงการ</b>	ผลของการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินบ้านจ้อง อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย		
	Effect of Soil Management for Reducing Epidemic of Bacterial Wilt Disease to Physical and Chemical Properties in Ban Chong Soil Series, Wiangpapao District, Chiangrai Province.		
<b>ทะเบียนวิจัย</b>	51 54 01 04 021 104 01 11		
<b>กลุ่มชุดดินที่</b>	29	<b>ชุดดิน</b>	บ้านจ้อง (Ban Chong Soil Series : Bg)
<b>ผู้ดำเนินการ</b>	นางสาวมยุรี ปละอูด	Miss. Mayuree Palaoud	

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินบ้านจ้อง อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย ในฤดูปลูกปี 2551, 2552 และ 2553 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินภายใต้การจัดการดินต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิง และศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 6 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วย 1) ปลูกชิงใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินและป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกร 2) ปลูกชิงใช้ พต.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ 3) ปลูกชิงใช้ พต.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ 4) ปลูกชิงใช้ พต.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกรใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ ใส่ปุ๋ยตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน 5) ปลูกชิงใช้ พต.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกรแต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ ใส่ปุ๋ยตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน 6) ปลูกชิงใช้ พต.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคชิงแบบเกษตรกรแต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ ใส่ปุ๋ยตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน

ผลการทดลองพบว่า การจัดการดินตามวิธีการของตำรับการทดลองที่ 6 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ทำให้ดินมีศักยภาพในการผลิตสูงที่สุด กล่าวคือสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าลดลงมากที่สุดภายหลังสิ้นสุดการทดลองในปี 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 โดยความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร คือ มีค่าลดลงจาก 1.44 เป็น 1.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และจากค่า 1.51 เป็น 1.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการจัดการดินตามวิธีการของทุกตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดิน ทั้ง 2 ระดับความลึก สำหรับสมบัติทางเคมีของดินของตำรับการทดลองที่ 6 ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีแนวโน้มของค่าเพิ่มสูงที่สุดภายหลังสิ้นสุดการทดลองในปี 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก 4.7 เป็น 6.2 และจากค่า 4.5 เป็น 5.7 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.85 เป็น 3.16 เปอร์เซ็นต์ และจากค่า 1.48 เป็น 2.44

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 28 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม และจากค่า 6 เป็น 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 59 เป็น 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากค่า 42 เป็น 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 283 เป็น 795 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ จากค่า 245 เป็น 492 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ส่วนการประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของชิง พบว่า การจัดการดินตามวิธีการของตำรับ การทดลองที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดระดับความรุนแรงและการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิง โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงในช่วงเดือนสุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยว ผลผลิตชิง (เดือนสิงหาคม) ในปี 2551 ปี 2552 และปี 2553 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคลดลงมากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 9.38, 7.83 และ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีจำนวนต้นปกติที่รอดตายจากการเป็นโรคมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.48, 44.50 และ 32.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

### Abstract

The result to studied Effect of Soil Management for Reducing Epidemic of Bacterial Wilt Disease to Physical and Chemical Properties in Ban Chong Soil Series, Wiangpapao District, Chiangrai Province during the growing season in 2551, 2552 and 2553. To compare the effects of changes in physical and chemical properties of soil under the soil management on the spread of the wilt disease of ginger and to study effect of changes in physical and chemical properties of soil before and after the experiment. The plan was a Randomized Complete Block Design with 3 replications of 6 treatments that are contains 1) Ginger cultivation to improve soil and prevent the removal of the ginger farmers. 2) Ginger cultivation using microbial activator LDD. 3 and chemical protection for farmers, eradication of ginger, a rate of 1 ton of compost per rai. 3) Ginger cultivation using microbial activator LDD. 3 and chemical protection for farmers, eradication of ginger, a rate of 2 tons of compost per rai. 4) Ginger cultivation using microbial activator LDD. 3 and chemical protection for farmers, eradication of ginger, a rate of 1 ton of compost per rai, according to the lime requirement of soil. 5) Ginger cultivation using microbial activator LDD. 3 and chemical protection for farmers, eradication of ginger but a 50 percentage reduction in the rate of 1 ton of compost per rai, according to the lime requirement of soil. 6) Ginger cultivation using microbial activator LDD. 3 and chemical protection for farmers, eradication of ginger but a 50 percentage reduction in the rate of 2 tons of compost per rai, according to the lime requirement of soil.

The results showed that soil management by means of the treatment 6 affect the changes in physical and chemical properties of soil. The soil has the potential to produce the highest. That is physical properties of the soil such as bulk density has decreased the most after the end of the trial in 2553, compared with before the trial began in 2551. The bulk density of soil 0-15 and 15-30 cm depth was decreased from 1.44 to 1.31 g/cm<sup>3</sup> and from 1.51 to 1.35 g/cm<sup>3</sup>, respectively. However, according to all the methods of soil management treatments had no effect on soil moisture content and two levels of depth. For soil chemical properties of the treatment 6 such as soil reaction, organic matter, available phosphorus, available potassium and available calcium tended to increase after the end of the trial in 2553, compared with before the trial began in 2551 and is 2 levels depth. The soil reaction, the soil pH has increased from 4.7 to 6.2 and from 4.5 to 5.7, respectively. The organic matter in the soil has increased from 1.85 to 3.16 percentage and from 1.48 to 2.44 percentage, respectively. The available phosphorus has increased from 10 to 28 mg/kg and from 6 to 15 mg/kg, respectively. The available potassium has increased from 59 to 91 mg/kg and from 42 to 62 mg/kg, respectively. The available calcium has increased from 283 to 795 mg/kg and from 245 to 492 mg/kg, respectively.

The severity of the wilt disease of ginger found that soil management by means of the treatment 6 were most effective in reducing the severity and spread of the wilt disease of ginger. The percentage of destruction of the wilt disease of ginger in the last months before the harvest of ginger (August). In years 2551, 2552 and 2553 has greatly reduced the disease is equal to 9.38, 7.83 and 4.50 percentage, respectively. The number of the normal ginger surviving from the disease which is equal to 48.48, 44.50 and 32.17 percentage, respectively.

### หลักการและเหตุผล

จึงจัดเป็นพืชผักประเภทเครื่องเทศ และสมุนไพรที่มีการนำมาใช้โดยชาวเอเชีย ตั้งแต่โบราณ ปัจจุบันมีการนำขิงมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย ทั้งใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค เครื่องดื่ม และเครื่องสำอาง โดยมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมในหลายประเทศทั่วโลก ตลาดมีความต้องการขิงเป็นจำนวนมากเพื่อการบริโภคและการแปรรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ ขิงจึงเป็นพืชที่มีราคาดี ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้นเกษตรกรจึงหันมาปลูกขิงกันมากขึ้น ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกขิงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากมายหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย ขิงเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ดีในดินร่วนปนทรายที่มีค่า pH ของดิน 6.0-6.5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง การระบายน้ำดี มีความชื้นในอากาศสูง อย่างไรก็ตามการปลูกขิงในประเทศไทยไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่สำคัญคือ เกษตรกรขาดความรู้และทักษะในเรื่องของโรคและการป้องกันกำจัด โดยเฉพาะโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ตลอดจนวิธีการปลูกที่ถูกต้อง ทำให้ขิงที่ผลิตได้มีผลผลิตต่ำและคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาด นอกจากนี้เกษตรกรยังไม่สามารถปลูกขิงซ้ำที่เดิมได้เพราะจะเกิดโรคระบาดรุนแรงในปีต่อมาเกษตรกรต้องเปลี่ยนที่ปลูกทุกปีทำให้เกิดการบุกรุกทำลายป่าเพื่อหาพื้นที่ปลูกขิง

ปัญหาที่สำคัญในการผลิตขิงอีกประการหนึ่งคือปัญหาด้านการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม ประกอบกับพื้นที่ปลูกขิงในภาคเหนือส่วนมากเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาในด้านดินเสื่อมโทรม โดยเฉพาะชุดดินบ้านจ้อย มีลักษณะและสมบัติดินเป็นดินลึกลับมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีนํ้าตาลเข้มถึงสีนํ้าตาล ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลืองถึงสีแดง ปฏิกริยาเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินมีความสามารถให้นํ้าซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของนํ้าบนผิวดินมีอัตราปานกลางถึงเร็ว ดินอุ้มนํ้าปานกลาง ดินชั้นบน เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินเหนียวปนทราย สีนํ้าตาลเข้ม สีเข้มของนํ้าตาลปนแดง เนื่องจากชุดดินบ้านจ้อยเป็นดินที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีปฏิกริยาดินเป็นกรด ดังนั้นการจัดการดินที่เหมาะสมต่อการปลูกขิงในพื้นที่ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพให้มีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุของโรคพืชในดิน จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมไม่ให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคพืชจนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของขิง ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ดินในการผลิตขิงได้อย่างต่อเนื่อง

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินภายใต้การจัดการดินต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง
2. ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

### ตรวจเอกสาร

ขิง (Ginger) เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Rosc. ขิงจัดได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เกษตรกรสามารถทำเป็นอาชีพหลัก เนื่องจากขิงเป็นพืชผักที่ให้ผลตอบแทนสูง อย่างไรก็ตามเกษตรกรจะประสบความสำเร็จได้จะต้องสามารถผลิตขิงให้มีผลผลิตต่อไร่สูงและมีคุณภาพดี โดยตลาดขิงที่มีคุณภาพนั้นสามารถรองรับการผลิตได้อีกเป็นจำนวนมาก ขิงเริ่มมีการปลูกเพื่อนำไปทำขิงต้องส่งออกต่างประเทศเมื่อ ปี พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดชุมพรและประจวบคีรีขันธ์ ต่อมาได้มีการนำขิงไปปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปัจจุบันการผลิตขิงในประเทศไทย มีภาคเหนือเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ รองลงมาคือ ภาคใต้ ภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้านการส่งออกของขิงของประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณ 13,977 ตันต่อปี มูลค่า 377 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2541 มีปริมาณ 28,770 ตันต่อปี มูลค่า 408 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2542 มีปริมาณ 25,583 ตันต่อปี มูลค่า 455 ล้านบาท และปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณ 27,780 ตันต่อปี มูลค่า 735 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2544) แหล่งปลูกขิงในปัจจุบันคือ จังหวัดเชียงราย พะเยา เพชรบูรณ์ และเลย พื้นที่เพาะปลูกขิงในปี 2539/40 มีประมาณ 96,000 ไร่ และให้ผลผลิตรวม 117,535 ตัน ผลิตได้เฉลี่ย 1.2 ตันต่อไร่ นับว่ามีผลผลิตค่อนข้างต่ำ โดยทั่วไปแล้วควรได้ 2-3 ตันต่อไร่ นอกจากการผลิตขิงของเกษตรกรไทยมีผลผลิตต่ำทั้งปริมาณและคุณภาพแล้วคุณภาพของขิงที่ตรงตามมาตรฐานหรือความต้องการของโรงงานมีเพียงร้อยละ 30-40 เท่านั้น ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าปัญหาของการปลูกขิงของไทยไม่ได้คุณภาพและปริมาณนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่สำคัญคือโรคและศัตรูของขิง รองลงมาคือการปฏิบัติและดูแลขิง ตั้งแต่ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาพันธุ์ขิง

โรคที่สำคัญที่พบได้ทั่วไปในการปลูกขิง คือ โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย มีชื่อเรียกได้หลายชื่อคือ โรคแง่งเน่า โรคเหี่ยวเขียว โรคเนื้อแก้ว หรือโรคไส้ซึม เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* หรือมีชื่อเดิมว่า *Pseudomonas solanacearum* เป็นโรคที่เกิดขึ้นกับขิงทุกส่วน มักพบเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้อยู่ทั่วไป ในดิน เชื้อระบาดโดยติดไปกับแม่พันธุ์ หรือแง่งขิง มีดตัดแง่งพันธุ์ เครื่องใช้ทางการเกษตร และยังติดไปกับดินและน้ำที่มาจากบริเวณเป็นโรค ทำให้เกิดโรคระบาดอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในฤดูฝน นอกจากนี้การที่ขิงได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปและปลูกขิงในดินที่มีการระบายน้ำไม่ดียังเป็นสาเหตุทำให้โรคนี้อุบัติไปเกือบทุกแห่งที่มีการปลูกขิง (คำนิง, 2541) และยิ่งถ้าสภาพอุณหภูมิสูง (28-35 องศาเซลเซียส) และความชื้นในดินสูงจะทำให้การพัฒนาของโรคเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินที่ขาดไนโตรเจนหรือดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำจะทำให้พืชเป็นโรคร่ง่าย และรุนแรงกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์หรือไนโตรเจนสูง เชื้อแบคทีเรียนี้สามารถอยู่คงทนในดินและน้ำ จึงทำให้ไม่สามารปลูกขิงซ้ำที่เดิมเป็นเวลานานหลายปี โดยอาการระยะเริ่มแรกขิงจะแสดงใบเหี่ยว ม้วนขณะต้นและใบยังเขียวจึงเรียกว่าโรคเหี่ยวเขียว เมื่ออาการรุนแรงมากขึ้นใบจะห่อม้วนและกลายเป็นสีเหลืองต้นจะเหลืองจากโคนและหักพับลง เนื้อในของแง่งขิงจะมีรอยช้ำน้ำหรืออาการไส้จึงเรียกว่าโรคเนื้อแก้วหรือไส้ซึม ต่อมาจะลุกลามเกิดหัวและลำต้นเน่ามีน้ำสีขาวขุ่นของตัวเชื้อแบคทีเรียไหลออกมาตามบริเวณแผลเน่าหรือตามรอยฉีกขาดบางครั้งจะมีกลิ่นเหม็น (นิพนธ์และคณะ, 2542)

ขิงเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกขิง คือ ดินร่วนซุย มีการระบายน้ำดี ควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ขิงไม่ชอบสภาพดินเหนียวและมีน้ำขัง ควรมีค่า pH ของดิน ประมาณ 6.0-6.5 นอกจากนี้ขิงยังสามารถขึ้นได้ดีที่ระดับน้ำทะเล 0-1,500 เมตร สภาพอากาศค่อนข้างเย็น พื้นที่ที่



เหมาะสมในการปลูกคือ พื้นที่ทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บนที่ราบจะมีการปลูกขิงไม่มาก (ยงยุทธ, 2542) การปลูกขิงควรไถดินอย่างน้อย 3-4 ครั้ง ครั้งที่ 1 เป็นการบุกเบิกพื้นที่ เพื่อปรับระดับดินให้มีความสม่ำเสมอ ส่วนครั้งที่ 2 และ 3 เป็นการไถดินโดยใช้ความลึกประมาณ 20-25 เซนติเมตร และไถแปรเพื่อคลุกเคล้าดิน ทุยารวมทั้งวัชพืชและตากดินไว้ ส่วนครั้งที่ 4 เป็นการไถพรวนเพื่อย่อยดินให้ละเอียดกว่านปุ๋ยอินทรีย์ 50 ส่วนผสมไตรโคเดอร์มา 1 ส่วนทั่วทั้งแปลงเพื่อลดการระบาดของเชื้อราในดิน (ประสิทธิ์, 2539)

สำหรับพื้นที่ปลูกขิงของจังหวัดเชียงราย (ปี 2546/47) มีทั้งหมด 15,184 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,351 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่เสียหาย 758 ไร่ เนื่องมาจากพื้นที่ปลูกขิงประสบปัญหาโรคเหี่ยวหรือโรคแฉ่งเน่าจากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อสาเหตุสามารถระบาดโดยติดไปกับส่วนขยายพันธุ์ขิง ดินและน้ำ ทำให้ความเสียหายในพื้นที่ปลูกขิงทั่วประเทศไทย ได้แก่ ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์ เลย ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคมิพิชออาศัยกว้าง สามารถก่อให้เกิดโรคเหี่ยวกับพืชมากกว่า 200 ชนิด ใน 44 วงศ์ (ปิยะรัตน์และนันทิมา, 2546) การป้องกันและกำจัดโรคเหี่ยวของขิงสามารถทำได้โดยก่อนปลูกควรปรับปรุงบำรุงดินให้ดี โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์และใส่ปูนเพื่อปรับสภาพของดิน ยกแปลงให้สูงและทำร่องระบายน้ำ เมื่อเกิดโรคระบาดในแปลงควรขุดดินและถอนต้นที่เป็นโรคบริเวณนั้นไปเผาทำลาย (ประสิทธิ์, 2539) สำหรับการป้องกันเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืชที่มีอยู่ในดินควรไถพลิกดินตากแดด 1 ครั้ง ทั่วไร่ 1-2 สัปดาห์ ควรทำการอบดินฆ่าเชื้อโรคก่อนปลูกจะทำให้สามารถป้องกันการเกิดโรคได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปูนขาว อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ โรยในร่องผสมให้เข้ากับดิน กลบดินทับตบหน้าดินให้แน่นอบทิ้งไว้ 2-3 สัปดาห์ ทำให้ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียโรคเหี่ยวของขิงและเชื้อราโรคเน่าที่อยู่ในดินได้ (นิพนธ์และคณะ, 2542)

ดินชุดบ้านจ้อง จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 29 เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-8 เปอร์เซ็นต์ ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินมีอัตราปานกลางถึงเร็ว ดินอุ้มน้ำปานกลาง ดินชั้นบน เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเข้ม สีเข้มของน้ำตาลปนแดง ปฏิกริยาเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด ดินชั้นล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย ปฏิกริยาเป็นกรดจัดหรือกรดรุนแรง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) แนวทางการจัดการดินในการปลูกพืชไร่และพืชผัก ควรเลือกพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตรา 1-2 ตันต่อไร่ หรือไถกลบปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับมีวัสดุคลุมดินและพื้นที่ที่เป็นกรดจัด ควรใช้วัสดุปูน อัตรา 200-300 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

เทคโนโลยีชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดินที่สำคัญและเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการดินเพื่อปลูกขิง คือ เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมสาเหตุโรคพืช หรือสารเร่ง พด. 3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยมีความสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการรากเน่าโคนเน่า ขณะเดียวกันยังสามารถแปรสภาพแร่ธาตุในดินให้เกิดเป็นอาหารพืชมากขึ้น เนื่องจาก พด. 3 เป็นการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อโรคพืช คือ เชื้อไตรโคเดอร์มาและเชื้อบาซิลลัส ที่ทำปฏิกริยาโดยวิธีการแย่งอาหาร เพื่อการเจริญได้ดีกว่าเชื้อโรคพืชโดยตรงแล้วยังสามารถสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้อีกด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

การปรับปรุงบำรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางที่สำคัญประการหนึ่ง เพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชอย่างยั่งยืน เนื่องจากเกษตรกรใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกติดต่อกันมาเป็นเวลานาน และขาดการบำรุงรักษาทำให้ดินเสื่อมโทรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ปุ๋ยหมักจะช่วยทำให้สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินดีขึ้น กล่าวคือ ดินมีความร่วนซุย มีการระบายอากาศดีขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานแก่จุลินทรีย์ดิน ทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในการปรับปรุงดินโดยใช้ปุ๋ยร่วมด้วยแล้วยังเป็นวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากดินที่เสื่อมโทรมมักมีปฏิกิริยาของดินเป็นกรด ทำให้ประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชลดลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับระดับ pH ให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช การใช้ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน และยังช่วยปรับสภาพสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ทำให้การเก็บความชื้นของดินเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยในการปรับปรุงดินยังช่วยเพิ่มธาตุแคลเซียมและ pH ให้แก่ดิน โดยสารประกอบแคลเซียมยังทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น การใช้ปุ๋ยยังช่วยลดปริมาณของอะลูมิเนียม หากมีปริมาณมากเกินไปจะเป็นพิษกับพืช และยังช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุแมกนีเซียมในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (นิรันดร์และวันชัย, 2543)

พื้นที่การเกษตรที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ จะมีระดับธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้นพืชมีความอ่อนแอทำให้มีความต้านทานต่อโรคพืชลดลง ประกอบกับเมื่อดินขาดอินทรีย์วัตถุจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินโดยตรง ดังนั้นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยพืชสด จะมีผลต่อการลดจำนวนประชากรเชื้อโรคในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) โดยมีผลการศึกษากิจการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคที่สอดคล้องกันดังนี้ คือ Michel *et al.* (1997) อ้างโดย ศศิธร (2546) ศึกษาการปลูกพืชหมุนเวียนด้วยถั่วพุ่มร่วมกับการปรับปรุงดินแปลงปลูกมะเขือเทศด้วยยูเรีย อัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และปุ๋ยเผา อัตรา 5,000 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ พบว่า ช่วยลดปริมาณเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคได้ และพัชรินทร์ (2545) ศึกษาการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ โดยการจัดการดินโดยใช้ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยเผา อัตรา 68.5 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวได้ 81 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างในชนิดของปุ๋ยขาว ปุ๋ยมาร์ล หรือปุ๋ยโดโลไมท์ ซึ่งการเพิ่มปริมาณปุ๋ยเผาจะให้ผลการควบคุมโรคได้ดีกว่าการเพิ่มปริมาณยูเรีย สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤตชญา (2545) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,700 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ในดินลงได้มากที่สุด ส่วนการตากดินโดยพลิกกลับทุก 2 วัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ การคลุกดินด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 1,700 กิโลกรัมต่อไร่ และคลุกด้วยยูเรียผสมไวท์โดโลไมท์ อัตรา 80 : 800 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถทำให้เชื้อลดลงในระดับที่ใกล้เคียงกันและต่ำกว่าชุดควบคุม เช่นเดียวกับ สุภัทรา (2545) ศึกษาการจัดการดินเพื่อลดปริมาณเชื้อ *Erwinia carotovora* สาเหตุโรคเน่าเละในผักกาดขาวปลี พบว่า การใช้ยูเรียผสมโดโลไมท์ อัตรา 80 : 800 กิโลกรัมต่อไร่ และการเติมปุ๋ยหมัก อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดปริมาณเชื้อในดินลงได้ (ศศิธร, 2546) ดังนั้นการจัดการดินที่เหมาะสมจึงมีแนวโน้มที่จะทำให้สามารถป้องกัน หรือลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียได้ เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตพืชที่เกิดจากการเข้าทำลายของโรคพืช

ตลอดจนลดต้นทุนการผลิตซึ่งในการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลผลิตซึ่งได้ในระยะยาวต่อไป

#### ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ	เริ่มต้นเดือน	มกราคม พ.ศ. 2551
สิ้นสุดเดือน	สิ้นสุดเดือน	มิถุนายน พ.ศ. 2554

#### สถานที่ดำเนินการ

สถานที่ตั้ง	บ้านโละ หมู่ที่ 4 ตำบลสันสลิ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย		
ลุ่มน้ำย่อย	ลุ่มน้ำย่อยสาขาน้ำแม่ลาว		
จุดพิกัด :	(ระบบ UTM)	N	2144718 E 552783
ชุดดินบ้านจ้อง	กลุ่มชุดดิน	29	

#### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

##### 1. อุปกรณ์

- 1.1 พื้นที่ทำแปลงทดลอง ขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 8 เมตร จำนวน 18 แปลง
- 1.2 ท่อนพันธุ์ขิง
- 1.3 สารเคมีป้องกันกำจัดโรคขิง
- 1.4 เทปวัดระยะ
- 1.5 กระบอกลูกเต๋อย่างดินและที่ตอก
- 1.6 สว่านเจาะดิน
- 1.7 ถังเก็บตัวอย่างดิน
- 1.8 ปากกาเคมี

##### 2. วิธีดำเนินการ

###### 2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ (Replication) มีทั้งหมด 6 ตำรับการทดลอง (Treatment) มีรายละเอียดดังนี้ คือ

ตำรับที่ 1 ปลูกขิงใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินและป้องกันกำจัดโรคขิงแบบเกษตรกร

ตำรับที่ 2 ปลูกขิงใช้ พด. 3 และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคขิงแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่

ตำรับที่ 3 ปลูกขิงใช้ พด. 3 และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคขิงแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่

ตำรับที่ 4 ปลูกขิงใช้ พด. 3 และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคขิงแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ ใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน

ตำรับที่ 5 ปลูกขิงใช้พด. 3 และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคขิงแบบเกษตรกรแต่ลดปริมาณการใช้ลง 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน

ตำรับที่ 6 ปลุกชิงใช้พด. 3 และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชแบบเกษตรกรรมแต่ลดปริมาณการใช้ลง 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน

**หมายเหตุ :** - ตำรับที่ 1 ชุบพ่นพันธุ์ ด้วยน้ำยาโรโซเล็กซ์ อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และฉีดน้ำยาเทอราคลอร์ อัตรา 60 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง หลังปลูก 45 และ 75 วัน  
- ตำรับที่ 2, 3 และ 4 ฉีดพ่นน้ำยาเทอราคลอร์ อัตรา 60 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง หลังปลูก 45 และ 75 วัน  
- ตำรับที่ 5 และ 6 ฉีดพ่นน้ำยาเทอราคลอร์ อัตรา 30 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง หลังปลูก 45 และ 75 วัน

## 2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. การคัดเลือกพื้นที่ ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่จะใช้ในการทดลองเป็นแปลงทดสอบกลุ่มชุดดินที่ 29 ชุดดินบ้านจ้อย ในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

**Site characterization** ลักษณะของกลุ่มชุดดินที่ 29 เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลต์ เป็นต้นบริเวณพื้นที่ภูเขา และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุหินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางไกลๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณเชิงเขา หรือเกิดจากตะกอนดินที่ถูกน้ำพาบริเวณเนินตะกอนรูปพัดสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา ความลาดชัน 3-35% ลักษณะและสมบัติดินเป็นดินสีมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาล ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลืองถึงสีแดง ปฏิกริยาเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5)

2. การเตรียมแปลงทดลอง โดยวางแปลงขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 8 เมตร จำนวน 18 แปลง โดยแต่ละแปลงยกร่องปลูกและระยะห่างระหว่างร่อง 50 เซนติเมตร เพื่อระบายน้ำ

3. การปลุกชิง เตรียมพ่นพันธุ์ชิงที่ปราศจากโรค โดยตัดแบ่งแ่งชิงเป็นพ่นพ่น ขนาด 2-3 ตา ทำความสะอาดและผึ่งไว้ในที่ร่ม และปลุกชิงในช่วงเดือนเมษายน นำแ่งพันธุ์ที่เตรียมไว้วางในแนวตั้งหลุมละ 1 พ่น ใช้ระยะปลูกระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร ระหว่างแถว 30 เซนติเมตร หลังปลูกเสร็จคลุมแปลงด้วยฟางข้าว เพื่อเก็บความชื้นกันความร้อนและวัชพืช

4. การเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูล

4.1) ตัวอย่างดิน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดสอบในพื้นที่แปลงทดลอง จำนวน 3 จุดต่อแปลง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จำนวน 108 ตัวอย่าง โดยทำการเก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้างของดินเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นของดินรวม และความชื้นในดิน และเก็บแบบทำลายโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยนำตัวอย่างดินที่เก็บมาได้ผึ่งให้แห้งในที่ร่มบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

4.2) ตัวอย่างพืช ทำการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความรุนแรงหรือเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โดยทำการนับจำนวนหลุมที่เป็นโรคเหี่ยวของชิงในพื้นที่ทุกแปลงย่อย จำนวน 36 แปลง หลังปลูกทุกเดือนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการของ

โรคเหี่ยวของขิง คือ อาการระยะเริ่มแรกขิงจะแสดงใบเหี่ยวม้วนขณะต้นและใบยังเขียว เมื่ออาการรุนแรงมากขึ้นใบจะห่อม้วนและกลายเป็นสีเหลือง ต้นจะเหลืองจากโคนและหักพับลง เนื้อในของแงขิงจะมีรอยช้ำน้ำหรืออาการใสต่อมาจะลุกลามเกิดหัวและลำต้นเน่า มีน้ำสีขาวขุ่นของตัวเชื้อแบคทีเรียไหลออกมาตามบริเวณแผลเน่าหรือตามรอยฉีกขาด

### 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ คือ วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA : Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น  $P \leq 0.05$  โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SX8 และหากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินภายหลังการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง ในปี พ.ศ. 2551-2553

#### ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาผลของการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินบ้านจ้อง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ในปี พ.ศ. 2551-2553 โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินภายหลังการจัดการดินต่อการลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

##### 1 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินบางประการ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) และความชื้นในดิน (soil moisture content) ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 พบว่าความหนาแน่นรวมของดินและความชื้นในดินของทุกตำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1.43-1.47 และ 1.47-1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 8.82-11.65 และ 13.58-15.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง

ตำรับที่	ความลึก (cm)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Soil moisture content (%)
1	0-15	1.45	9.70
	15-30	1.49ab <sup>1/</sup>	15.86
2	0-15	1.43	9.86
	15-30	1.47b	14.70
3	0-15	1.45	8.82
	15-30	1.50ab	13.54
4	0-15	1.47	9.65
	15-30	1.50ab	15.52
5	0-15	1.46	8.87
	15-30	1.51a	14.50
6	0-15	1.44	9.81
	15-30	1.51a	14.47
ค่าเฉลี่ย	0-15	1.45	9.45
	15-30	1.50	14.77
F-test	0-15	ns	ns
	15-30	**	ns
C.V. ( % )	0-15	1.66	22.27
	15-30	1.58	13.93

- หมายเหตุ
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
  - \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
  - <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 2 สมบัติทางกายภาพของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี พ.ศ. 2551

### 2.1) ความหนาแน่นรวมของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 1 (ปี 2551) พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.40-1.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มสูงที่สุด (1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) (ภาพที่ 1) ส่วนความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มของค่าลดลงต่ำที่สุด (1.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีแนวโน้มของค่าเพิ่มสูงที่สุด คือ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 2) (ตารางที่ 2)

## 2.2) ความชื้นในดิน

จากผลการวิเคราะห์ความชื้นในดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 1 (ปี 2551) พบว่าความชื้นในดินทั้ง 2 ชั้นระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกตำรับการทดลอง คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23.39-24.24 และ 25.23-27.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และ 4) (ตารางที่ 2)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินภายหลังการจัดการดินในปี 2551 อาจกล่าวได้ว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำที่สุด ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 โดยมีค่าลดลงประมาณ 0.04 และ 0.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ตำรับการทดลองที่ 1 มีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มสูงที่สุด ทั้ง 2 ชั้นระดับความลึกในระดับที่เท่ากัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นจากปี 2551 ประมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความชื้นในดินของทุกตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้ง 2 ชั้นระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) ในปีที่ 1 (ปี 2551) คือ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 23.88 และ 26.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการจัดการดินแต่ละวิธีการไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดิน แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูกขิง โดยในปี 2551 มีปริมาณน้ำฝนรวม เท่ากับ 1,011 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5)

## 3 สมบัติทางกายภาพของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี พ.ศ. 2552

### 3.1) ความหนาแน่นรวมของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังการทดลองในปีที่ 2 (ปี 2552) พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับในปี 2551 กล่าวคือ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงต่ำที่สุด ซึ่งมีความอยู่ในช่วงระหว่าง 1.36-1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 ที่มีค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มสูงมากที่สุด คือ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 2, 4 และ 5 มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันประมาณ 1.41-1.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 1) สำหรับความหนาแน่นรวมของดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี 2552 ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินของตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีค่าแนวโน้มลดลงต่ำที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 1.42-1.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 คือ 1.56 และ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) (ตารางที่ 2)

### 3.2) ความชื้นในดิน

จากผลการวิเคราะห์ความชื้นในดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 2 (ปี 2552) พบว่า ค่าความชื้นในดินทั้ง 2 ชั้นระดับความลึก ให้ผลสอดคล้องกับในปี 2551 โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติของทุกตำรับการทดลอง ซึ่งค่าความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จะมีค่าต่ำกว่าความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 15.44-17.62 และ 17.76-18.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และ 4) (ตารางที่ 2)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินดังกล่าวข้างต้น อาจสรุปได้ว่า ในปี 2551 จะมีตำรับการทดลองที่ 6 เพียงตำรับเดียวเท่านั้นที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำที่สุด แต่ในปี 2552 จะมี 2 ตำรับการทดลอง คือ 3 และ 6 โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงมากที่สุด ซึ่งมีค่าลดลงจากก่อนเริ่มดำเนินการในปี 2551 ประมาณ

0.06 และ 0.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ และสอดคล้องกับที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงจากปี 2551 ประมาณ 0.06-0.09 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนความชื้นในดินของทุกตำรับการทดลองมีผลในทำนองเดียวกับในปี 2551 คือมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำรับการทดลองและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้ง 2 ชั้นระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) ในปีที่ 2 (ปี 2552) คือ มีค่าเฉลี่ยลดลงประมาณ 16.71 และ 18.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนรวมที่ลดลงจากปีที่ 1 (ปี 2551) เหลือเพียง 974 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5)

#### **4 สมบัติทางกายภาพของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี พ.ศ. 2553**

##### **4.1) ความหนาแน่นรวมของดิน**

จากผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังการทดลองในปีที่ 3 (ปี 2553) พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับในปี 2551 และ 2552 โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมของดินของตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีแนวโน้มของค่าลดลงต่ำที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.31-1.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มสูงมากที่สุดภายหลังการทดลองในปีดังกล่าว คือมีค่าเท่ากับ 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีแนวโน้มของค่าลดลงต่ำที่สุด โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1.35-1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 ที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มสูงมากที่สุด (1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) (ภาพที่ 2) (ตารางที่ 2)

##### **4.2) ความชื้นในดิน**

จากผลการวิเคราะห์ความชื้นในดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 3 (ปี 2553) พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีค่าความชื้นในดินอยู่ในระดับใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 2 ชั้นระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงต่ำที่สุดประมาณ 13.64 และ 15.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และ 4) (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2551 และ 2552 ซึ่งจะมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2553 ที่มีปริมาณลดลงเหลือเพียง 686.1 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินภายหลังการทดลองในปี 2553 อาจกล่าวสรุปได้ว่า ตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำที่สุด ทั้ง 2 ระดับชั้นความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าลดลงจากก่อนเริ่มดำเนินการในปี 2551 ประมาณ 0.10 และ 0.13 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดินภายหลังการจัดการดิน ในปี 2551-2553 พบว่า การจัดการดินตามวิธีการของตำรับการทดลองที่ 6 ส่งผลทำให้มีแนวโน้มของค่าลดลงต่ำที่สุดในทั้ง 2 ชั้นระดับความลึกสำหรับการจัดการดินตามวิธีการของทุกตำรับการทดลองไม่มีผลต่อความชื้นในดินภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตขิง ทั้ง 3 ปี (ปี 2551-2553) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะค่าความชื้นในดินของทุกตำรับการทดลองอยู่ในสภาพพื้นที่ที่มีตำแหน่งใกล้เคียงกัน ดังนั้นการจัดการดินที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับการทดลองจึงไม่มีผลต่อระดับความชื้นในดิน แต่ปัจจัยที่ถือได้ว่ามีผลโดยตรง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนในแต่ละฤดูกาลของการเพาะปลูกขิง กล่าวคือ ถ้าในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกมีปริมาณน้ำฝนมากก็จะส่งผลทำให้ความชื้น

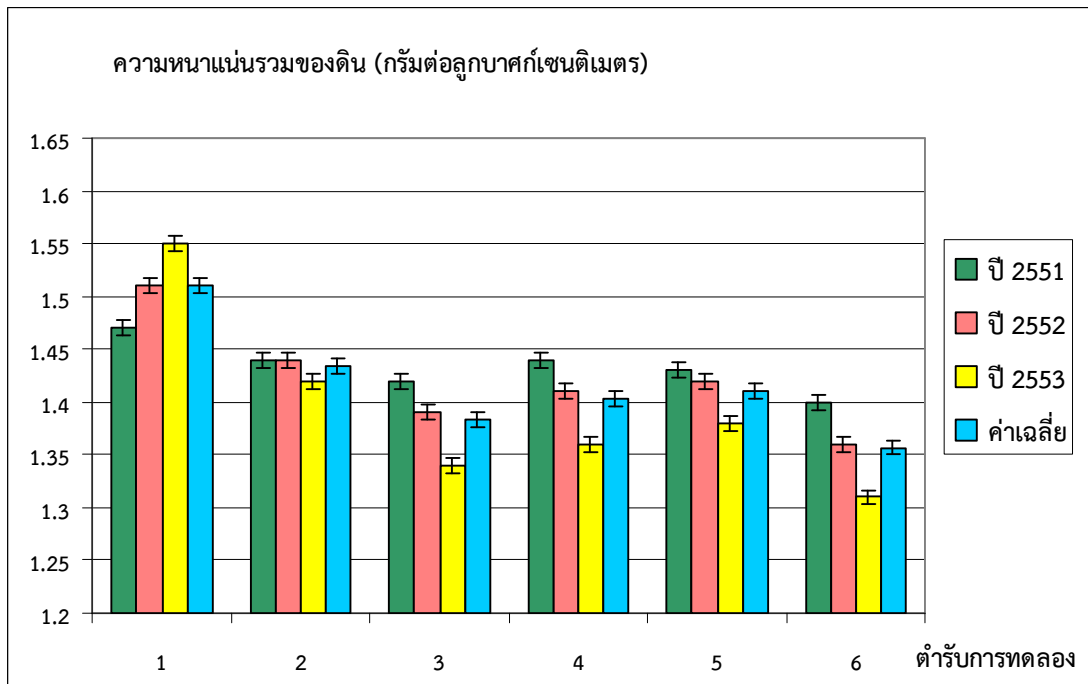


ในดินมีค่าสูงสุด แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าในช่วงฤดูการเพาะปลูกดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนน้อยก็จะส่งผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าต่ำสุด

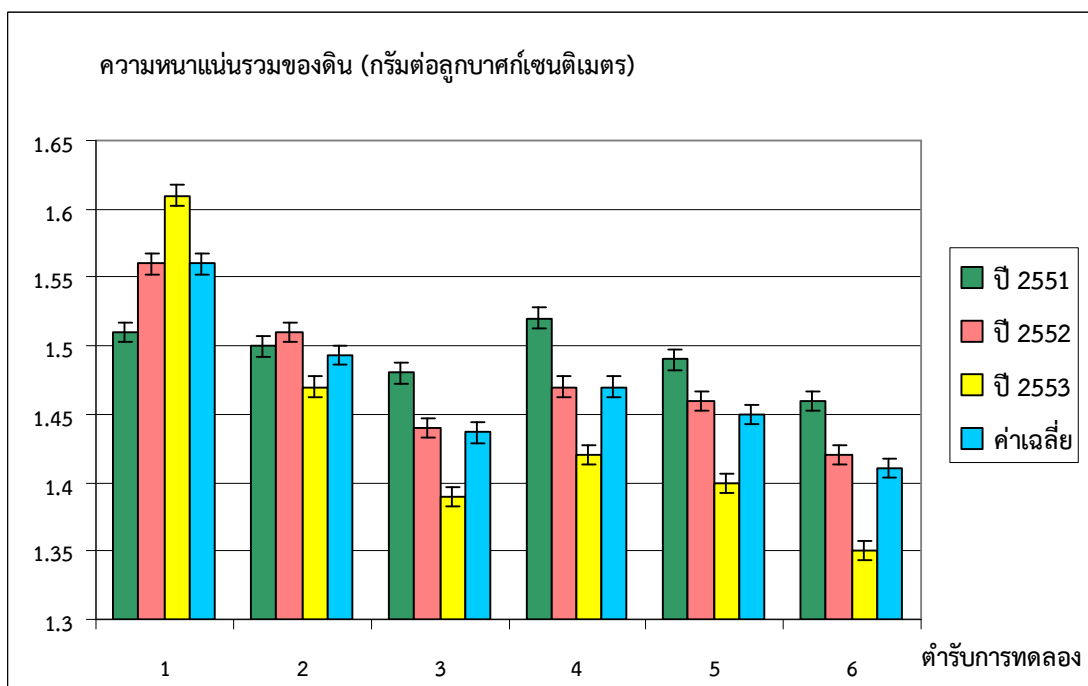
ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของดินภายหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2551-2553

ตำรับที่	ความลึก (cm)	ปี 2551		ปี 2552		ปี 2553	
		Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Soil moisture content (%)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Soil moisture content (%)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Soil moisture content (%)
1	0-15	1.47a <sup>1/</sup>	24.22	1.51a <sup>1/</sup>	17.62	1.55a <sup>1/</sup>	13.45
	15-30	1.51ab <sup>1/</sup>	27.57	1.56a <sup>1/</sup>	17.76	1.61a <sup>1/</sup>	15.32
2	0-15	1.44ab	24.06	1.44b	16.47	1.42b	13.36
	15-30	1.50abc	25.43	1.51ab	17.97	1.47b	16.70
3	0-15	1.42b	23.91	1.39cd	17.40	1.34de	14.22
	15-30	1.48bc	26.69	1.44c	18.88	1.39cd	16.51
4	0-15	1.44ab	23.39	1.41bc	16.48	1.36cd	13.45
	15-30	1.52a	27.24	1.47bc	18.23	1.42c	16.46
5	0-15	1.43ab	24.24	1.42bc	15.44	1.38bc	12.63
	15-30	1.49abc	26.32	1.46bc	18.10	1.40c	15.24
6	0-15	1.40b	23.44	1.36d	16.82	1.31e	14.73
	15-30	1.46c	25.23	1.42c	18.24	1.35d	15.52
ค่าเฉลี่ย	0-15	1.43	23.88	1.42	16.71	1.39	13.64
	15-30	1.49	26.41	1.48	18.20	1.44	15.96
F-test	0-15	**	ns	**	ns	**	ns
	15-30	**	ns	**	ns	**	ns
C.V. (%)	0-15	1.86	18.55	1.30	7.54	1.56	9.78
	15-30	1.46	9.76	2.15	7.52	1.53	9.75

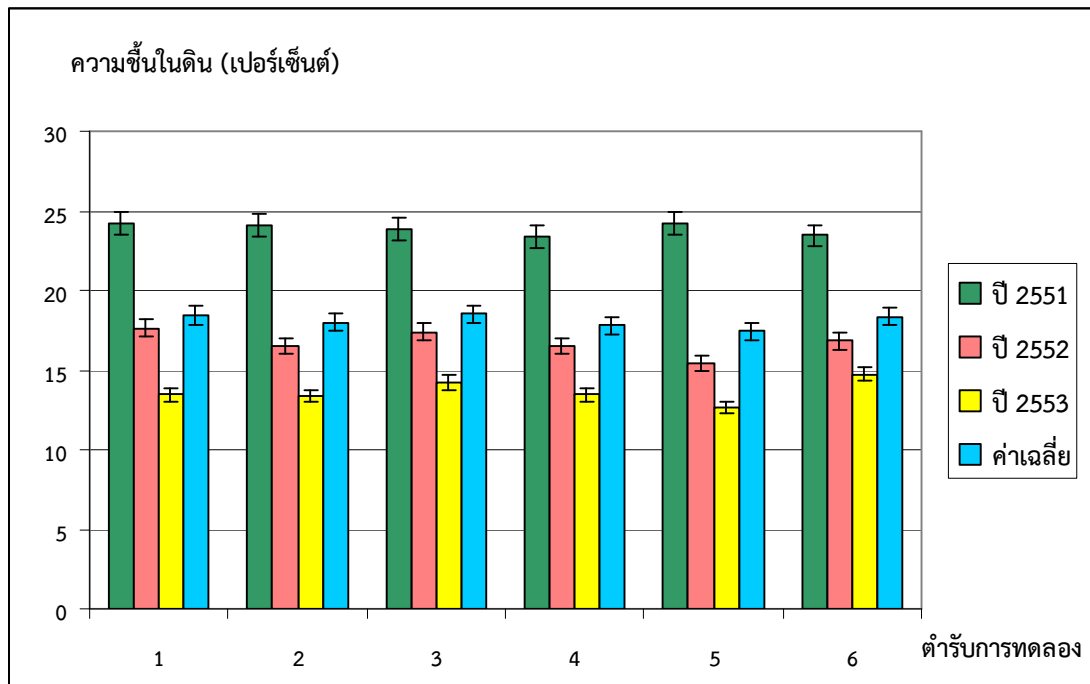
- หมายเหตุ
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
  - \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
  - <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



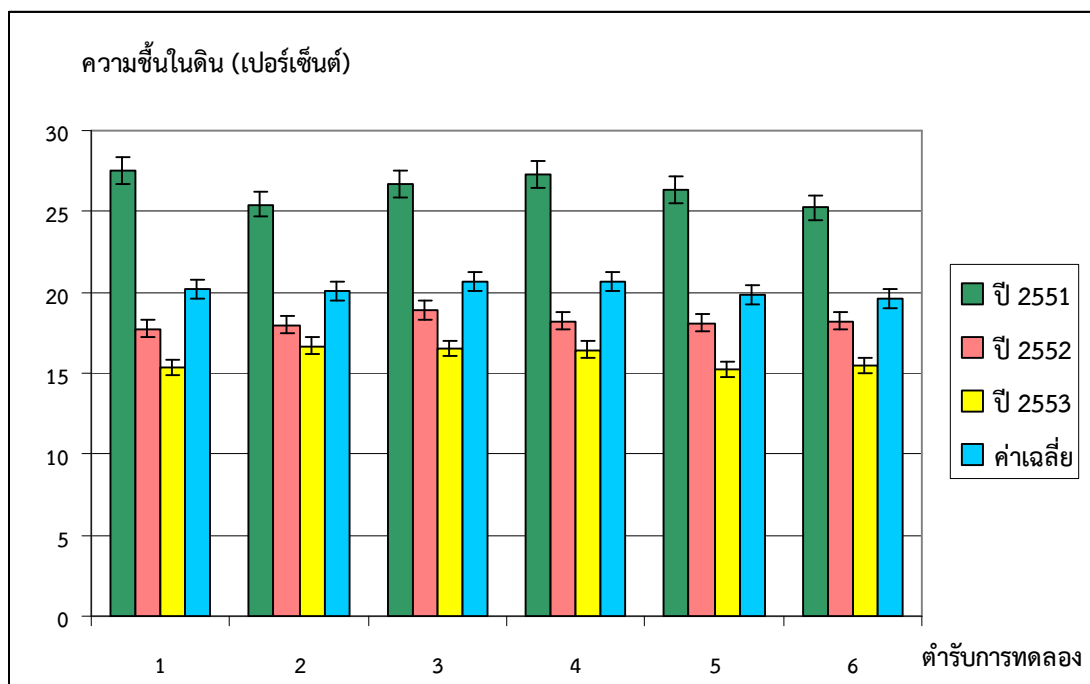
ภาพที่ 1 ความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 2 ความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 3 ความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 4 ความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553

### 5 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available calcium) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของดินของทุกตำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่า pH ของดินผิวน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 4.5-4.7 ซึ่งจัดอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH ของดินผิวน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 4.3-4.5 จัดอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.65-1.92 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.36-1.56 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 10-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับความเพียงพอต่อพืชต่ำถึงปานกลาง และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6-9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับความเพียงพอต่อพืชต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 52-65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเพียงพอต่อพืชต่ำถึงปานกลาง ส่วนที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 35-45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับความเพียงพอต่อพืชต่ำ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 265-289 และ 223-245 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเพียงพอต่อพืชต่ำมาก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง

ดำรับการทดลอง	ความลึก (cm)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	Avail. Ca (mg/kg)
1	0-15	4.7	1.81ab <sup>1/</sup>	13ab <sup>1/</sup>	59ab <sup>1/</sup>	289
	15-30	4.5	1.53	8	37bc <sup>1/</sup>	232
2	0-15	4.5	1.76ab	15a	65a	269
	15-30	4.3	1.45	9	45a	223
3	0-15	4.6	1.65b	11ab	61ab	273
	15-30	4.4	1.39	6	38bc	238
4	0-15	4.5	1.92a	13ab	55ab	287
	15-30	4.4	1.56	8	35c	243
5	0-15	4.6	1.78ab	11ab	52b	265
	15-30	4.5	1.36	6	40abc	230
6	0-15	4.7	1.85ab	10b	59ab	283
	15-30	4.5	1.48	6	42ab	245
ค่าเฉลี่ย	0-15	4.61	1.80	12.28	58.39	277.61
	15-30	4.42	1.46	7.12	39.67	235.28
F-test	0-15	ns	**	**	**	ns
	15-30	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	0-15	3.91	7.07	18.91	11.41	8.02
	15-30	2.87	11.40	29.16	9.62	6.07

- หมายเหตุ
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
  - \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
  - <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 6 สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี พ.ศ. 2551

### 6.1) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการทดลองในปี 2551 พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ดำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มสูงมากที่สุด โดยมีค่า pH ของดินอยู่ในช่วงระหว่าง 4.9-5.0 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 คือ มีค่า pH ของดินเท่ากับ 4.6 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก (ภาพที่ 5) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีผลสอดคล้องกับที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร กล่าวคือ ดำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ โดยมีค่า pH ของดินผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 4.6-4.8 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก (ภาพที่ 6) (ตารางที่ 4)

## 6.2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายหลังการทดลองในปี 2551 พบว่า ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตามวิธีการจัดการดินของตำรับการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงที่สุด โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1.92-2.27 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงต่ำที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 1.68 และ 1.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7) สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.65-1.72 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงต่ำที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1.38-1.42 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 4)

## 6.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ในปี 2551 ทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นเป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 12 และ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง ส่วนตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงเป็นปริมาณเพียงเล็กน้อย คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 10-13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำถึงปานกลาง (ภาพที่ 9) สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ในปีที่ 1 (ปี 2551) ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิง ตำรับการทดลองที่ 2, 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นเป็นปริมาณเพียงเล็กน้อย คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 8-9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 และ 3 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงต่ำที่สุด โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 5-6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 10) (ตารางที่ 4)

## 6.4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ในปี 2551 ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตขิง การจัดการดินตามวิธีการของทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและมีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงในปีที่ 1 (ปี 2551) คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 45-56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 11) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กล่าวคือ ทุกตำรับการทดลองมีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงในปี 2551 แต่อย่างไรก็ตาม ตำรับการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 4 ที่มีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 29

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก ส่วนดำรับการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 5 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คือ 31-36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 4)

#### 6.5) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ในปี 2551 ทุกดำรับการทดลองมีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้น ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 1 โดยดำรับการทดลองที่ 3, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 365-375 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดำรับการทดลองที่ 1 ที่มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด (321 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 13) สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร กล่าวคือ ทุกดำรับการทดลองมีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี 2551 โดยดำรับการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ มีค่าเท่ากับ 239 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด (259 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 4)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินในปี 2551 อาจกล่าวสรุปโดยรวมได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดินยังไม่มีผลแตกต่างกันมากนักในแต่ละดำรับการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการดินในปีที่ 1 ของการทดลองจึงยังไม่มี การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินที่ชัดเจน แต่มีดำรับการทดลองบางวิธีการส่งผลทำให้สมบัติทางเคมีของดินมีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้นกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ กล่าวคือ ดำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีแนวโน้มของสมบัติทางเคมีของดินบางประการเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจากปี 2551 อยู่ในช่วงประมาณ 0.30 และ 0.2-0.3 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 0.30-0.42 และ 0.21-0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 2-3 และ 2-3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 92-104 และ 48-59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามมีสมบัติทางเคมีของดินบางประการที่มีแนวโน้มลดลงในปีที่ 1 (ปี 2551) ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปีดังกล่าว คือ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยทุกดำรับการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลง แต่ดำรับการทดลองที่ 6 ทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าลดลงต่ำที่สุดจากปี 2551 ประมาณ 5 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

#### 7 สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี พ.ศ. 2552

##### 7.1) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ในปีที่ 2 (ปี 2552) พบว่า ดำรับการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงสุด โดยมีค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.6 และจัดอยู่ในระดับกรดปานกลาง รองลงมาคือ ดำรับ

การทดลองที่ 5, 4, 3 และ 2 ซึ่งมีค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.4, 5.2, 5.0 และ 4.7 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดรุนแรง ส่วนต่อการทดลองที่ 1 มีค่า pH ของดินต่ำที่สุด คือ 4.0 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมาก (ภาพที่ 5) ส่วนผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า การทดลองที่ 5 และ 6 มีแนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ มีค่า pH ของดินผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 5.1-5.3 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 คือ มีค่า pH ของดิน เท่ากับ 3.9, 4.3 และ 4.8 ตามลำดับ (ภาพที่ 6) (ตารางที่ 4)

### 7.2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ในปี 2552 ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช การทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 2.59-2.68 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง รองลงมาคือ การทดลองที่ 3, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 2.24, 1.58 และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 7) โดยมีผลการทดลองที่สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชในปีที่ 2 (ปี 2552) ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กล่าวคือ การทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.92-2.28 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ การทดลองที่ 3, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 1.55, 1.26 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลางและค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 4)

### 7.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า การทดลองที่ 3, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นจากปี 2551 โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 16-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 1 และ 2 (8 และ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (ภาพที่ 9) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชแล้วในปีที่ 2 (ปี 2552) การทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 10-12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง รองลงมาคือ การทดลองที่ 3, 2 และ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 8, 7 และ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 10) (ตารางที่ 4)

### 7.4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ผลการทดลองในปี 2552 มีความขัดแย้งกับในปี 2551 กล่าวคือ ทุกการทดลองมีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นจากปีที่ 1 (ปี 2551) เมื่อมีการจัดการดินแต่ละวิธีการดังกล่าว ยกเว้นการทดลองที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงต่ำที่สุด คือ 39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ส่วนการทดลองที่ 5 และ 6 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 68-72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง รองลงมาคือ การทดลองที่ 3, 4 และ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 66, 62 และ 54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ตามลำดับ (ภาพที่ 11) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 3, 5 และ 6 มีแนวโน้มของค่าเพิ่มสูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 42-46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ รองลงมา คือ ตำรับการทดลองที่ 4, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 39, 39 และ 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำถึงต่ำมาก (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 4)

#### 7.5) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยในปี 2552 เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 2 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นจากปี 2551 ซึ่งตำรับการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 553-584 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 โดยมีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 428-485 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 13) โดยมีผลการทดลองที่สอดคล้องกับปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 346-378 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 320 และ 296 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 4)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินในปี 2552 อาจสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการมีผลแตกต่างกันมากกว่าในปีที่ 1 (ปี 2551) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 6 ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีแนวโน้มของสมบัติทางเคมีของดินเพิ่มสูงที่สุด เมื่อสิ้นสุดผลการทดลองในปี 2552 ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ค่า pH 5.6 และ 5.3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (2.68 และ 2.28 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (20 และ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (72 และ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (584 และ 378 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลองในปี 2552 กับสมบัติทางเคมีของดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ทั้ง 2 ระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินเพิ่มสูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ โดยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจากก่อนทดลองปี 2551 ประมาณ 0.8-0.9 และ 0.6-0.8 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.83-0.84 และ 0.68-0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 6-10 และ 4-6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 13-16 และ 2-6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 301-307 และ 133-134 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในทางตรงกันข้าม ตำรับการทดลองที่ 1 ทั้ง 2 ระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) มีแนวโน้มของสมบัติทางเคมีของดินบางประการลดลงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปีที่ 1 (ปี 2551) คือ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินลดลงจากก่อนทดลองปี 2551 ประมาณ 0.6-0.7 และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าลดลงประมาณ 0.35-0.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าลดลงประมาณ 2-5 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าลดลงประมาณ 11-21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 64-139 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยค่าที่เพิ่มขึ้นจะเป็นปริมาณที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ

## 8 สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปี พ.ศ. 2553

### 8.1) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

จากผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับในปี 2552 กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 มีความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด คือ มีค่า pH ของดินอยู่ในช่วงระหว่าง 6.0-6.2 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 3, 2 และ 1 คือ มีค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.8, 5.4, 5.1 และ 3.7 ตามลำดับ ซึ่งตำรับการทดลองที่ 1 มีค่า pH ของดินต่ำที่สุดและจัดอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมาก (ภาพที่ 5) สำหรับผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มของความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงที่สุด โดยมีค่า pH ของดินผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 5.4-5.7 และจัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 3, 2 และ 1 คือ มีค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.2, 4.8 และ 3.6 โดยตำรับการทดลองที่ 1 มี pH ของดินต่ำที่สุดและจัดอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองในปีที่ 3 (ปี 2553) (ภาพที่ 6) (ตารางที่ 4)

### 8.2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า สำหรับในปี 2553 ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 3 มีผลการทดลองสอดคล้องกับในปี 2552 กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 3.02-3.16 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 3, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 2.54, 1.38 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มลดลงต่ำที่สุดและจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 7) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของแต่ละตำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 2.35-2.44 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 3, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 2.20, 1.12 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ และจัดอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 4)

### 8.3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีแนวโน้มของค่าสูงที่สุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 25-28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชสูง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 5, 4 และ 2 คือ มีค่าเท่ากับ 23, 21 และ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือ มีค่าเท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 9) ซึ่งมีผลการทดลองสอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดผลการทดลองในปี 2553 โดยตำรับการ

ทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 11-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 9 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 10) (ตารางที่ 4)

#### 8.4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 87-91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลางถึงสูง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 3 และ 2 คือมีค่าเท่ากับ 84, 79 และ 61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงต่ำที่สุดเมื่อสิ้นสุดการทดลองในปีที่ 3 (ปี 2553) คือ มีค่าเท่ากับ 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (ภาพที่ 11) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 4 และ 6 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 59-62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำถึงปานกลาง รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 5, 3 และ 2 คือ มีค่าเท่ากับ 56, 52 และ 43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจัดอยู่ในระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 4)

#### 8.5) ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ในปี 2553 ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งในปีสุดท้ายของการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 3, 5 และ 6 มีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 768-795 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 756, 695 และ 582 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 13) ส่วนปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร พบว่า ตำรับการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุดอยู่ในช่วงผันแปรระหว่าง 460-492 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 คือ มีค่าเท่ากับ 426 และ 348 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 4)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการจัดการดินในปี 2553 สามารถสรุปได้ ดังนี้ คือ สมบัติทางเคมีของดินบางประการของแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันมากกว่า ปี 2551 และ 2552 เนื่องจากเป็นผลมาจากการจัดการดิน เป็นระยะเวลาถึง 3 ปี ทำให้สมบัติทางเคมีของดินมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในปี 2552 โดยตำรับการทดลองที่จัดได้ว่ามีผลทำให้ศักยภาพในการผลิตของดินเพิ่มสูงที่สุด เมื่อสิ้นสุดการทดลองในปีที่ 3 (ปี 2553) คือ ตำรับการทดลองที่ 6 ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ค่า pH 6.2 และ 5.7) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (3.16 และ 2.44 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (28 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (91 และ 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (795 และ 492 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลองใน

ปี 2553 กับสมบัติทางเคมีของดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 พบว่า ตำรับการทดลองที่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินเพิ่มสูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ทั้ง 2 ระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) โดยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจากก่อนทดลองปี 2551 ประมาณ 1.4-1.5 และ 1.0-1.2 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.19-1.31 และ 0.96-1.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 12-18 และ 5-9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 32-35 และ 16-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 512-514 และ 247-256 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ตำรับการทดลองที่มีแนวโน้มของสมบัติทางเคมีของดินบางประการลดลงต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปีที่ 1 (ปี 2551) คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ทั้ง 2 ระดับความลึก (0-15 และ 15-30 เซนติเมตร) โดยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีค่า pH ของดินลดลงจากก่อนทดลองปี 2551 ประมาณ 0.9-1.0 และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าลดลงประมาณ 0.65-0.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าลดลงประมาณ 4-7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าลดลงประมาณ 16-27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 116-293 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2551

ตำรับ	ความลึก (cm)	ปี 2551				
		pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	Avail. Ca (mg/kg)
1	0-15	4.6c <sup>1/</sup>	1.68b <sup>1/</sup>	11	46 <sup>ns</sup>	321b <sup>1/</sup>
	15-30	4.4bc <sup>1/</sup>	1.42bc <sup>1/</sup>	6ab <sup>1/</sup>	32ab <sup>1/</sup>	259b <sup>1/</sup>
2	0-15	4.6c	1.64b	13	51	354ab
	15-30	4.3c	1.38c	8ab	36ab	268ab
3	0-15	4.7bc	1.92ab	10	56	365a
	15-30	4.5bc	1.65ab	5b	33ab	273ab
4	0-15	4.9ab	2.16a	11	48	358ab
	15-30	4.6abc	1.72a	9a	29b	284ab
5	0-15	4.9ab	2.08a	14	46	369a
	15-30	4.7ab	1.66ab	8ab	31ab	289ab
6	0-15	5.0a	2.27a	12	54	375a
	15-30	4.8a	1.69a	9a	38a	293a
ค่าเฉลี่ย	0-15	4.80	1.96	11.89	50.28	357.11
	15-30	4.56	1.58	7.5	33.39	277.83
F-test	0-15	**	**	ns	**	*
	15-30	**	*	*	*	*
C.V. (%)	0-15	2.87	9.86	17.08	13.26	5.95
	15-30	3.73	8.97	21.22	12.31	6.52

หมายเหตุ

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
- <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2552

ตำรับ	ความลึก (cm)	ปี 2552				
		pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	Avail. Ca (mg/kg)
1	0-15	4.0e <sup>1/</sup>	1.34c <sup>1/</sup>	8d <sup>1/</sup>	39d <sup>1/</sup>	428b <sup>1/</sup>
	15-30	3.9e <sup>1/</sup>	1.18c <sup>1/</sup>	6c <sup>1/</sup>	26c <sup>1/</sup>	296c <sup>1/</sup>
2	0-15	4.7d	1.58c	10cd	54c	485b
	15-30	4.5d	1.26c	7c	39b	320bc
3	0-15	5.0cd	2.24b	16ab	66b	553a
	15-30	4.8c	1.85b	8bc	42ab	352ab
4	0-15	5.2bc	2.59a	14bc	62b	565a
	15-30	5.0b	1.96ab	11ab	39b	346ab
5	0-15	5.4ab	2.62a	17ab	68ab	572a
	15-30	5.1b	2.04ab	10ab	46a	364a
6	0-15	5.6a	2.68a	20a	72a	584a
	15-30	5.3a	2.28a	12a	44ab	378a
ค่าเฉลี่ย	0-15	4.98	2.17	14.06	60.28	531.06
	15-30	4.75	1.76	8.94	39.50	342.72
F-test	0-15	**	**	**	**	**
	15-30	**	**	**	**	**
C.V. (%)	0-15	3.26	8.50	18.72	5.42	6.36
	15-30	1.68	12.30	19.33	8.68	5.19

## หมายเหตุ

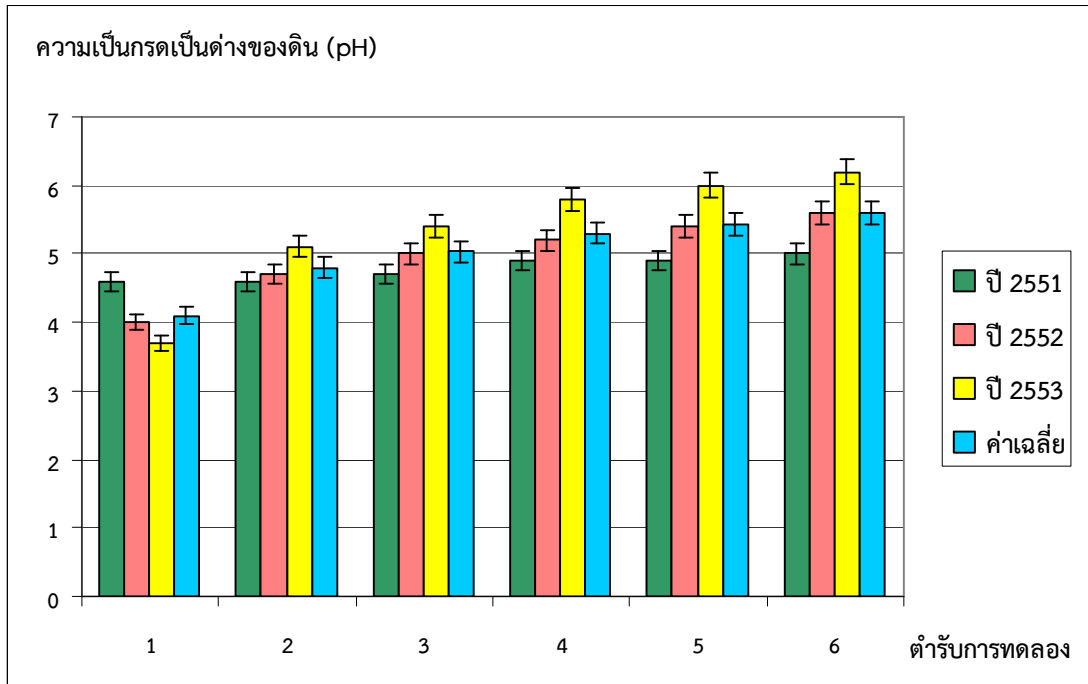
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
- <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## สมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2553

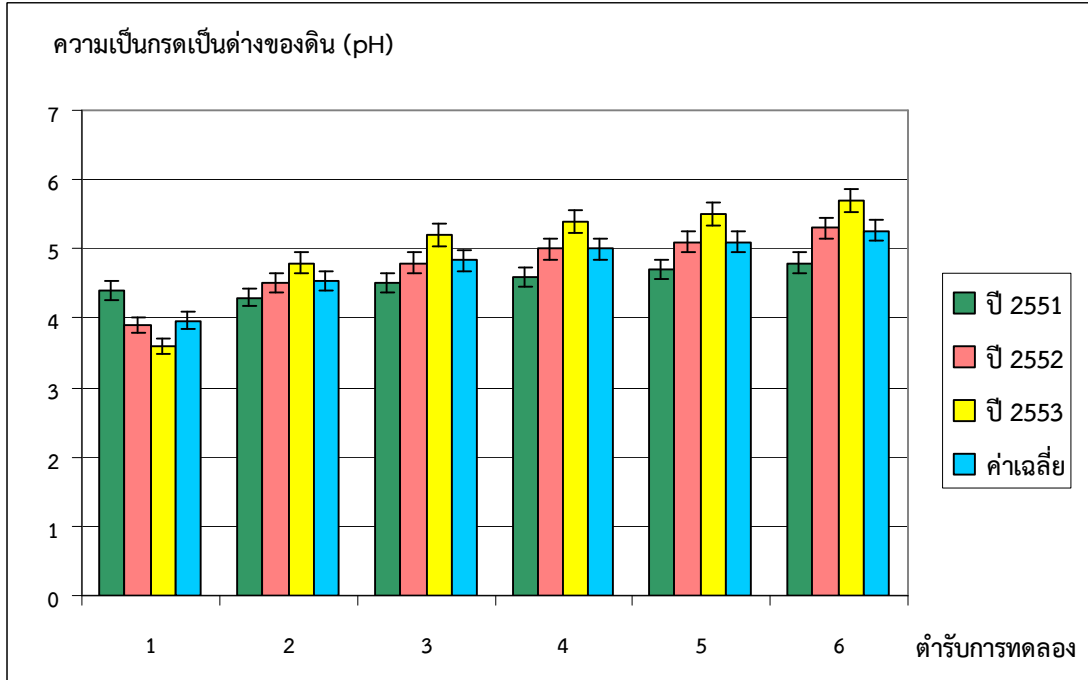
ตำรับ	ความลึก (cm)	ปี 2553				
		pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	Avail. Ca (mg/kg)
1	0-15	3.7e <sup>1/</sup>	1.16c <sup>1/</sup>	6e <sup>1/</sup>	32e <sup>1/</sup>	582d <sup>1/</sup>
	15-30	3.6d <sup>1/</sup>	0.85d <sup>1/</sup>	4c <sup>1/</sup>	21e <sup>1/</sup>	348c <sup>1/</sup>
2	0-15	5.1d	1.38c	14d	61d	695c
	15-30	4.8c	1.12c	9b	43d	426b
3	0-15	5.4c	2.54b	25ab	79c	768ab
	15-30	5.2b	2.20b	14a	52c	472a
4	0-15	5.8b	3.02a	21c	84b	756b
	15-30	5.4ab	2.35a	12ab	59ab	460ab
5	0-15	6.0a	2.97a	23bc	87ab	779ab
	15-30	5.5ab	2.39a	11ab	56bc	486a
6	0-15	6.2a	3.16a	28a	91a	795a
	15-30	5.7a	2.44a	15a	62a	492a
ค่าเฉลี่ย	0-15	5.34	2.37	19.67	72.39	729.06
	15-30	5.01	1.89	10.67	49.06	447.56
F-test	0-15	**	**	**	**	**
	15-30	**	**	**	**	**
C.V. (%)	0-15	2.67	8.68	11.92	3.36	2.49
	15-30	3.90	3.99	21.72	5.62	4.20

## หมายเหตุ

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- \* และ \*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD
- <sup>1/</sup> ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

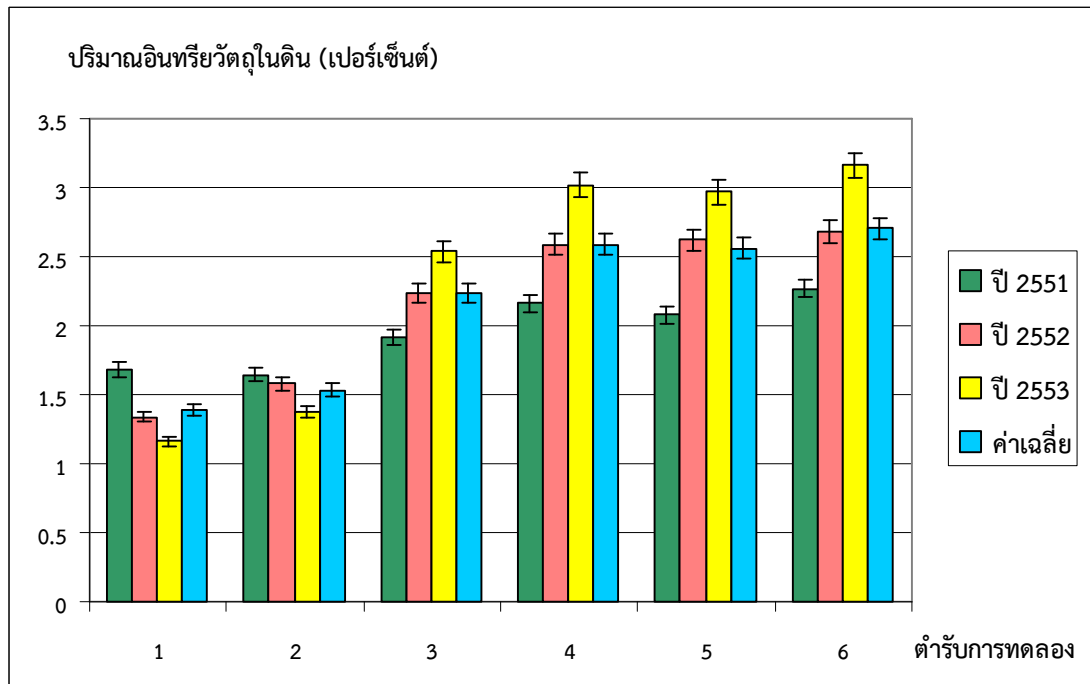


ภาพที่ 5 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553

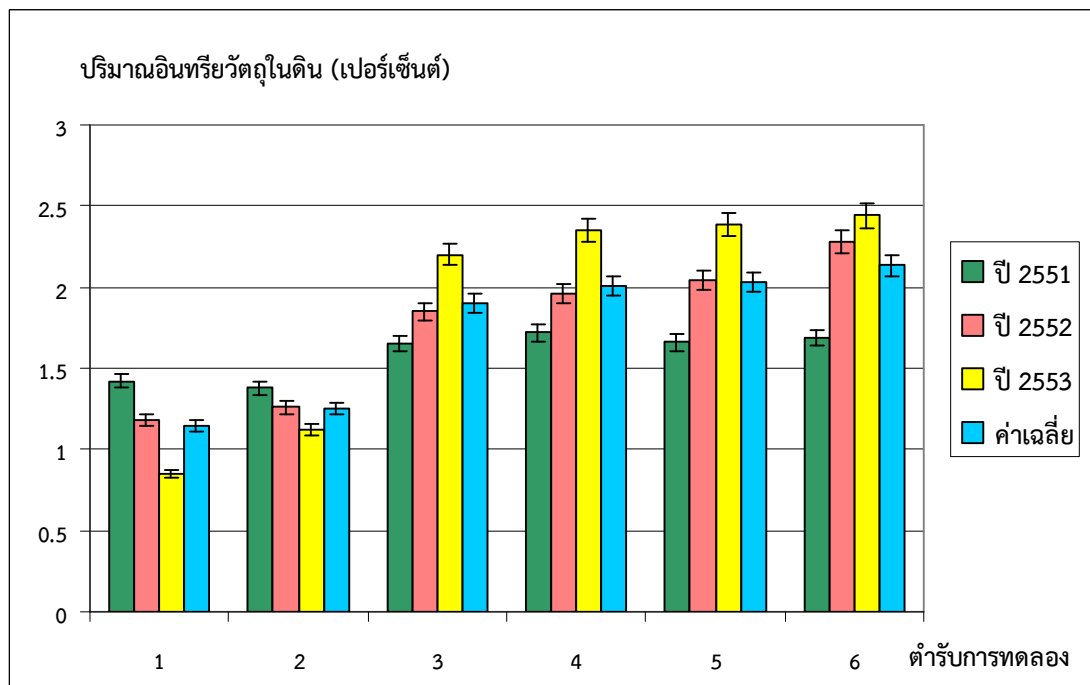


ภาพที่ 6 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553

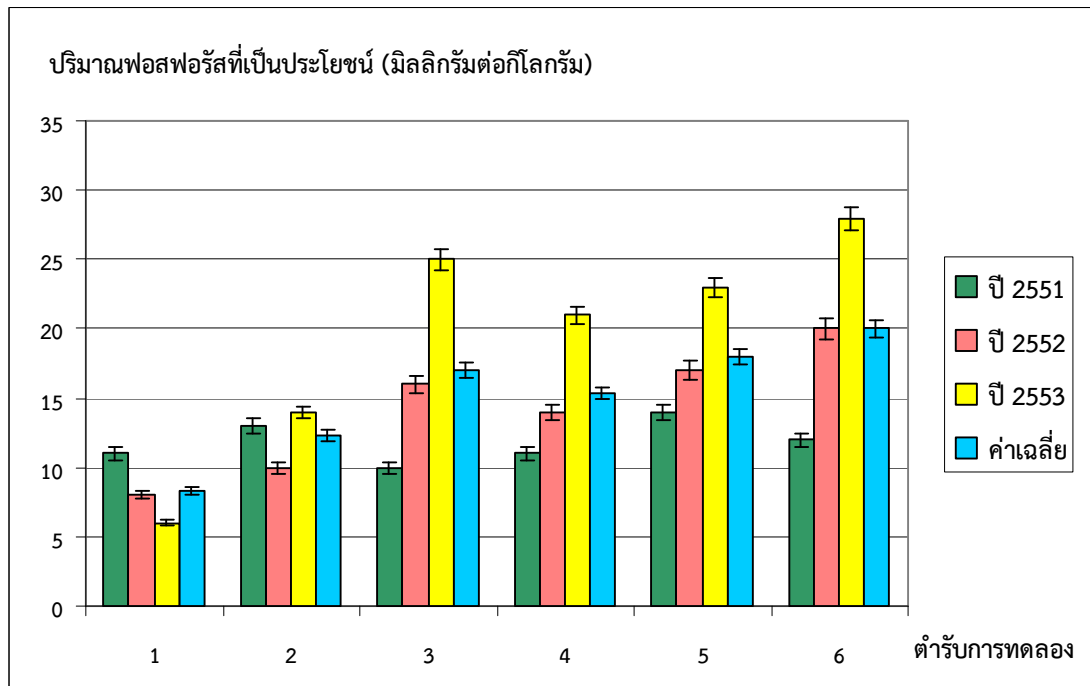




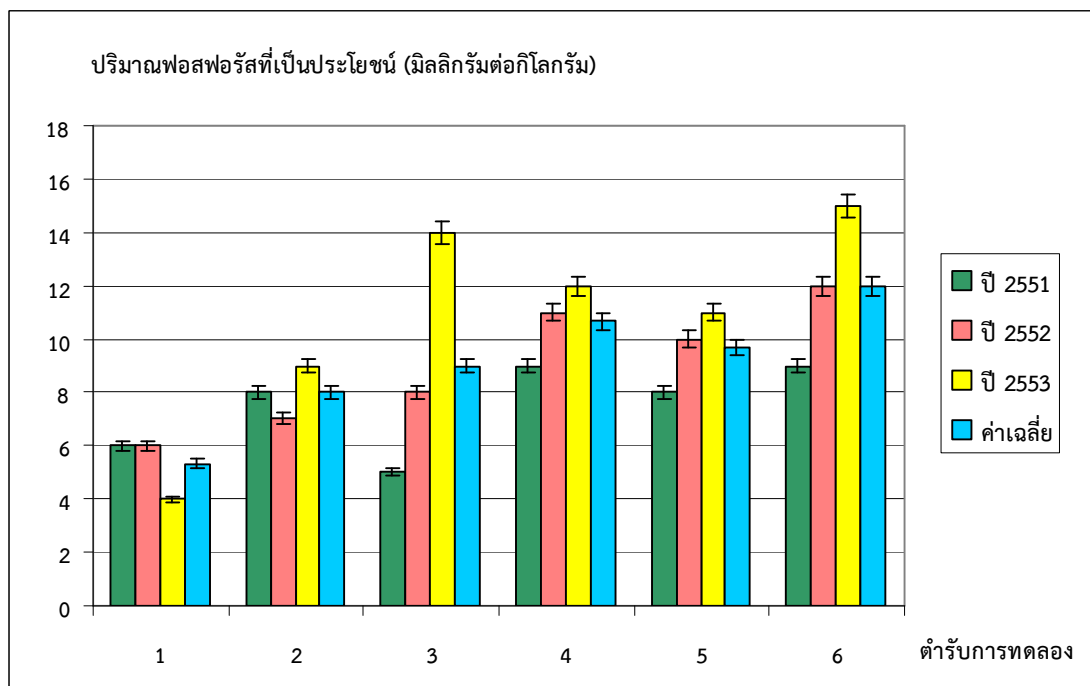
ภาพที่ 7 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



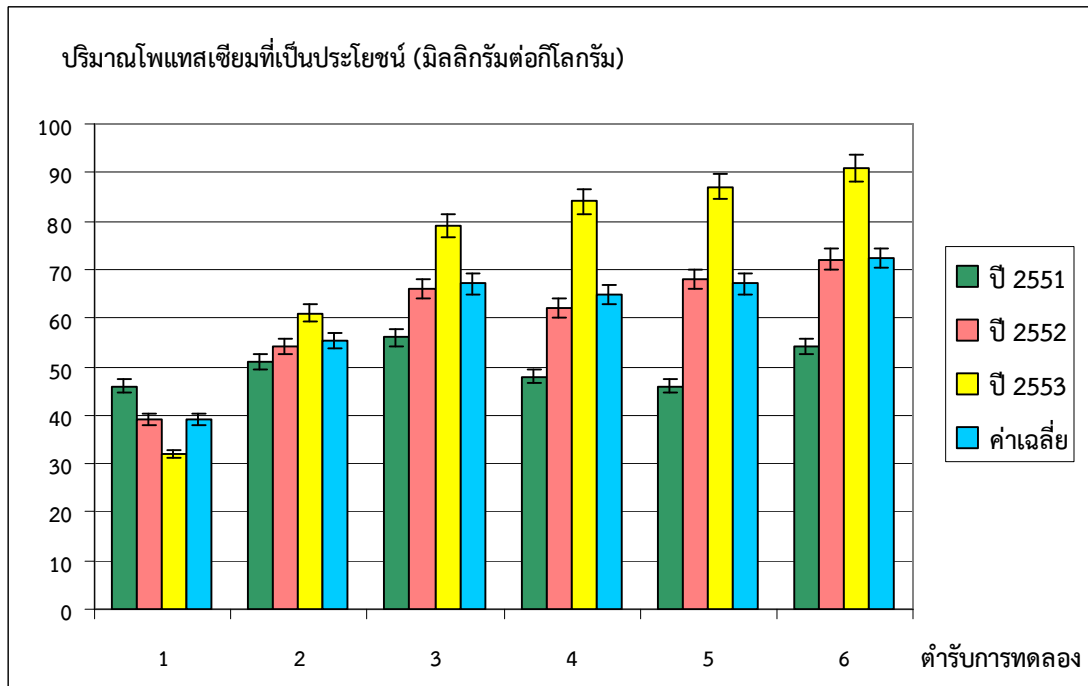
ภาพที่ 8 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



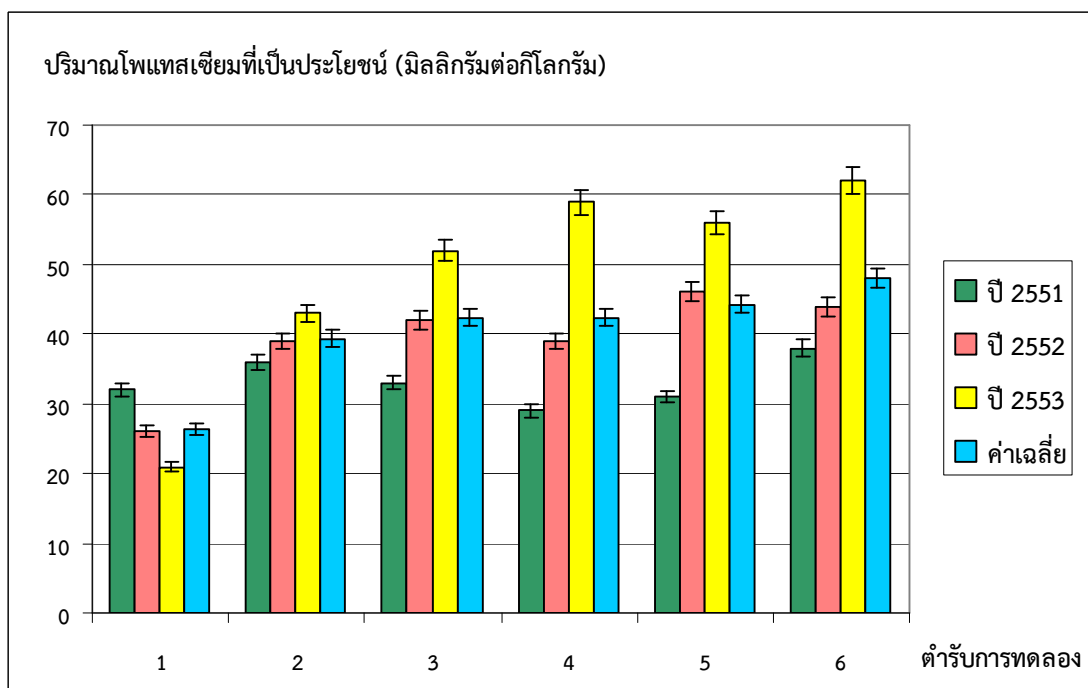
ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



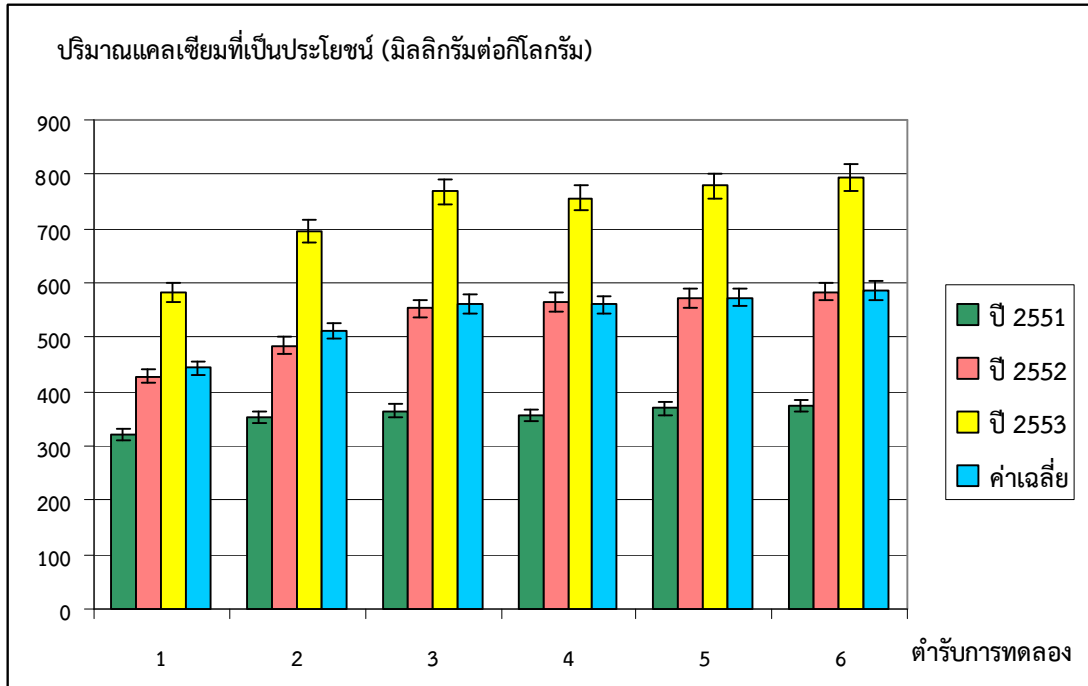
ภาพที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



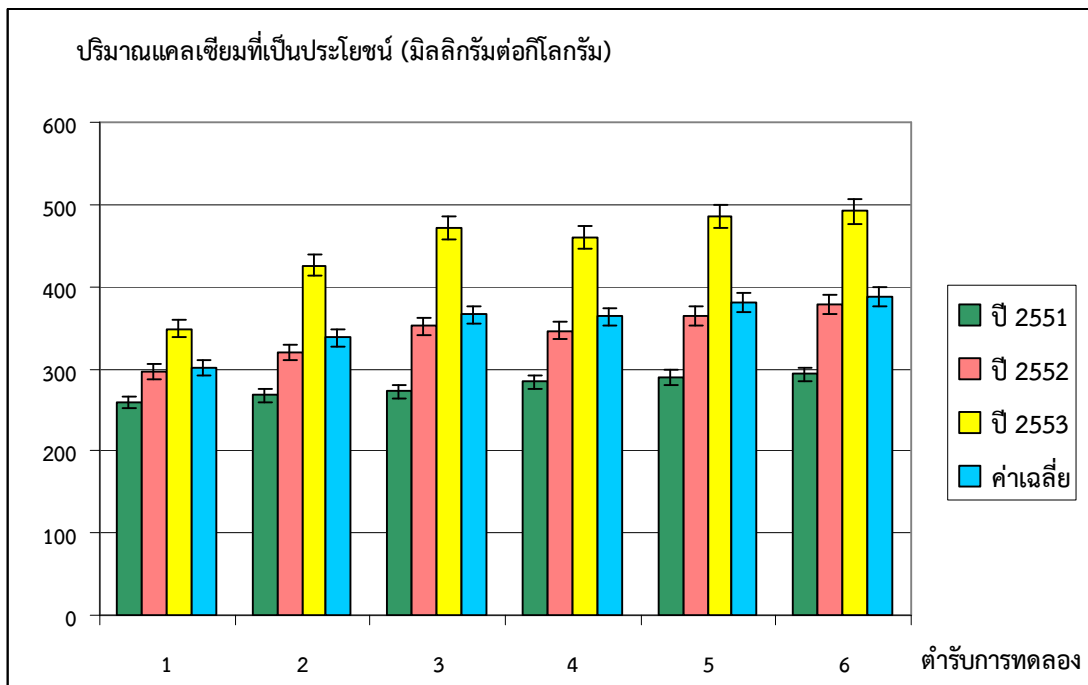
ภาพที่ 11 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 12 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 13 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553



ภาพที่ 14 ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2551-2553

## 9 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2551-2553

ปริมาณน้ำฝนรวม ทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจากเครื่องวัดฝนแบบกระบอกตวงที่ติดตั้งไว้บริเวณแปลงทดลอง โดยเริ่มเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนเมื่อฝนเริ่มตกประมาณเดือนเมษายนสิ้นสุดเดือนพฤศจิกายน ในปี 2551-2553 รวมระยะเวลา 3 ปี พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2553 มีปริมาณมากที่สุด คือ 1,011 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2552 และ 2551 คือ 974 และ 686.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงสิงหาคม เป็นช่วงระยะเวลาเริ่มปลูกซึ่งจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตของปีแรกของการปลูก ปี 2551 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน โดยเป็นระยะเริ่มปลูกซึ่ง มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (60.7 มิลลิเมตร) ส่วนในปีที่ 2 และปีที่ 3 ในช่วงที่เริ่มปลูกปี 2552-2553 มีปริมาณน้ำฝนลดลง คือมีค่าเท่ากับ 7 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะแรก จึงจำเป็นต้องใช้น้ำชลประทานเพื่อช่วยในการให้น้ำแก่พืช ปริมาณน้ำฝนในเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ปี 2552 มีปริมาณลดลงจากปี 2551 โดยมีปริมาณน้ำฝนรวม เท่ากับ 7-175 มิลลิเมตร ทำให้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2553 ช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ปริมาณน้ำฝนลดลงเป็นอย่างมาก ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน คือ มีค่าเท่ากับ 10-88 มิลลิเมตร ส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ในระยะเริ่มแรกของการปลูกเกิดการชะงักการเจริญเติบโต พืชมีขนาดเล็กกว่าปกติ ไม่แข็งแรง และอ่อนแอต่อการเกิดโรคได้ง่าย แต่ในทางตรงกันข้ามในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในปี 2551 มีปริมาณน้ำฝนรวม เท่ากับ 117.2-93.9 มิลลิเมตร ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม โดยในปี 2552 และ 2553 มีปริมาณน้ำฝนรวมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน คือ 121-216 มิลลิเมตร และ 152-443 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากในช่วง 2 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรวมที่เพิ่มขึ้นสูงมาก ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เพราะพืชเป็นพืชที่ไม่ชอบความชื้นในดินสูงและมีน้ำขัง (ยงยุทธ, 2542) นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนรวมยังมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินและการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของพืชอีกด้วย เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของพืชสามารถแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็วในดินที่มีความชื้นในดินสูง โดยมีน้ำเป็นพาหะที่สำคัญประการหนึ่งทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของพืช สอดคล้องกับรายงานของ Tim *et al.* (2001) พบว่า โรคเหี่ยวของพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โดยทั่วไปนั้นจะพบในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่มีสิ่งสะสมและอยู่ในบริเวณต่ำ หรือในร่องน้ำที่มีการส่งน้ำของพืช โดยในการติดเชื้อสาเหตุโรสดังกล่าวของพืชที่อยู่ในลักษณะนี้จะเกิดการติดเชื้อมีพืชที่อยู่ในแถวเดียวกันหรืออยู่บริเวณติดกัน ซึ่งเกิดจากน้ำที่ส่งมาตามร่องส่งน้ำ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรวม ปี พ.ศ. 2551-2553

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		
	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553
มกราคม	-	-	-
กุมภาพันธ์	-	-	-
มีนาคม	-	-	-
เมษายน	60.7	7	10
พฤษภาคม	110.1	175	88
มิถุนายน	117.2	76	69
กรกฎาคม	93.9	121	152
สิงหาคม	111.6	216	443
กันยายน	119.2	227	236
ตุลาคม	58.5	152	13
พฤศจิกายน	14.9	-	-
ธันวาคม	-	-	-
<b>รวม</b>	<b>686.1</b>	<b>974</b>	<b>1,011</b>

#### 10 การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของชิง

ผลการศึกษาการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิง โดยทำการสังเกตลักษณะอาการผิดปกติที่เกิดจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* โดยนับจำนวนหลุมที่เป็นโรคเหี่ยวของชิงหลังปลูกทุกเดือนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการของโรคเหี่ยว คือ ในระยะแรกใบแก่ที่อยู่ตอนล่างจะเหี่ยวตกสู่ลง ต่อมาจะม้วนเป็นหลอดและเหลือง อาการจะค่อยๆ ลามจากล่างสูงขึ้นไปยังส่วนบน ในที่สุดใบจะม้วนและเหลืองแห้งทั้งต้น จากผลการประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของชิง โดยเริ่มนับจำนวนหลุมที่เป็นโรคเหี่ยวของชิงตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ในปี 2551 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละเดือนก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตชิง จำนวนต้นที่เป็นโรคมียังอยู่ในช่วงระหว่าง 3.12-15.62 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ ในช่วงเดือนมิถุนายน ดำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุดคือ 78.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 1, 4, 5 และ 3 คือ 71.88, 71.88, 71.88 และ 68.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยดำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นปกติน้อยที่สุด (67.19 เปอร์เซ็นต์) ส่วนจำนวนต้นที่เป็นโรค พบว่า ดำรับการทดลองที่ 1, 3, 4 และ 5 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 6.25 เปอร์เซ็นต์ และดำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด (3.12 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดลองสอดคล้องกับในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม กล่าวคือ ผลการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า จำนวนต้นปกติของดำรับการทดลองที่ 6 มีค่ามากที่สุดคือ 60.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 1, 5 และ 4 คือ 59.38, 57.81 และ 54.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และดำรับการ

ทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นปกติน้อยที่สุด (45.31 เปอร์เซ็นต์) ในการประเมินผลในช่วงเดือนดังกล่าวมีจำนวนต้นที่เป็นโรค มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 7.81-14.06 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคมากที่สุด คือ 14.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1, 4 และ 3 คือ 12.50, 12.50 และ 10.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด (7.81 เปอร์เซ็นต์) ส่วนในเดือนสิงหาคม พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุดคือ 51.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1, 5 และ 3 คือ 48.44, 45.31 และ 43.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตำรับการทดลองที่ 4 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคมากที่สุดคือ 15.62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 และ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด คือ 9.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในปี พ.ศ. 2551

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง					
	มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.	
	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)
1	71.88	6.25	59.38	12.50	48.44	10.94
2	67.19	4.69	45.31	14.06	37.50	12.50
3	68.75	6.25	50.00	10.94	43.75	9.38
4	71.88	6.25	54.69	12.50	42.19	15.62
5	71.88	6.25	57.81	9.38	45.31	12.50
6	78.12	3.12	60.94	7.81	51.56	9.38

สำหรับในปี 2552 พบว่า การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของขิงในช่วงเดือนมิถุนายน พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงเป็นปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.33-3.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5.67-9.67 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ ในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุดคือ 60.00 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุดคือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุด (58.17 เปอร์เซ็นต์) และมีจำนวนต้นที่เป็นโรคมากที่สุด (3.33 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม คือ ในการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุดคือ 55.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 1, 3 และ 5 คือ 53.83, 52.67, 52.33 และ 52.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นปกติน้อยที่สุด (51.83 เปอร์เซ็นต์) ส่วนจำนวนต้นที่เป็นโรคของตำรับการทดลองที่ 2 มีค่ามากที่สุด คือ 6.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 3, 1 และ 5 คือ 6.50, 6.17 และ 6.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด (5.67 เปอร์เซ็นต์) และในช่วงเดือนสุดท้ายของการประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 2 (ปี 2552) คือ ในช่วง

เดือนสิงหาคม พบว่าตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุด คือ 44.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 คือ 42.00 และ 41.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นปกติน้อยที่สุด (39.67 เปอร์เซ็นต์) และจากการนับจำนวนหลุมที่เป็นโรค พบว่าตำรับการทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 9.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 2, 1 และ 5 คือ 9.50, 8.50 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด (7.83 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 การประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในปี พ.ศ. 2552

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง					
	มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.	
	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็นโรค (%)
1	59.17	3.17	52.67	6.17	40.83	8.50
2	58.33	3.00	51.83	6.67	39.67	9.50
3	58.83	2.83	52.33	6.50	40.33	9.67
4	59.17	2.67	53.83	5.83	42.00	8.33
5	58.17	3.33	52.33	6.17	41.67	8.50
6	60.00	2.33	55.00	5.67	44.50	7.83

ส่วนในปี 2553 พบว่าผลการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงมีผลสอดคล้องกับในปี 2552 กล่าวคือ เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในช่วงเดือนมิถุนายนมีปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.33-2.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนแรก (เดือนมิถุนายน) คือมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.17-5.83 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ ในช่วงเดือนมิถุนายน พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุด คือ 43.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 3, 4 และ 5 คือ 42.67, 42.50 และ 41.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นที่เป็นโรค พบว่าตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด คือ 1.33 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 5 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคมามากที่สุด (2.83 เปอร์เซ็นต์) ส่วนผลการประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของขิงในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุดคือ 39.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 3 คือ 39.00, 38.83 และ 37.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจำนวนต้นที่เป็นโรค พบว่า ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่ามากที่สุด (3.00 เปอร์เซ็นต์) ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด (2.17 เปอร์เซ็นต์) และในช่วงเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงในปีที่ 3 (ปี 2553) พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นปกติมากที่สุด คือ 32.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4, 5 และ 3 คือ 30.33, 28.50 และ 28.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นที่เป็นโรค พบว่า ตำรับการทดลองที่ 6 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุด คือ 4.50 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 2 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคมามากที่สุด (5.83 เปอร์เซ็นต์) เมื่อ



เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในปี 2551 และ 2552 พบว่า ในปี 2553 มีจำนวนต้นที่เป็นโรคน้อยที่สุดภายหลังการประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.33-5.83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8 การประเมินความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงในปี พ.ศ. 2553**

ตำรับการ ทดลอง	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง					
	มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.	
	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็น โรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็น โรค (%)	ต้นปกติ (%)	ต้นเป็น โรค (%)
1	37.67	1.33	32.67	2.67	23.33	5.17
2	40.33	2.00	36.83	2.50	25.67	5.83
3	42.67	1.67	37.33	2.83	28.17	5.67
4	42.50	2.50	39.00	2.83	30.33	5.00
5	41.17	2.83	38.83	3.00	28.50	5.50
6	43.17	2.00	39.67	2.17	32.17	4.50

## 11 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง

### 11.1) ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพของดินกับโรคเหี่ยวของขิง

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ประกอบด้วยความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นในดิน พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีผลต่อการแพร่ระบาดและระดับความรุนแรงของโรคเหี่ยวของขิง โดยการจัดการดินในตำรับการทดลองที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูง จะส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิงเป็นปริมาณที่สูงขึ้นด้วย กล่าวคือ ในปี 2551, 2552 และ 2553 ของการทดลอง ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงที่สุด ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.47-1.51, 1.51-1.56 และ 1.55-1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแปรผันตรงกับเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.25-12.50, 3.17-8.50 และ 1.33-5.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำที่สุด ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ มีค่าเท่ากับ 1.40-1.46, 1.36-1.42 และ 1.31-1.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของขิง ซึ่งมีค่าลดลงมากที่สุด คือ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 3.12-9.38, 2.33-7.83 และ 2.00-4.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะความหนาแน่นรวมของดินจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการถ่ายเทอากาศ การอุ้มน้ำ และลักษณะการแน่นที่บของดินจะส่งผลกระทบต่อการชอนไชและการแพร่กระจายของรากพืชทำให้มีผลต่อการดูดธาตุอาหารในดินของพืช ส่งผลให้พืชเกิดความอ่อนแอและง่ายต่อการเกิดโรคได้มากที่สุด ส่วนความชื้นในดินของการจัดการดินทุกตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดิน กล่าวคือความชื้นในดินจะแปรผันตรงกับปริมาณฝนรวมในแต่ละปีของการทดลอง โดยถ้าในช่วงฤดูการเพาะปลูกขิงมีปริมาณฝนรวมมาก จะมีผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้าม ถ้าในช่วงฤดูการเพาะปลูกขิงมีปริมาณน้ำฝนน้อย จะมีผลทำให้ความชื้นในดินมีค่าลดลงเช่นกัน โดย

ความชื้นในดินจะมีผลส่งเสริมให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิงได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวสามารถมีชีวิตอยู่และขยายพันธุ์ได้ในดินและน้ำ โดยการแพร่กระจายของโรคส่วนมากมักจะแพร่ระบาดไปตามน้ำ (Geogr, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tim *et al.* (2001) พบว่า โรคเหี่ยวของชิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียโดยทั่วไปนั้นจะพบในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่มีสิ่งสะสมและอยู่ในบริเวณต่ำ หรือในร่องน้ำที่มีการส่งน้ำของพืช โดยในการติดเชื้อสาเหตุโรสดังกล่าวของพืชที่อยู่ในลักษณะนี้จะเกิดการติดเชื้อมีทั้งที่พืชที่อยู่ในแถวเดียวกันหรืออยู่บริเวณติดกัน ซึ่งเกิดจากน้ำที่ส่งมาตามร่องส่งน้ำ

### 11.2) ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับโรคเหี่ยวของชิง

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ประกอบด้วยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินจะมีผลต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิง กล่าวคือ การจัดการดินของทุกตำรับการทดลองมีผลทำให้แนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงลดลงต่ำกว่าการจัดการดินโดยใช้วิธีการของเกษตรกร ทั้งนี้เพราะการจัดการดินตามวิธีการดังกล่าวส่งผลต่อศักยภาพในการผลิตของดินเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะมีหลายวิธีร่วมกัน ได้แก่ การใช้ พด.3 ร่วมกับปุ๋ยหมักและใส่ปูนตามค่าความต้องการปูนของดิน สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในสถานะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารจะทำให้เกิดการแปรสภาพเป็นสารประกอบอิมมัลสิประสิทธิภาพในการปรับสภาพสถานะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่า pH ในดิน ทำให้ค่า pH ของดินอยู่ในระดับที่เป็นกลางระหว่าง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของชิง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ส่วนอินทรีย์วัตถุในดินนอกจากจะช่วยเพิ่มระดับความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินแล้วยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญและพลังงานแก่จุลินทรีย์ในดิน การเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน จะมีผลต่อกระบวนการแปรสภาพธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการลดปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินโดยมีกลไกในการยับยั้ง คือ การเข้าทำลายโดยตรง การแก่งแย่งอาหาร และการสร้างสารปฏิชีวนะ เป็นต้น สำหรับธาตุอาหารพืชในดินจะมีผลทางอ้อมต่อการลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิง โดยเมื่ออินทรีย์วัตถุในดินถูกทำการย่อยสลายหรือนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ในดินและธาตุอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมาให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารจากดินในระดับที่เพียงพอจะมีผลทำให้ต้นพืชมีความแข็งแรงและทำให้ผนังเซลล์ของพืชมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chan and Hsu (1988) และ Eliphistone and Aley (1992) อ้างอิงโดย ธิติมาและคณะ (2542) พบว่า การปรับปรุงบำรุงดินมีผลทางอ้อมต่อจุลินทรีย์ดินอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณเชื้อ *Pseudomonas solanacearum* ในดิน ซึ่งการใส่อินทรีย์วัตถุในดินเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารให้แก่ดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาความชื้น ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้ดิน ช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชได้มากขึ้น และจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้แก่พืช จึงเป็นผลดีกับพืชที่ปลูก นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปูนขาวยังสามารถลดความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้แล้วยังมีผลทำให้ดินร่วนซุยเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช โดยการใส่ปูนมีอิทธิพลต่อการเจริญของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม ช่วยเพิ่มระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่พืชโดยตรง ลดระดับความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชในบางชนิด ตลอดจนทำให้โรคพืชบางชนิดเจริญลุกลามได้ช้าลง

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของชุดดินบ้านจ้อย อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า เมื่อสิ้นสุดผลการทดลองในปี 2553 การจัดการดินตามวิธีการปลูกพืชไร่ พด.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชแบบเกษตรกร แต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำกว่าการจัดการดินวิธีการอื่นๆ จากก่อนเริ่มดำเนินการทดลองในปี 2551 ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร คือ มีค่าเท่ากับ 1.31 และ 1.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการจัดการดินโดยใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินและป้องกันกำจัดโรคพืชแบบเกษตรกร มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มสูงที่สุดจากปีแรกของการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ตามลำดับ (155 และ 1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ) สำหรับความชื้นในดิน พบว่า การจัดการดินทุกวิธีการไม่มีผลต่อระดับค่าความชื้นในดิน กล่าวคือ ความชื้นในดินจะแปรผันตรงกับปริมาณฝนรวมในแต่ละปีของการทดลอง โดยปี 2551 มีปริมาณฝนรวม เท่ากับ 1,011 มิลลิเมตร และความชื้นในดิน ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปี 2552 มีปริมาณฝนรวม เท่ากับ 974 มิลลิเมตร และความชื้นในดิน ทั้ง 2 ระดับความลึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.45 เปอร์เซ็นต์ และปี 2553 มีปริมาณฝนรวม เท่ากับ 686.1 มิลลิเมตร และความชื้นในดิน ทั้ง 2 ระดับความลึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.80 เปอร์เซ็นต์

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า เมื่อสิ้นสุดผลการทดลองในปี 2553 พบว่า การจัดการดินตามวิธีการปลูกพืชไร่ พด.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชแบบเกษตรกร แต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน มีศักยภาพในการผลิตของดินให้ผลสูงที่สุดกว่าการจัดการดินวิธีการอื่นๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงที่สุด ทั้ง 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเท่ากับ 6.2 และ 5.7 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเท่ากับ 3.16 และ 2.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 28 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 91 และ 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 795 และ 492 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับการจัดการดินโดยใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินและป้องกันกำจัดโรคพืชแบบเกษตรกร มีศักยภาพในการผลิตของดินให้ผลต่ำที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินลดลงสูงที่สุด ทั้ง 2 ระดับความลึก กล่าวคือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่า pH เท่ากับ 3.7 และ 3.6 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเท่ากับ 1.16 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 6 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 32 และ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 582 และ 348 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

3. การจัดการดินตามวิธีการใช้ พด.3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักและใส่ปูนตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน ภายหลังจากสิ้นสุดผลการทดลองในปี 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มดำเนินการทดลองใน

ปี 2551 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้น โดยสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลง ส่วนสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวของชิง พบว่า ในปี 2551-2553 ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงเป็นปริมาณสูงสุด กล่าวคือ ในช่วง 2 เดือนดังกล่าวอยู่ในฤดูฝน ทำให้การแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและยากต่อการป้องกันกำจัดโรค แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการดินตามวิธีการปลูกชิงใช้ พด.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรควิวแบบเกษตรกร แต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปูนของดิน พบว่ามีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการป้องกันและลดระดับความรุนแรงจากการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิง โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของโรคเหี่ยวของชิงในช่วงเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตชิง ในปี 2551 ปี 2552 และ ปี 2553 โดยมีจำนวนต้นที่เป็นโรคลดลงมากที่สุด คือ 9.38, 7.83 และ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีจำนวนต้นปกติที่รอดตายจากการเป็นโรคมากที่สุด คือ 48.48, 44.50 และ 32.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. การจัดการดินที่เหมาะสมของชุดดินบ้านจ้องสำหรับการปลูกชิง คือ การจัดการดินตามวิธีการปลูกชิงใช้ พด.3 และสารเคมีป้องกันกำจัดโรควิวแบบเกษตรกร แต่ลดปริมาณการใช้ 50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตันต่อไร่ และใส่ปูนตามค่าความต้องการปูนของดิน มีผลทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินมีศักยภาพในการผลิตของดินสูงที่สุด ส่งผลทำให้มีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของชิง ตลอดจนสามารถลดระดับความรุนแรงของการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของชิงได้

### ข้อเสนอแนะ

1. ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคเพียงอย่างเดียวจะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความผันแปรต่อสภาพแวดล้อมได้ง่ายมาก ประกอบกับเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีพืชอาศัยหลายชนิด ดังนั้นในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวจึงจำเป็นต้องใช้วิธีเขตกรรมหลายวิธีร่วมกัน (Integrated management) กล่าวคือ การเลือกท่อนพันธุ์ขิงที่ปราศจากโรค การทำความสะอาดเครื่องมือที่ใช้ทางการเกษตรด้วยน้ำยาปฏิชีวนะหรือแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชหมุนเวียนภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตขิงแล้ว โดยพืชหมุนเวียนต้องไม่ใช่พืชวงศ์เดียวกับขิงหรือเป็นพืชอาศัยของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิง ได้แก่ ข้า ขมิ้น ไพล กระชาย ปทุมมา มะเขือเทศ พริก และมันฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งอาจใช้พืชตระกูลถั่วปลูกตามหลังขิง ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพุ่มดำ และถั่วพราง เป็นต้น พืชตระกูลถั่วดังกล่าวจะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้แล้วยังช่วยในการตัดวงจรของโรคเหี่ยวของขิงได้อีกด้วย และที่สำคัญคือเมื่อตรวจพบขิงที่แสดงอาการของโรคเหี่ยวในแปลงปลูกควรรีบถอนเผาทำลาย ไม่ควรทิ้งไว้ในแปลง ทั้งนี้เพราะเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวสามารถอาศัยอยู่ในซากพืช ทำให้เป็นแหล่งแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวได้

2. การศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาและวงจรการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง กล่าวคือ เชื้อ *Rastonia solanacearum* เป็นแบคทีเรียที่มีความซับซ้อนและเป็นสายพันธุ์ที่มีความหลากหลายมาก มีผลทำให้เป็นสาเหตุของโรคพืชในพืชมากกว่า 100 ชนิด ประกอบกับเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคสามารถระบาดโดยติดไปกับท่อนพันธุ์ขิง มีดตัดแ่งพันธุ์ เครื่องใช้ทางการเกษตร นอกจากนี้ยังสามารถติดไปกับดินและน้ำที่มาจากบริเวณที่เป็นโรค และเชื้อสาเหตุดังกล่าวยังอยู่คงทนในดิน (Soil-borne pathogen) ตลอดจนปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมทำให้เกิดโรค ได้แก่ อายุ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และที่อยู่ของพืช เป็นต้น โดยปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้จะมีผลต่อการตัดสินใจในการวางแผนการจัดการดินเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิงได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อลดระดับความรุนแรงของโรคเหี่ยวของขิงในพื้นที่

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงวิธีการจัดการดินที่เหมาะสมต่อการป้องกันและลดการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียในชุดดินบ้านจ้อย
2. ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีภายหลังจากการจัดการดินในชุดดินบ้านจ้อยที่มีผลต่อการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยวของขิง
3. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดการดินชุดดินบ้านจ้อยที่เหมาะสมไปปรับใช้กับพื้นที่ปลูกขิงในพื้นที่อื่นต่อไป และนำผลการวิจัยที่ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร
4. สามารถเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตขิง ตลอดจนเกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกขิงได้อย่างต่อเนื่องทุกปี ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

### เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. เอกสารเผยแพร่ 2/2546 การผลิตเชื้อจุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากเน่า โดยใช้สารเร่งพด. 3. กลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 184 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน กลุ่มชุดดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจประเทศไทย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 64-65.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 169 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 187 หน้า.
- กรมศุลกากร. 2544. สถิติการนำเข้า-ส่งออกสินค้าของประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : [www.customs.go.th](http://www.customs.go.th) (14 กรกฎาคม 2553)
- กฤตชญา โพธิเกษม. 2545. การจัดการดินเพื่อลดปริมาณเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคของมะเขือเทศ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีสาขาโรคพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- คำนึ่ง คำอุดม. 2541. การปลูกขิง. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. นนทบุรี. 63 หน้า.
- ฉิตีมา วงษ์ชีรี ดวงทิพย์ จารุพัฒน์ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2542. ผลของการจัดการดินต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณประชากรของเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas solanacearum* ในดินและการเกิดโรคเหี่ยวของขิง. ศูนย์วิจัยและบริการอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมชีวเคมี สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ. หน้า 1-3.
- นิพนธ์ ทวีชัย วิชัย ไชยสิทธิ์ ศศิธร วุฒินิชย์ อำไพวรรณ ภราดรพันธุ์วัฒน์ ปราณี ฮัมเมอลิงค์ และสมนึก เชื้อวงศ์สกุล. 2542. เทคโนโลยีการจัดการโรคและศัตรูขิง เพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิต โครงการขยายพันธุ์ไม้และพืชเศรษฐกิจด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 29 หน้า.
- นิรันดร์ สุขจันทร์ และวันชัย ถนอมทรัพย์. 2543. การใช้วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยมาร์ลในการปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกข้าวโพด. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร. หน้า 143-156.
- ปิยรัตน์ ธรรมกิจวัฒน์ และณัฐริมา ไชยสิทธิ์. 2546. การตรวจเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวหรือแวงเน่าของขิงโดยเทคนิคพีซีอาร์ ด้วยโพลีกาแลคทูโลเนสยีน. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 16 หน้า.
- ประสิทธิ์ โนรี. 2539. พืชหัว. สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร

- มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 39 หน้า.
- พัชรินทร์ คงเปลี่ยน. 2540. การควบคุมโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรียของมะเขือเทศโดยการจัดการดิน  
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตสาขาโรคพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 125 หน้า.
- ยงยุทธ ศรีเกี้ยวผื่น. 2542. เอกสารประกอบการสอน พส. 461 พืชสมุนไพรร. สาขาพืชผัก  
ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 63 หน้า.
- ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2546. การจัดการดินโดยใช้น้ำสกัดหยาบและกากของพืชเพื่อลดปริมาณเชื้อ  
*Erwinia carotovora* sub sp. *carotovora* สาเหตุโรคน้ำและของผักกาดเขียว. วิทยาสาร  
กำแพงแสน ปีที่ 1(1) : 10-18.
- ศศิธร วุฒิวณิชย์ และสุพจน์ ศุภนันธร. 2548. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรรใน  
การยับยั้งการเจริญของ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ. วิทยา  
สารกำแพงแสน ปีที่ 3(2) : 11-27.
- สุภัทรา จามกระโทก. 2546. การจัดการดินเพื่อลดปริมาณเชื้อ *Erwinia carotovora* สาเหตุโรคน้ำ  
และของผักกาดขาวปลี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีสาขาโรคพืช. มหาวิทยาลัยเกษตร, กรุงเทพฯ.  
75 หน้า.
- George, C.W. 2000. Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) (syn. Burkholderia,  
*Pseudomonas solanacearum*) Agricultural Pests of Pacific.
- Kelman, A. 1953. The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. N.  
Carolina Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 99 : 5-194.
- Michel, V.V., J.F. Wang, D.J. Midmore and G.L. Hartman. 1997. Effect of  
intercropping and soil amendment with urea and calcium oxide on the  
incident of bacterial wilt of tomato and survival of soil borne *Pseudomonas*  
*solanacearum* in Taiwan. Phytopathology. 46 : 600-610.
- Tim, M., P. Pradhanang and C.A. Lopes. 2001. Bacterial Wilt of Pepper. IFAS  
EXTENSION. University of Florida.

ภาคผนวก



ตารางภาคผนวกที่ 1 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction), pH  
(ดิน : น้ำ = 1 : 1) (Land Classification Division FAO Project  
Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับอินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon × 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
ต่ำมาก (VL)	< 0.5
ต่ำ (L)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0-1.5
ปานกลาง (M)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง (MH)	2.5-3.5
สูง (H)	3.5-4.5
สูงมาก (VH)	> 4.5

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available phosphorus; avail. P) (USDA)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (medium)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	> 45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available potassium; avail. K) (USDA)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	> 120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับของปริมาณแคลเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available calcium; avail. Ca) (USDA)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 400
ต่ำ (low)	400-1000
ปานกลาง (medium)	1001-2000
สูง (high)	2001-4000
สูงมาก (very high)	> 4000

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)