

โครงการวิจัย การศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชจากการปลูกพืชผักบนที่สูง

Efficiency of Soil and Water Conservation Measures on Decontamination of Pesticides in Vegetative Cultivation on the highland of Thailand

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 45-47-02-11-927-10-00-05-21

ผู้ดำเนินการ นายสถาพร ใจอารีย์ Mr.Sathaporn Jaiarree
นายพิทักษ์ อินทะพันธ์ Mr.Pithak Inthaphan
นายอุทิศ เตจ๊ะใจ Mr.Utit Taejajai

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเปรียบเทียบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชจากการปลูกพืชผักในบริเวณเกษตรกรรมบนพื้นที่สูง สถานีวิจัยพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูงอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำไหลบ่า ปริมาณตะกอนดิน และปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำไหลบ่าและตะกอนดิน ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2545 ถึงกันยายน พ.ศ.2547 โดยสร้างแปลงทดลองทั้งหมด 4 แปลง ขนาด 15 x 20 ตารางเมตร โดยมี 4 แปลงทดลอง ได้แก่ 1) แปลงที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ 2) มาตรการทางพืชโดยใช้แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว 3) มาตรการทางพืชโดยใช้แถบหญ้าธรรมชาติ และ 4) มาตรการทางกลโดยใช้คูรับน้ำขอบเขา วางแผนการทดลองแบบเฝ้าสังเกต (observation trial)

ในการเปรียบเทียบปริมาณการเกิดน้ำไหลบ่าจากแปลงทดลองทั้ง 4 มาตรการ ในปี พ.ศ. 2546 พบว่า แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว มีปริมาณน้ำไหลบ่าสูงสุด (162.92 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) รองลงมา ได้แก่ แปลงที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ (112.80 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ (61.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) และคูรับน้ำขอบเขา (20.12 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ตามลำดับ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทุกแปลงทดลอง พบว่า ในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยวกับคูรับน้ำขอบเขามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณน้ำไหลบ่าระหว่างแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และในปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณน้ำไหลบ่าของแปลงที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีปริมาณเท่ากับ 42.33 31.22 15.21 และ 5.00 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำเทียบกับแปลงคูรับน้ำขอบเขามีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนผลต่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำไหลบ่าในแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

การเปรียบเทียบปริมาณการเกิดตะกอนดินจากแปลงทดลองปี พ.ศ. 2546 พบว่า แปลงที่ไม่มี การอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณตะกอนดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว แปลง แถบหญ้าธรรมชาติ และคูรับน้ำขอบเขา มีปริมาณทั้งหมด 601.05 324.67 306.40 และ 109.18 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินของทุกแปลงทดลอง พบว่าในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณตะกอนดินของแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ แปลงแถบหญ้าแฝก แถวเดี่ยว แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา เท่ากับ 70.58 53.83 6.61 และ 2.66 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในการเปรียบเทียบตะกอนดินของทุกแปลง พบว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ยกเว้นตะกอนดินของแปลงแถบหญ้าธรรมชาติกับแปลงคูรับน้ำขอบเขาไม่ มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ผลการศึกษาศาสตร์กำจัดศัตรูพืชในดินของทุกแปลงทดลอง พบว่า ทั้ง 4 แปลงทดลองไม่มีความ ต่างของปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสารกลุ่ม organophosphorus และ สาร paraquat อย่างไรก็ตาม ดินก่อนปลูกซึ่งมีการละทิ้งพื้นที่ไว้นานจะตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง และเมื่อ เปรียบเทียบในฤดูกาลเพาะปลูกพบว่าจะมีปริมาณสารตกค้างมากบริเวณผิวดินส่วนในชั้นดินที่ลึกลงไป จะมีปริมาณสารตกค้างลดลง เนื่องจากการชะล้างหน้าดิน การสลายตัวทางธรรมชาติ และการดูดซับ โดยอนุภาคดิน อินทรีย์วัตถุ ที่ผิวดิน เป็นสำคัญ

ผลการศึกษาศาสตร์กำจัดศัตรูพืชในน้ำไหลบ่า ตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในน้ำไหลบ่า หน้าดินทั้งในกลุ่ม organophosphorus และสาร paraquat จึงคาดการณ์ได้ว่าสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 2 ชนิด นี้ไม่มีการละลาย หรือปนเปื้อนไปกับน้ำ แต่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนมากับตะกอนดิน โดย ในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และโดยการศึกษาศาสตร์กำจัดวัชพืช paraquat โดย เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลงเป็นคู่ พบว่า ในตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ให้ค่าความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงแถบหญ้าแฝกแถว เดี่ยวที่ไม่มีมีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเทียบกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา และในปี พ.ศ. 2547 สามารถตรวจพบ organophosphorus ตกค้างในตะกอนดิน แต่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละแปลงทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการศึกษาศาสตร์กำจัดวัชพืช Paraquat ในตะกอนดิน พบว่าระหว่างแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดียวกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา และระหว่างแปลงที่ไม่มีมาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณ สารกำจัดวัชพืชในตะกอนดินระหว่างแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ

และจากการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชในพืชผัก ตรวจพบสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organo-phosphorus ตกค้างในกะหล่ำปลี แต่ตรวจไม่พบสารกำจัดวัชพืช paraquat ในกะหล่ำปลี เนื่องจากสารกลุ่ม organophosphorus ที่ฉีดพ่นให้กะหล่ำปลีโดยตรง และเก็บผลผลิตกะหล่ำปลีระยะห่างจากการฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงครั้งที่สุดเร็วเกินกว่าการสลายตัวโดยธรรมชาติ ส่วนสาร paraquat ตรวจไม่พบได้ในทั้ง 2 ปี เพราะสาร paraquat ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชก่อนการไถพรวน และกะหล่ำปลีไม่มีการดูดซึมสารชนิดนี้ได้

กล่าวโดยสรุปคือ แปลงคูรับน้ำชอบเขาให้ประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของสาร paraquat ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ ส่วนแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของสาร paraquat น้อยกว่าแปลงคูรับน้ำชอบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสารกลุ่ม organophosphorus พบว่า มาตรการต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการลดการปนเปื้อนของสารกลุ่มนี้

Abstract

The comparison of soil and water conservation measures on decontamination of pesticides was studied in vegetable crops in the highland at the Highland Development Research Station, Amphur Samueng, Chiang Mai. The parameters of this research were rainfall, runoff, soil loss, and pesticide residues of runoff and soil loss in the crop growing season. The project was started in October, 2002 and completed in September, 2004. There were 4 treatments: 1) no soil and water conservation measures 2) vetiver grasses strip 3) natural grasses strip 4) hillside ditch. The plot size was 15 X 20 m². The experimental design was observation trial. Cabbage was the main crop in this research. The result of research showed that the annual runoff from 4 plots compared during the crop growing season. The vetiver grass had the highest runoff rate (162.91 m³/rai), while hillside ditch had the lowest rate (20.12 m³/rai), In 2003, the average runoff between vertiver grass and hillside ditch was significant by least significant difference (95% confidence), however, the average runoff between control and hillside ditch was significant in 2004. The average soil loss compared in 4 plots was significant by least significant difference, The result of soil loss from 4 plots in 2004, found that the soil loss among plots significant by (least significant difference except between vertiver grass and hillside ditch which was not significant.

The study on pesticide residues (Organophosphorus and Paraquat) in soil losses found that there was not pesticide residue in land abandoned for a long time and found that the pesticide residue in top soil was greater than subsoil compared during the crop growing season. The result of the runoff study shows that pesticide residue was not found in runoff in all 4 plots nor in the case of pesticide residues in crops. In 2003 and 2004 Organophosphorus residue in soil losses among 4 plots was not significant and Paraquat residues in soil losses among 4 plots was significant by least significant difference except between control and vetiver grass which was not significant. In 2004, Paraquat residue was significant between vetiver and hillside ditch and between control and hillside ditch. The result of crop samples showed that Organophosphorus was found in some crop samples which is understood because the farmer often sprayed the insecticide close to the harvesting period. However, herbicide residue (Paraquat) was not found in crop samples. This is expected since the Paraquat was absorbed mostly in soil particles. Typically, Paraquat doesn't transfer from soil to crops.

In conclusion, the result showed that hillside ditch was the most efficient of decontamination of paraquat in vegetative cultivation. Natural grass was the second efficiency of decontamination of

paraquat. Control and vertiver grass were the lowest efficiency compared with hillside ditch and natural grass. All measures had not effected on decontamination of organophosphorus.

หลักการและเหตุผล

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นภูเขาที่มีความลาดชันสูง ในอดีตเคยปกคลุมด้วยป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ เมื่อมีการเพิ่มประชากรเป็นทวีคูณ ทำให้มีการบุกรุกแผ้วถางป่า มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของที่ดินอย่างรวดเร็ว เช่น พื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำต่าง ๆ สำหรับการในพื้นที่ทำการเกษตร โดยเฉพาะพืชผักในที่สูง มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ไม่ว่าจะเป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง สัตว์ วัชพืช โรคพืช และปุ๋ยเคมี ที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ประกอบกับเกษตรกรรขาดความเข้าใจในปัญหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดิน ตะกอนดิน และน้ำที่แพร่กระจายไปสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ โดยการพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นวิถีทางหนึ่งที่เหมาะสม เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน ลดการสูญเสียธาตุอาหาร และลดการปนเปื้อนของสารมลพิษในดินและแหล่งน้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพดินและคุณภาพน้ำในอนาคต

การใช้มาตรการทางพืช โดยการปลูกหญ้าแฝกขวางความลาดชัน เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้มีการยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งหญ้าแฝกที่ปลูกเป็นแถบอย่างต่อเนื่องจะช่วยชะลอน้ำไหลบ่าให้ซึมลงสู่ดินได้มากที่สุด ตะกอนดินจะมาทับถมอยู่หน้าแนวหญ้าแฝก และระบบรากของหญ้าแฝกที่ประสานเป็นม่านที่บดแผ่ขยายหยั่งลึกลงไปในดิน จะเป็นตัวช่วยดูดซับและเก็บกักความชื้น และสารมลพิษได้เป็นอย่างดี มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้หญ้าแฝก สามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน ต้นทุนต่ำ และสูญเสียพื้นที่เพียง 1-1.5 เมตร ส่วนมาตรการทางวิธีกล อาทิเช่น คันดิน คูรับน้ำรอบเขา จะป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ดี แต่วิธีการทำจะยุ่งยาก จำเป็นต้องใช้เทคนิคเครื่องมือ แรงงาน การก่อสร้าง และค่าดูแลค่อนข้างสูง ในพื้นที่ความลาดชันสูง ๆ การใช้มาตรการทางพืชเพียงอย่างเดียวอาจมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ ควรจะมีมาตรการวิธีกลเข้ามาช่วย หรือผสมผสานกันจะเป็นการเสริมประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน จะสามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนึ่ง พื้นที่ในเขตภูเขาโดยรอบของสถานีวิจัยพัฒนาที่ดิน บนพื้นที่สูง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จัดเป็นพื้นที่หนึ่งซึ่งมีการใช้ สารกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาอยู่ 2 กลุ่ม คือ สารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ได้แก่ methamidophos และ chlopyrifos และสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ สาร paraquat โดยจะทำการศึกษาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่กรมพัฒนาที่ดินได้นำมาส่งเสริมและพัฒนาในพื้นที่สูงเพื่อที่จะได้ทราบถึง ประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแล้ว ยังจะช่วยลดการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ธรรมชาติอีกด้วย ซึ่งจะได้เป็นแนวทางไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ บนพื้นที่สูงในการลดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช
2. เพื่อศึกษาผลตกค้างของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในดิน น้ำ และพืช

ตรวจเอกสาร

การอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation)

การอนุรักษ์ดินและน้ำ หมายถึง การกระทำใด ๆ ก็ตามเพื่อที่จะรักษาความสามารถในการให้ผลผลิตของดินสูง และสามารถใช้น้ำในดินนั้นในการเกษตรกรรมได้นานที่สุดที่จะทำได้โดยการมีเกษตรกรรมอย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือใช้วิธีการพิเศษเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำโดยเฉพาะ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ส่วน กรมพัฒนาที่ดิน (2544) ได้ให้คำจำกัดความของการอนุรักษ์ดินและน้ำว่าเป็นการใช้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสม ด้วยวิธีการที่ชาญฉลาด คุ่มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน ซึ่งการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นการลดพลังกักชะของตัวการชะล้างพังทลายจากน้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดิน โดยมีสิ่งปกคลุมดิน ลดสมรรถนะการเคลื่อนย้ายตะกอนดิน โดยเพิ่มอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน ลดความลาดเทพื้นผิวและลดความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน รวมทั้งการใส่ปุ๋ย การปลูกพืชและการไถพรวนที่ถูกวิธีด้วย (นิพนธ์, 2527) นอกจากนี้รัชวัช (2529) ได้กล่าวว่า การอนุรักษ์ดินและน้ำที่สมบูรณ์แบบนั้นจะต้องวางอยู่บนหลักของวิชาวิศวกรรมศาสตร์ พืชศาสตร์และธรณีวิทยาด้วยกัน โดยมีหลักสำคัญคือ ทำให้ดินทนทานต่อการแตกกระจาย การพัดพา และให้น้ำซึมผ่านผิวดินได้ดีป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนและแรงลม ทำให้ความเร็วของน้ำไหลบ่าและความเร็วลมลดลง ลดการแตกกระจายและการพัดพาของอนุภาคดิน และทำทางระบายน้ำป้องกันการกัดกร่อนดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ทดลอง

1. มาตรการวิธีพืช ได้แก่ แถบหญ้าธรรมชาติ (natural grass strips) และแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว (vertiver grass strips) เป็นวิธีการป้องกันการกร่อนดินที่ไม่รุนแรง คือ ปลูกหญ้าเป็นแถบบริเวณระหว่างพืชที่ปลูก แถบหญ้านี้จะไม่ได้รับการไถพรวน น้ำที่ไหลบ่าหน้าดินจากที่สูงจะถูกสกัดโดยแถบที่ปลูกหญ้านี้ทำให้ความเร็วในการไหลลดลงและเกิดการตกตะกอนบริเวณหน้าแถบหญ้า และสามารถตัดแต่งใบให้มีทรงพุ่ม และขนาด ความสูงที่เหมาะสมได้

2. มาตรการวิธีกล เป็นคูรับน้ำขอบเขา (hillside ditches) ที่สร้างบริเวณขอบเขาตามแนวระดับ หรือลดระดับเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมคางหมู ระยะห่างของคูรับน้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) มีลักษณะคล้ายคูเบนรับน้ำ (diversion ditch) คือเป็นร่องน้ำ เป็นช่วง ๆ บนขวางทางลาดเขา เพื่อระบายน้ำออกและเป็นตัวนำน้ำที่ไหลบ่าออกไปจากบริเวณนั้น และคล้ายขั้นบันไดดิน (bench terrace) แต่คูรับน้ำขอบเขาไม่มีการปลูกพืชตรงขั้นบันได การปลูกพืชจะกระทำในบริเวณระหว่างคูรับน้ำ (สมเจตน์, 2526)

ประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ

นิพนธ์ (2527) ได้กล่าวถึงวิธีการป้องกันการกร่อนดินด้วยวิธีการทางวิศวกรรมว่าเป็นวิธีการสำคัญในการจัดการที่ดิน ส่วนใหญ่จะเป็นการก่อสร้างคันดินขวางความลาดชันของด้านลาดเขา เพื่อชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินก่อนที่จะมีพลังก่อให้เกิดอันตรายต่อการกร่อนดิน และการใช้พืชคลุมดินร่วมกับวิธีกลจะเป็นการเสริมสร้างซึ่งกันและกัน และมักใช้ด้วยกันเสมอแม้ว่าแต่ละวิธีการจะมีวัตถุประสงค์ต่างกัน

Hudson (1981) ได้แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้จะมีการใช้วิธีกลในการอนุรักษ์ดินก็ยังเกิดการสูญเสียดินไปได้ แต่การจัดการพืชที่คั้นสามารถลดการสูญเสียดินได้ถึงร้อยละ 50 ซึ่งเน้นให้ใช้การปลูกพืชคลุมดินดีกว่าการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินทางกล ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้อย่างมากหากได้รับการบำรุงรักษาไม่เพียงพอ หรือได้รับการออกแบบไม่เหมาะสม เช่นเดียวกับ Roose (1977) ที่กล่าวว่า การทำคันดินจะลงทุนสูงและมีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีการควบคุมโดยพืชที่สามารถตั้งตัวและคลุมดินได้หนาแน่น

จากการศึกษาของภิชชาติ (2525) ที่โครงการสาธิตการจัดการลุ่มน้ำแม่สา บริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 30 โดยสร้างสิ่งก่อสร้าง 4 ชนิด คือ ขั้นบันไดดินต่อเนื่อง ขั้นบันไดดินไม่ต่อเนื่อง คูรับน้ำขอบเขา และคันดินรับน้ำขอบเขา พบว่าในปีที่สามหลังจากแปลงทดลองอยู่ตัวดีแล้ว สิ่งก่อสร้างแต่ละชนิดสามารถลดการสูญเสียดินและน้ำได้ ร้อยละ 96 86 80 และ 91 ตามลำดับ และแนะนำว่าคันดินรับน้ำขอบเขาควรเป็นวิธีที่นำไปใช้แนะนำให้เกษตรกรใช้ได้มากที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ และป้องกันการสูญเสียดินและน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าสิ่งก่อสร้างชนิดอื่น และภิชชาติ (2538) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการเหล่านี้ในพื้นที่เดียวกันตั้งแต่ พ.ศ.2523 ถึง พ.ศ.2533 พบว่า การสูญเสียน้ำจากแปลงทดลองแบบคูดินรับน้ำขอบเขามีมากที่สุด รองลงมาเป็นขั้นบันไดดินไม่ต่อเนื่อง คันดินรับน้ำขอบเขา และขั้นบันไดดินต่อเนื่อง มีค่าเท่ากับ 91.34 86.93 81.75 และ 78.69 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ และการสูญเสียดินก็ให้ค่าไปในทางเดียวกับการสูญเสียน้ำโดยมีค่าเท่ากับ 11.696 9.593 8.367 และ 5.007 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ

นคร (2533) ได้ศึกษาระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า การปลูกข้าวไร่สลับ ถั่วดำ ข้าวโพด ตามด้วยถั่วแดงหลวง ร่วมกับการใช้แถบหญ้าขนาดกว้าง 1-2 เมตร โดยให้มีระยะ ระหว่างแถบหญ้าในแนวตั้ง 1.5 และ 3 เมตร มีการสูญเสียให้น้อยกว่าระบบปลูกข้าวไร่ที่ไม่มีการ อนุรักษ์ดินและน้ำ ถึงร้อยละ 62 และปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าร้อยละ 92 และใน พ.ศ. 2542 นคร ได้ศึกษาการใช้ระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ บนพื้นที่ปลูกข้าวไร่ ตำบลวาวี อำเภอแม่ สรวาย จังหวัดเชียงราย ระหว่างปี พ.ศ.2538 ถึง พ.ศ.2542 พบว่าในการปลูกข้าวไร่ที่มีมาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำที่เป็นขั้นบันไดดิน การใช้แถบขาร่วมกับเศษพืช การใช้แถบชา 1 แถว และ 2 แถว ปลูกบน แถบหญ้าบาเฮีย (*Paspalum notatum*) นั้น สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินได้เฉลี่ยร้อยละ 33 และลด ปริมาณน้ำไหลบ่าโดยเฉลี่ยได้ร้อยละ 52 เมื่อเทียบกับการปลูกข้าวไร่ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

พิทักษ์ และ สวัสดิ์ (2535) ได้กล่าวว่าการควบคุมการกร่อนดิน โดยการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง ทางพืชและทางกล เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียดินที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำพบว่า ปริมาณ การสูญเสียดินปีแรกไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ แต่ใน ปีที่ 2 และ 3 แปลงที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำสามารถลดการสูญเสียดินได้ดีกว่าและแตกต่างกับแปลงที่ ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ต่อมา พิทักษ์ (2537) ได้ศึกษาการปลูกพืชโดยมีการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่าการปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดิน ปลูกพืชระหว่างแถบหญ้า และการปลูกพืชในระบบ เกษตรป่าไม้ สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าได้ ถึงแม้ว่าการทำแถบพืชอนุรักษ์ดินและ น้ำ จะเสียพื้นที่การเพาะปลูกไปบ้าง

สารป้องกันและกำจัดแมลง (insecticides)

สารเคมีชนิดใด ๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่า ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต การเข้าทำลาย ผลผลิตของแมลง (กรมวิชาการเกษตร, 2541) เป็นได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ

1) สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticides) เป็นสารประกอบที่มี chlorine เป็น องค์ประกอบสำคัญ สามารถละลายได้ดีในไขมัน และมีพิษตกค้างนาน มีความคงตัว สลายด้วยยาก สาร ส่วนใหญ่ไม่เหมาะใช้ในทางเกษตร แต่สามารถใช้งานอื่นได้ เช่น DDT ใช้ป้องกันกำจัดยุง dieldrin ใช้ กำจัดปลวก เป็นต้น

2) สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (organophosphorus insecticides) เป็นสารสังเคราะห์จากกรด ฟอสฟอริก (H_3PO_4) จึงมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สารกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการป้องกัน กำจัดศัตรูพืชได้ดี มีพิษตกค้างน้อยโดยเฉลี่ยประมาณ 3-15 วัน แต่จะมีความรุนแรงมากต่อสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่พิษปานกลางจนถึงพิษร้ายแรง เกษตรกรผู้ใช้จึงควรระมัดระวังในการใช้งาน โดยที่ความเป็นพิษ ต่อแมลงและสัตว์เลื้อยคลานของสารกลุ่มนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำปฏิกิริยากับ enzyme acetyl

cholinesterase ที่ปลายประสาท ลดการส่งสัญญาณประสาทในสมอง มีผลต่อระบบสัมผัส ระบบเคลื่อนไหว และระบบการหายใจ และเสียชีวิตเนื่องจากระบบการหายใจถูกกด (Lewis, 1998)

3) สารกลุ่มคาร์บาเมท (carbamate insecticides) เป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บาเมก (carbamic) มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงชนิดปากดูดและศัตรูที่อยู่ในดิน เช่นไส้เดือนฝอย และหอยทาก สารพิษในกลุ่มนี้มีพิษปานกลางถึงร้ายแรง ตกค้างสั้น สลายตัวง่าย มีความปลอดภัยสูง ความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้มีลักษณะคล้ายกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส

4) สารกลุ่มไพริทรอยด์ (pyrethroid insecticides) คือสารไพริทริน (pyrethrin) เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เพราะมีการสลายตัวได้เร็ว ใช้ทดแทนสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และกลุ่มคาร์บาเมท แต่มีระยะเวลาคือยาเร็วและราคาแพงกว่าสารกลุ่มอื่น ๆ สารกลุ่มนี้เป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงสลบทันทีและตายในที่สุด แต่มีพิษน้อยต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สารกำจัดวัชพืช (herbicides)

โดยทั่วไปอาจเรียกเป็น ยาฆ่าหญ้า ยาปราบหญ้า ยากำจัดวัชพืช หรือสารเคมีกำจัดวัชพืช แต่คำที่เรียกกันอย่างเป็นทางการในสมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย และกองพฤกษศาสตร์และวัชพืชกรมวิชาการเกษตร จะใช้คำว่า สารกำจัดวัชพืช ซึ่งหมายถึง สารเคมีชนิดใดก็ตาม ที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นขณะที่วัชพืชงอกขึ้นมาแล้วหรือยังอยู่เป็นเมล็ดอยู่ ตลอดจนชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้ที่อยู่ในดินหรืออยู่บนดิน (ทศพล, 2545)

ในการจำแนกประเภทของสารกำจัดวัชพืชทั้งหมดยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ เนื่องจากปัญหาในการพัฒนาระบบของการจำแนกมีความหลากหลายทั้งในทางเคมีและกลไกในการทำปฏิกิริยา โดยที่ทศพล (2545) ได้จำแนกประเภทของสารกำจัดวัชพืชออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

1. การแบ่งตามลักษณะการเลือกทำลาย แบ่งได้ 2 ประเภท คือ สารประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด แต่ไม่มีผลหรือมีผลน้อยกับพืชบางชนิด และสารประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลในการทำลายพืชทุกชนิดที่สัมผัส

2. การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 สารประเภทฉีดพ่นทางใบ (foliar applied herbicides) หมายถึง สารซึ่งทำลายพืชโดยที่มีการใช้ผ่านเข้าสู่พืชทางใบ (leaf acting herbicide) มักเรียกว่า “ยาฆ่า” หรือ “สารฆ่า” แบ่งตามลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms) ได้อีก 2 กลุ่ม คือ สารประเภทสัมผัส (contact herbicides) มีผลเฉพาะตรงบริเวณที่พืชได้รับสารสัมผัสเท่านั้น และสารประเภทเคลื่อนย้าย (translocated herbicides) สารจะเคลื่อนย้ายไปทำลายทุกส่วนภายในต้นพืช

2.2 สารประเภทฉีดทางดิน (soil applied herbicides) หมายถึง สารที่ใช้ฉีดลงบนดินหรือหลังจากฉีดแล้วมีการคลุกของสารเข้าไปกับดิน เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืชที่กำลังงอก (soil acting herbicide) จะมีผลตกค้างในดิน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสาร คุณสมบัติของดิน และอัตราการใช้ โดยนิยมเรียกว่า “ยาคุม” หรือ “สารคุม” หมายถึง คุมกำเนิดการงอกของวัชพืช

3. การแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี โดยอาศัยลักษณะของโครงสร้างโมเลกุล และตำแหน่งของอะตอมของสารภายในโมเลกุลที่คล้ายคลึงกัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1 สารกำจัดวัชพืชที่เป็นอนินทรีย์สาร (inorganic herbicides) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ไม่มีอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุล มีคุณสมบัติถูกเป็นไฟง่าย เป็นสารประเภทสัมผัสและไม่เลือกทำลาย สารจะเข้าสู่พืชได้ทั้งทางรากและทางใบผ่านท่อลำเลียง

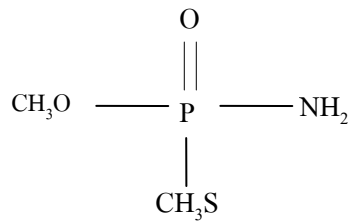
3.2 สารกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สาร (organic herbicides) เป็นสารที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม และมีโมเลกุลของสารอินทรีย์อื่น เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และธาตุในกลุ่มฮาโลเจนอื่น ๆ ซึ่งอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลอาจมีการจัดเรียงตัวเป็นโซ่ (aliphatic hydrocarbons) และวงแหวน (aromatic hydrocarbons) สารกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สารสามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสาร และตามกลไกในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Warren and Hess, 1993; Ahrens, 1994; Smith, 1995) ดังนี้

- ก. สารที่ยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน (amino acid synthesis inhibitors)
- ข. สารสัมผัสหรือสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (contacts membrane disrupters)
- ค. สารที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช (hormonelike herbicides)
- ง. สารที่ยับยั้งการสร้างไขมัน (lipid synthesis inhibitors)
- จ. สารที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis inhibitors)
- ฉ. สารที่ยับยั้งการสร้างรงควัตถุ (pigment synthesis inhibitors)
- ช. สารที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors)

สมบัติของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการใช้ในพื้นที่ทดลอง

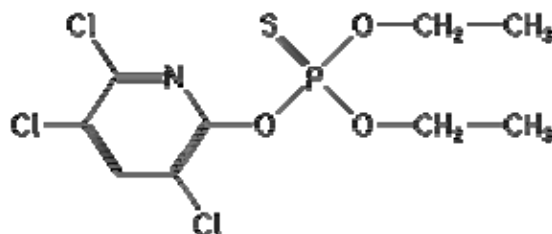
1. สารป้องกันกำจัดแมลง กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ได้แก่

1.1 เมทนามิโดฟอส (methamidophos) มีชื่อทางเคมี O, S - Dimethylphosphoramidothioate ชื่อทางการค้า เช่น โดรามอส เมทาโค60 เมทาฟอส ฯลฯ มีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ



เมททามิโดฟอสเป็นสารประเภทดูดซึมพร้อมกับออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใช้กำจัดหนอนใยผัก หนอนคืบ เพลี้ยอ่อน ฯลฯ มีสูตรผสม 60 เปอร์เซ็นต์ SL อัตราที่ใช้ 20 – 40 มิลลิเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ปรีชา, 2537) และเมื่อช่วงต้นปี พ.ศ. 2546 ภาครวมวิชาการเกษตรได้สั่งห้ามจำหน่ายและใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงทางการเกษตร เนื่องจากมีพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะในพืชผักสด

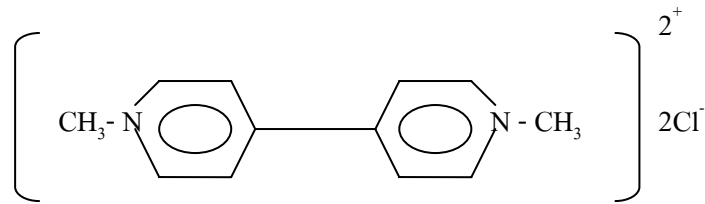
1.2 คลอไพริฟอส (chlopyriphos) มีชื่อทางเคมีคือ O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate ลักษณะเป็นผลึกไม่มีสี จุดหลอมเหลว 42 – 43.5 °C มีสูตรผลิตภัณฑ์เป็น 20 เปอร์เซ็นต์, 40 เปอร์เซ็นต์ EC และ 25 เปอร์เซ็นต์ WP ทนต่อการคร่อนถึงปานกลาง ไฮโดรไลซิสได้ในต่างประเทศ ละลายได้ 2 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ



คลอไพริฟอส มีฤทธิ์เฉียบพลันทางปากในหนู 135 – 163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สลายตัวช้าในดิน มีครึ่งชีวิต 60 – 120 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2538)

2. สารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่

พาราควัท (paraquat) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้และจดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1958 (Smith, 1995) ชื่อทางเคมี คือ 1,1' – dimethyl – 4,4' – bipyridinium dichloride เป็นสารที่นิยมใช้บ่อยในฐานะเป็นสารประกอบประเภท quaternary ammonium herbicide (Khan, 1980; Pesticide Action Network Asia and the Pacific [PANAP], 2003) มีชื่อทางการค้าคือ Grumoxone, Karazone, Topzone, Noxone ฯลฯ เป็นต้น มีน้ำหนักโมเลกุลในรูป dichloride salt 257.16 ซึ่งมีสูตร โครงสร้างทางเคมีตามที่พรชัย (2531) รายงานไว้ดังนี้



พาราควัทเป็นสารกำจัดวัชพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มไบไพริดีเลียม (bipyridiliums) ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก จัดเป็นสารประเภทสัมผัสตายและไม่เลือกทำลาย (รวัชชย 2540) มีจุดหลอมเหลว 340 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 25 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้ 700 กรัมต่อลิตร ที่ 20 องศาเซลเซียส ละลายได้น้อยในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) ใช้ควบคุมวัชพืชในวงศ์หญ้าเป็นส่วนใหญ่ (ทศพล, 2545) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีสถิติการนำเข้าในประเทศไทยมากในระดับต้น ๆ มี pH 6.5 – 7.5 (จิราพร และ ฉัญฉณา, 2532) โดยที่ปัจจุบันสารสำเร็จรูปที่นำเข้ามีปริมาณลดลง เนื่องจากมีโรงงานปรุงแต่งในประเทศ (รวัชชย, 2540)

ความเป็นพิษของสารพาราควัทในรูป paraquat dichloride salt technical กับหนูตัวผู้มีค่า LD₅₀ 112 -150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Ahrens, 1994) มีค่า LC₅₀ ต่อปลา rainbow trout 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในเวลา 96 ชั่วโมง และไม่เป็นพิษต่อผึ้ง (ทศพล, 2545; Hamishkidd and David, 1991) มีความสามารถเคลื่อนย้ายในดินได้อย่างจำกัดเพราะถูกอนุภาคดินและอินทรีย์วัตถุจับยึดไว้ เนื่องจากตัวสารมีสมบัติเป็นประจุบวก จึงสามารถดูดยึดกับดินซึ่งมีประจุลบอย่างแข็งแรง โดยเฉพาะดินเหนียวหรือแร่ดินเหนียว (clay mineral) และอินทรีย์วัตถุ (ทศพล, 2545; PANAP, 2003; Spark, 2002) และมีครึ่งชีวิต (half-life) ในดิน 1,000 วันหรือมากกว่านั้นขึ้นกับชนิดดิน (Vougue et al., 1994) และมีรายงานว่าครึ่งชีวิต (half-life) ในน้ำจะมีค่าตั้งแต่ 1.5 วัน จนถึง 23 สัปดาห์ (HSDB, 2000) ซึ่งสารนี้จะสลายตัวเองจนไม่สามารถตรวจพบในน้ำที่ปราศจากตะกอนดินหรือพีชน้ำ ภายใน 35 สัปดาห์

การแพร่กระจายมลพิษที่เกิดจากตะกอนดิน

เกษม และ นิพนธ์ (2517) ได้แบ่งตะกอนดินเป็น 2 ชนิด คือ ตะกอนแขวนลอย (suspended sediment) ซึ่งเป็นตะกอนดินที่มีขนาดเล็กมีทั้งเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยแขวนลอยอยู่ในน้ำ และสามารถถูกพัดพาไปได้ไกล และตะกอนท้องลำธาร (bed load sediment) เป็นตะกอนดินที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก จะถูกพัดพาไปตามท้องน้ำ เช่น กรวด ทราย หรือทรายแป้ง โดยพวกทรายจะตกตะกอนก่อนตามด้วยทรายแป้งหยาบและละเอียด ส่วนตะกอนดินเหนียวจะตกทีหลัง ตะกอนส่วนใหญ่มีกำเนิดจากดิน ดังนั้นจึงเรียกตะกอนเหล่านี้ว่า ตะกอนดิน ซึ่งโดยความเร็วของกระแส น้ำจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่แตกต่างกันในการตกตะกอนขนาดใหญ่และขนาดเล็ก (Mcclusky, 1971) ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณตะกอนดินในลำน้ำ ได้แก่ ชนิดของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะ

ภูมิอากาศ และฝน (Hudson, 1971) นอกจากนี้ มนุษย์ยังมีส่วนทำให้ปริมาณตะกอนดินมากขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งพื้นดินที่ขาดพืชปกคลุมจะเกิดการกร่อนดินได้ง่าย ส่งผลให้ปริมาณตะกอนดินสะสมในท้องน้ำมากขึ้นกว่าที่เกิดตามธรรมชาติ (Park, 1980) ซึ่งนิพนธ์ (2545) กล่าวว่า ตะกอนดินเป็นตัวการทำให้น้ำเกิดมลพิษเมื่อลงไปทับถมในแม่น้ำ หรือทะเลสาบ ทำให้ลำธารตื้นเขิน ทำลายดินที่ใช้ในการเกษตรกรรม ทำลายสภาพความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำ ทำให้น้ำขุ่นและสกปรก ไม่เป็นที่ปรารถนาต่อการอุปโภคบริโภค นอกจากนี้ตะกอนดินยังสามารถดูดซับเอาสารมลพิษอื่น ๆ เช่น ธาตุอาหารพืช สารปราบศัตรูพืช วัตถุมีพิษ แบคทีเรีย และไวรัสได้อีกด้วย โดยได้แบ่งแยกบทบาทของตะกอนดินต่อสภาพแวดล้อมไว้ดังนี้

1. ตะกอนดินมีคุณสมบัติค่อนข้างยุ่งยาก และซับซ้อนมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววะ ล้วนแต่มีผลกระทบต่อภาวะแวดล้อมทั้งนั้น สมบัติทางกายภาพนั้นประกอบด้วย ขนาด ความหนาแน่น และรูปร่าง การพังทลายของดิน การเคลื่อนย้าย และการตกทับถมย่อมแตกต่างกันไปตามขนาดและรูปร่าง ตะกอนดินละเอียดซึ่งประกอบด้วยซิลต์ และดินเหนียวนั้นจะมีคุณสมบัติทางเคมีที่สามารถดูดซับหรือ และปลดปล่อยไอออนของสารต่าง ๆ จากน้ำและสู่น้ำ (McDowell and Grissinger, 1976) โดยขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีของภาวะแวดล้อมของน้ำด้วย ปฏิกริยาของสารเคมีกับตะกอนดินขนาดคอลลอยด์ จะเป็นตัวการกำหนดความเข้มข้นของมลพิษที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วตะกอนดินขนาดหยาบจะเป็นตัวการทำให้น้ำไหลในลำธารมีพลังงานในการกัดเซาะและพัดพาไปลดน้อยลง ในขณะที่ตะกอนดินขนาดละเอียดก็เป็นตัวลดสารแขวนลอยที่มีมลพิษอื่น ๆ ในน้ำได้บ้าง

2. ปริมาณของตะกอนดินในลำน้ำ ไม่ว่าจะเป็นมาจากพื้นที่ทำการเกษตร ทุ่งหญ้า ป่าไม้ ไร่ถ่อนนเขตที่อยู่อาศัยที่กำลังพัฒนาจากร่องลึก หรือจากฝั่งแม่น้ำลำธาร ล้วนเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำทั้งสิ้น เนื่องจากการที่จะไม่ทำให้เกิดการกร่อนดินและเกิดตะกอนดินนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ดังนั้นจึงต้องมีแนวทางที่จะบอกให้รู้ว่าปริมาณการกร่อนดิน และความเข้มข้นของตะกอนดินจะมีได้มากน้อยเพียงใด จึงจะไม่ทำให้น้ำในแม่น้ำลำธารเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามปริมาณตะกอนดินทั้งหมดไม่ใช่เป็นสิ่งเลวร้ายเสียทั้งหมด บางจำนวนมีส่วนช่วยทำให้น้ำในแม่น้ำมีสมบัติดีขึ้น

3. ตะกอนดินที่เคลื่อนย้ายในน้ำและลงสู่แหล่งน้ำนั้น มีผลทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ในหลายลักษณะด้วยกัน ความมากน้อยหรือลักษณะของน้ำในลำธารเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเคลื่อนย้ายตะกอนดิน ขนาดของตะกอนดิน และความขรุขระของท้องน้ำ รวมทั้งสิ่งกีดขวางบริเวณขอบฝั่ง มีผลต่อการเคลื่อนย้ายตะกอนดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งการไหลของน้ำจะเป็นไปในลักษณะปั่นป่วน (turbulence)

มลพิษของน้ำจากสารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืช (pesticides) นั้นลงสู่แหล่งน้ำได้โดยน้ำไหลบ่าหน้าดินที่ไหลลงสู่ลำน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำการเกษตร (Willis et al., 1975) และส่วนมากก็สันนิษฐานว่าสารกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวมักจะติดมากับอนุภาคของตะกอนดิน ไม่อยู่ในรูปที่เป็นสารละลายในน้ำ (นิพนธ์, 2545) ตัวอย่างเช่น ดีดีที (DDT) ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด จึงพบว่าดีดีทีจะลงสู่แหล่งน้ำในรูปของตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะดินเป็นส่วนใหญ่ (Truhlar and Reed, 1977) และจากการศึกษาของ Willis et al. (1975) พบว่าปริมาณของดีดีทีและสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่มาจากพื้นที่ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) นั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นและปริมาณตะกอนดินในน้ำท่า

จากการศึกษาการสูญเสียสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม amides มากับน้ำบ่าหน้าดินและตะกอนดินจากพื้นที่เพาะปลูกบริเวณโครงการหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ของ มนตรี (2530) พบว่าจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม amides ได้แก่ alachlor, butachlor อัตรา 4.0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ของสารออกฤทธิ์, metachlor อัตรา 3 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ของสารออกฤทธิ์ และ propanil อัตรา 6 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ของสารออกฤทธิ์ บนพื้นที่เพาะปลูกความลาดเท 8-10 และ 25-28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว (clay loam) และ ดินเหนียว (clay) ตามลำดับนั้น เมื่อมีน้ำบ่าหน้าดินที่เกิดจากฝนตกช่วงกลางฤดูฝนได้ตรวจพบสาร alachlor, butachlor, metachlor และ propanil ในน้ำบ่าหน้าดินที่ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 46.1 61.5 65.0 และ 86.3 ไมโครกรัมต่อลิตร จากพื้นที่ความลาดเท 8-10 เปอร์เซ็นต์ และเท่ากับ 18.5 15.5 51.4 และ 70.3 ไมโครกรัมต่อลิตร จากพื้นที่ความลาดเท 25-28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณสูงสุดของสารกำจัดศัตรูพืชทั้งในน้ำบ่าหน้าดินและตะกอนดินจะเกิดขึ้นในช่วง 1-3 วันแรกหลังจากพ่นสารนั้น โดยที่ปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนไปกับน้ำบ่าหน้าดินและตะกอนดินมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่ใช้เท่านั้น ซึ่งปริมาณเฉลี่ยของ alachlor butachlor metachlor และ propanil ในส่วนที่อยู่ในน้ำจะมีอยู่ 66.4 52.2 68.0 และ 54.9 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่พบในน้ำบ่าหน้าดินที่พัดพาตะกอนมา ส่วนที่เหลือจะอยู่ในตะกอนดิน แสดงว่าสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวถูกอนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุคูดไว้ได้อีกจำนวนหนึ่ง

ลักษณะพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

ที่ตั้งและอาณาเขต

สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง ตั้งอยู่ที่บ้านบวกจัน ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากอำเภอแมริมไปตามทางหลวงหมายเลข 1096 (แมริม-สะเมิง) ประมาณกิโลเมตรที่ 26 มีทางแยกเข้าหมู่บ้านเป็นคอนกรีตสลับลูกครึ่งเป็นช่วง ๆ ระยะทางประมาณ 2.2 กิโลเมตร ซึ่งใช้สัญจรได้ตลอดทั้งปี

สภาพภูมิประเทศและลักษณะดิน

ลักษณะพื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นเนินเขาถึงพื้นที่สูงชันมาก มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์ มีที่ราบเชิงเขาอยู่บริเวณด้านล่างของภูเขาที่สูงประมาณ 1,100-1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียว บางแห่งเป็นดินร่วนปนเศษหินที่มีสีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียว สีน้ำตาลปนแดงเข้ม แล้วย่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มหรือสีแดงในส่วนลึกของดินชั้นล่าง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย มีชั้นดินลึก การระบายน้ำดี มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็ว และมีความสามารถในการอุ้มน้ำปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544ข)

สภาพภูมิอากาศและแหล่งน้ำ

บริเวณพื้นที่หมู่บ้านบวกันันใน 1 ปี มีฝนตกชุก ประมาณ 6-7 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,100-1,300 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 29.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 18.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 23.2 องศาเซลเซียส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544ข) มีแหล่งน้ำซึมบริเวณใจกลางหมู่บ้าน และได้นำมาใช้ประโยชน์ในการทำเกษตรกรรม อุปโภค แต่ก็ยังไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง การปลูกพืชส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก

สภาพทางชีวภาพ

นับย้อนหลังไปประมาณ 30 ปี เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกฝิ่นเป็นหลัก และปลูกข้าวโพดพันธุ์พื้นเมืองไว้สำหรับบริโภคและเป็นอาหารสัตว์ หลังจากนั้นได้มีการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการให้ปลูกพืชทดแทนฝิ่น คือ มันฝรั่ง เมื่อพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ เกษตรกรจึงหันมาปลูกถั่วแดงหลวง ซึ่งได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์จากมูลนิธิโครงการหลวง ปลูกกันติดต่อกันประมาณ 3-4 ปี จึงย้อนกลับมาปลูกมันฝรั่งอีกครั้ง ส่วนการปลูกพืชอันดอร์อง ๆ ลงมาได้แก่ แครอท พืชผัก และไม้ดอก ซึ่งรายละเอียดในการทำการเกษตร มีดังนี้ 1) ไม้ดอก ได้แก่ ดอกเยอบีรา กุหลาบ 2) ไม้ผล ได้แก่ ลิ้นจี่ พลับ อะโวคาโด และบัว 3) พืชผัก ได้แก่ หัวผักกาด กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี แครอท ผักสลัด ปลูกเฉพาะช่วงฤดูฝน และเลือกชนิดผักที่ปลูกตามความต้องการของตลาด 4) พืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดพันธุ์พื้นเมือง มันฝรั่ง ข้าวไร่ 5) การเลี้ยงไก่ และสุกร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544ข)

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ
2. อุปกรณ์การทำเซตกรรม ได้แก่ จอบ คราด มีดพรว้า และอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการเพาะปลูกอื่น ๆ
3. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดิน ตะกอนดินและน้ำในภาคสนาม
 - 3.1 สว่านเจาะดิน (auger), พลั่วมือ
 - 3.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ (ขวดพลาสติกสีขาวยุ่น และขวดแก้วสีชา)
 - 3.3 ถูพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดิน และตะกอนดิน, ปากกาเคมี, กระดาษขาว
 - 3.4 ถังโคมบรจุน้ำแข็งเพื่อเก็บรักษาสภาพของตัวอย่าง
4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
 - 4.1 เครื่องชั่งหยาบและละเอียด
 - 4.2 เครื่องระเหยลดปริมาตร
 - 4.3 เครื่องเขย่า (rotary shaker)
 - 4.4 เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กระบอกตวง กรวยแยก ขวดรูปชมพู่ คอลัมน์แก้ว ขวดปริมาตร กรวยกรวง ไยแก้ว บิวเรตต์ และลูกแก้วตัวกรอง
 - 4.5 เครื่องตรวจวิเคราะห์แก๊สโครมาโตกราฟ (gas chromatograph) สำหรับวิเคราะห์สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสใช้ flame photometric detector (FPD) Hewlett Packard รุ่น 6890
 - 4.6 เครื่อง spectrophotometer แบบ double beam ความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร
5. สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่จำเป็น
 - 5.1 สารคุณภาพระดับ pesticide grade ของ methylene chlorine, ethyl acetate, hexane, acetone และ sodium sulphate anhydrous
 - 5.2 saturated sodium chloride (sat. NaCl), saturated ammonium chloride (sat. NH₄Cl), 2N HCl
2.5 เปอร์เซ็นต์ NH₄Cl 18M H₂SO₄ octanal
 - 5.3 สารละลายมาตรฐานของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และสารกำจัดวัชพืช paraquat

วิธีดำเนินการ

1. การคัดเลือกพื้นที่

การศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำเขตภูเขาให้มีสภาพแวดล้อมทั่วไปสม่ำเสมอ และเป็นตัวแทนของพื้นที่ทำกินของเกษตรกรชาวเขาบริเวณสถานีวิจัยแห่งนี้ในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งแปลงทดลองนี้

เป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดและพืชไร่หมุนเวียนต่อเนื่องมานานกว่า 10 ปี บนเนื้อที่รวมประมาณ 2 ไร่ บนพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์มีทิศด้านลาดหัน ไปทางทิศตะวันตก

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบเฝ้าสังเกต (observation trial) ประกอบด้วย 4 วิธีการ ได้แก่

- 1) แปลงไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (control, CT)
- 2) แปลงใช้แถบหญ้าแฝกแถวเดียว (vetiver grass, VG)
- 3) แปลงใช้แถบหญ้าธรรมชาติ (natural grass, NG)
- 4) แปลงใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch, HD)

ก่อสร้างแปลงทดลองเพื่อใช้เก็บข้อมูลการสูญเสียดินมีขนาดกว้าง 15 เมตร ยาวตามความลาดชัน 20 เมตร ทำขอบคันดินและสิ่งกีดขวางทุกแปลงทดลอง มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้ทดลองประกอบด้วย 4 แปลงทดลอง คือ แปลงไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ(control, CT) แปลงใช้แถบหญ้าแฝกแถวเดียวจำนวน 2 แถบต่อแปลง(vetiver grass, VG) แปลงใช้แถบหญ้าธรรมชาติกว้าง 50 เซนติเมตร จำนวน 2 แถบต่อแปลง (natural grass, NG) และแปลงใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch, HD) ท้ายแปลงมีรางซีเมนต์รองรับสูง 30 เซนติเมตรและต่อท่อลงถึงดักตะกอน 2 ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร เจาะช่องเชื่อมถึงทั้งสองใบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว ตรงบริเวณปากขอบสูงจากกันถึง 80 เซนติเมตร ที่ถึงใบแรกเจาะช่องระบายน้ำ(divisor) ให้มีขนาดและตรงบริเวณรอบปากถึงเช่นเดียวกับช่องเชื่อมต่อ ปลูกกะหล่ำปลีเป็นพืชทดลอง โดยมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบแตกต่างกัน

3. วิธีการจัดการดูแลรักษาพืชผัก

สรุปรายละเอียดการจัดการแปลงทดลอง ฤดูกาลปี พ.ศ. 2546

- 1) การเพาะกล้ากะหล่ำปลี

เพาะกล้ากะหล่ำปลีลงถาดหลุมเพาะ วันที่ 2 มิถุนายน 2546 ใช้ปลูกในแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ, แปลงคูรับน้ำขอบเขา และวันที่ 11 มิถุนายน 2546 เพาะกล้ากะหล่ำปลีลงแปลงใช้ปลูกในแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ, แปลงแถบหญ้าแฝกและใช้ปลูกซ่อมต้นกล้าที่แห้งตาย

- 2) การเตรียมแปลงต่อการปลูก

ฉีดพ่นสารพาราควัท (paraquat) อัตราผสมสาร 1 ลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร เพื่อกำจัดวัชพืชในทั้ง 4 แปลงทดลอง และพื้นที่รอบแปลงรวมเนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ ในวันที่ 17 พฤษภาคม 46 ทิ้งให้วัชพืชแห้งตาย 7-10 วัน แล้วขุดกลับหน้าดิน พักดิน 5-7 วัน หลังจากนั้นแล้วย่อยดินและขึ้นแปลงย่อยขนาดกว้างประมาณ 1.5 เมตร ยาวขวางแนวลาดชัน เว้นทางเดินระหว่างแปลงย่อย กว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งแต่ละแปลงทดลอง (มาตรการ) มีจำนวน 12 แปลงย่อย หลังจากขึ้นแปลงย่อยได้ประมาณ 20 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา ระยะปลูก 30x30 เซนติเมตร กล้ามี

อายุ 25 วัน และ 2 สัปดาห์ถัดมาย้ายกล้าลงปลูกในแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และแปลงที่ไม่มี
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นกล้ามีอายุ 30 วัน โดยทั้ง 2 ครั้ง ไม่ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม

3) การดูแลรักษา

ใช้เครื่องพ่นสะพายนหลังแบบโยก ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลง ทั้งหมด 8 ครั้ง ฉีดพ่นซ้ำ
ทุก ๆ 5 วัน หลังจากย้ายกล้ากะหล่ำปลีลงปลูกอายุได้ 15 วัน และหยุดฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลง
ก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน

ครั้งที่ 1 ใช้สารป้องกันแมลง methamidophos 20 มิลลิเมตร, ปุ๋ยทางใบ 60 กรัม, สารป้องกัน
โรคพืช benomil 15 มิลลิเมตร และสารจับใบ 60 มิลลิเมตร ผสมน้ำ 20 ลิตร ใช้
ปริมาณสารผสม 10 ลิตรต่อแปลงทดลอง

ครั้งที่ 2 ใช้สารป้องกันแมลงและปุ๋ยในปริมาณและชนิดเดียวกับครั้งที่ 1 แต่ใช้สารป้องกันโรค
พืชเป็น difinoconazol 20 มิลลิเมตร ผสมน้ำ 20 ลิตร ใช้ปริมาณสารผสม 15 ลิตรต่อ
แปลงทดลอง

ครั้งที่ 3-5 ใช้สารป้องกันแมลงและปุ๋ยในปริมาณและชนิดเดียวกับครั้งที่ 1 แต่ไม่ใช้สาร
ป้องกันโรคพืช โดยใช้ปริมาณสารผสม 15 ลิตรต่อแปลงทดลอง

ครั้งที่ 6-8 ใช้สารป้องกันโรค แมลง และปุ๋ย ในปริมาณ, ชนิด และอัตราผสมเดียวกับครั้งที่ 2
โดยใช้ปริมาณสารผสม 25 ลิตรต่อแปลงทดลอง

การบำรุงต้นโดยใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งแรกในวันที่ 29 ก.ค. 46 (หลังการย้ายปลูกครั้งสุดท้าย 15
วัน) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 5 กิโลกรัม ผสมกับ ปุ๋ยสูตร 13-13-21 7 กิโลกรัมต่อแปลงทดลอง ใส่
ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 หลังครั้งแรก 1 เดือน ใช้ปุ๋ยยูเรีย 13 กิโลกรัมต่อแปลงทดลอง ดูแลความสะอาดแปลง
กำจัดวัชพืชโดยจอบตากและมือถอน 2 ครั้ง พร้อมกับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละครั้ง

สรุปรายละเอียดการจัดการแปลงทดลอง ฤดูกาลปี พ.ศ. 2547

1) การเพาะกล้ากะหล่ำปลี

เพาะกล้ากะหล่ำปลีลงแปลงวันที่ 1 มิถุนายน 47 ใช้ปลูกในแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และ
แปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพาะกล้ากะหล่ำปลีเพิ่มอีกในวันที่ 20 มิถุนายน 47 ใช้ปลูกใน
แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ, แปลงคูรับน้ำขอบเขา และปลูกซ่อม หลังจากเพาะกล้ากะหล่ำปลีอายุได้ 15
วัน ฉีดพ่นสารป้องกันโรค mancozeb 22 กรัม และสารป้องกันแมลง cypermethrin 22 มิลลิเมตร ผสม
น้ำ 20 ลิตร และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงเพิ่มอีก 2 ครั้งทุก 7 วัน เนื่องจากในปี พ.ศ. 2546
ต้นกล้าเกิดโรคและแมลงในช่วงนี้

2) การเตรียมแปลงต่อการปลูก

ก่อนเข้าฤดูฝนช่วงปลายเดือนเม.ย. ได้ตัดหญ้าคา หญ้าขน ที่ขึ้นสูงปกคลุมพื้นที่ ฟังแดดให้แห้ง แล้วเผาทิ้ง เว้นระยะเพื่อรอฝน เมื่อจะเริ่มการเพาะปลูกได้ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate อัตรา 1.4 ลิตร ต่อน้ำ 200 ลิตร ในพื้นที่การทดลอง 1 ไร่ ใช้ปริมาณสารผสมทั้งหมด 240 ลิตร หลังใช้สาร glyphosate ประมาณ 15 วัน นีคพ่นฆ่าด้วยสารกำจัดวัชพืช paraquat อัตราผสม 1.6 ลิตรต่อน้ำ 160 ลิตรต่อพื้นที่ 1 ไร่ และอีก 15 วัน ถัดมาขุดกลับหน้าดินและตากดินไว้ 5 วัน จึงย่อยดิน กำจัดเศษหญ้า และขึ้นแปลงย่อย เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2546

เริ่มย้ายกล้าปลูกในแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ก่อน กล้ามียายุประมาณ 60 วัน ถัดมาประมาณ 1 สัปดาห์จึงย้ายกล้าลงปลูกในแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ แปลงคูรับน้ำขอบเขา และปลูกซ่อมในแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยรอกันหลุมเมื่อย้ายกล้าปลูกด้วยปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 13 กิโลกรัมต่อแปลงทดลอง

3) การดูแลรักษา

หลังการย้ายปลูกและปลูกซ่อมครั้งสุดท้ายครั้งสุดท้ายประมาณ 20 วัน นีคพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงทั้งหมด 6 ครั้ง โดยใช้เครื่องสะพายหลังแบบโยกหลัง ครั้งแรกและครั้งที่ 2 ห่างกัน 5 วัน ครั้งที่ 2 และ 3 ห่างกัน 10 วัน ครั้งที่ 3 ถึง 5 ห่างกันครั้งละ 3 วัน ในครั้งสุดท้ายห่างจากครั้งที่ 5 ประมาณ 5 วัน และหยุดฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน

ครั้งที่ 1 ใช้สารป้องกันแมลง chlorpyrifos 20 มิลลิเมตร และสารป้องกันโรคพืช mancozeb 50 กรัม ผสมน้ำ 18 ลิตร ใช้ปริมาณสารผสม 18 ลิตรต่อแปลงทดลอง

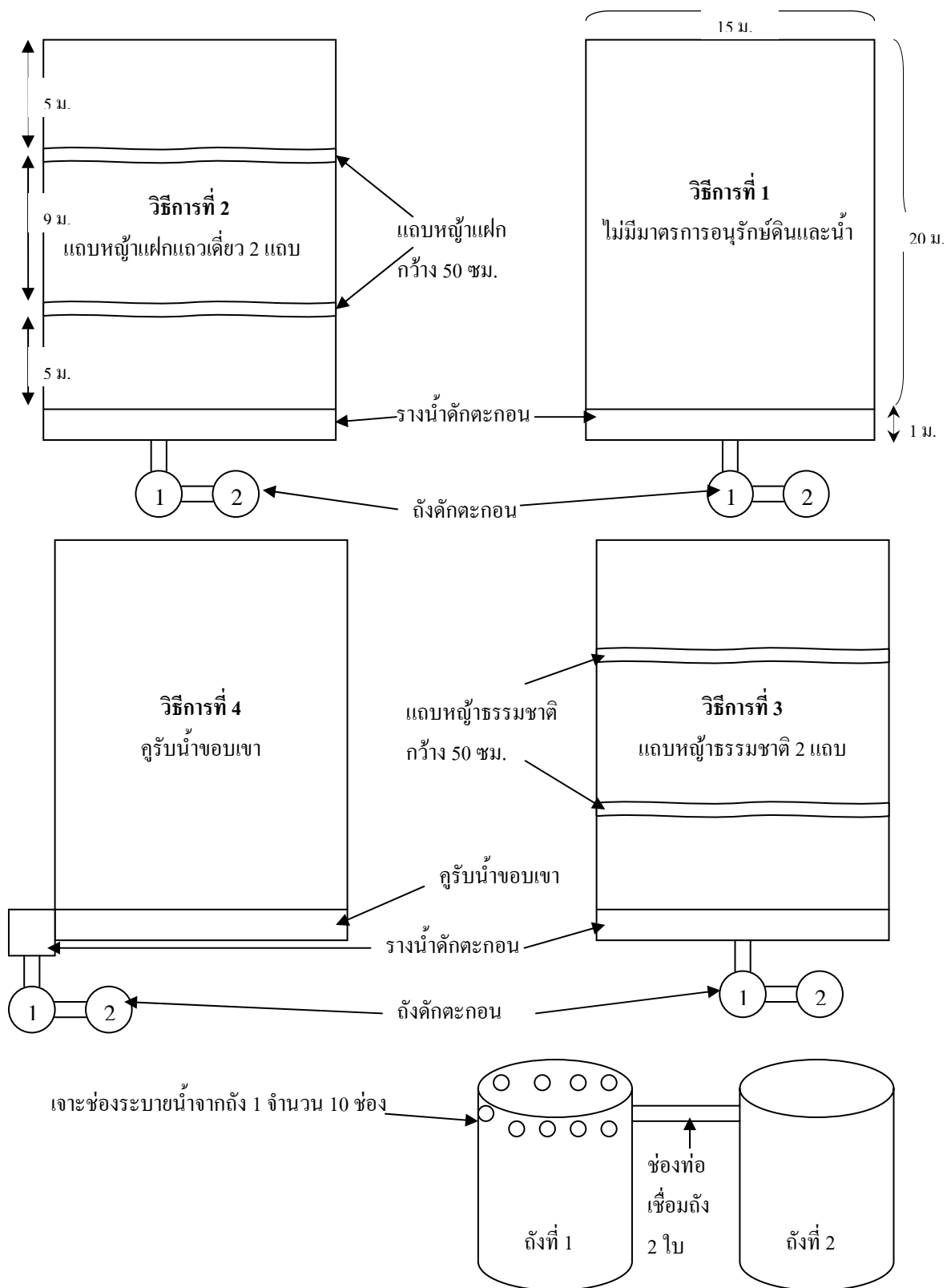
ครั้งที่ 2 ใช้สารป้องกันแมลง chlorpyrifos 20 มิลลิเมตร และสารป้องกันโรคพืช 2 ชนิด คือ abamactin 20 มิลลิเมตร และ mancozeb 50 มิลลิเมตร เสริมด้วยสารจับใบ 10 มิลลิเมตร ผสมน้ำ 18 ลิตร ใช้ปริมาณสารผสมเท่ากับครั้งที่ 1

ครั้งที่ 3 และ 4 ใช้สารป้องกันแมลง cypermethrin 10 มิลลิเมตร ผสมกับสารป้องกันโรคพืช mancozeb 50 กรัม ต่อน้ำ 18 ลิตร ใช้ปริมาณสารผสมเท่ากับครั้งที่ 1

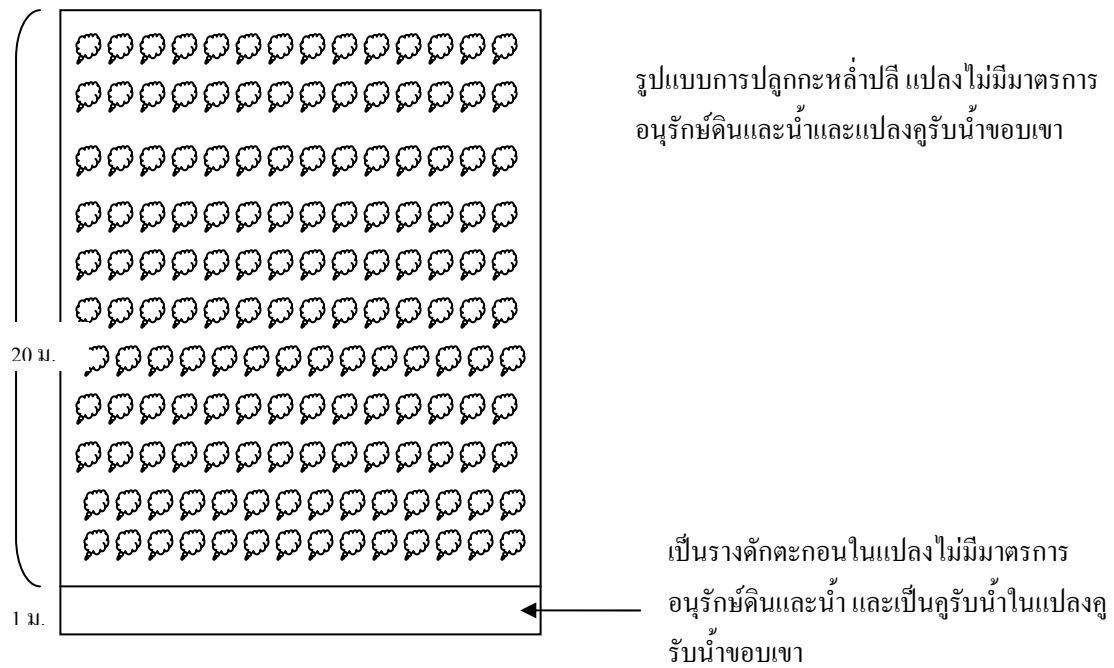
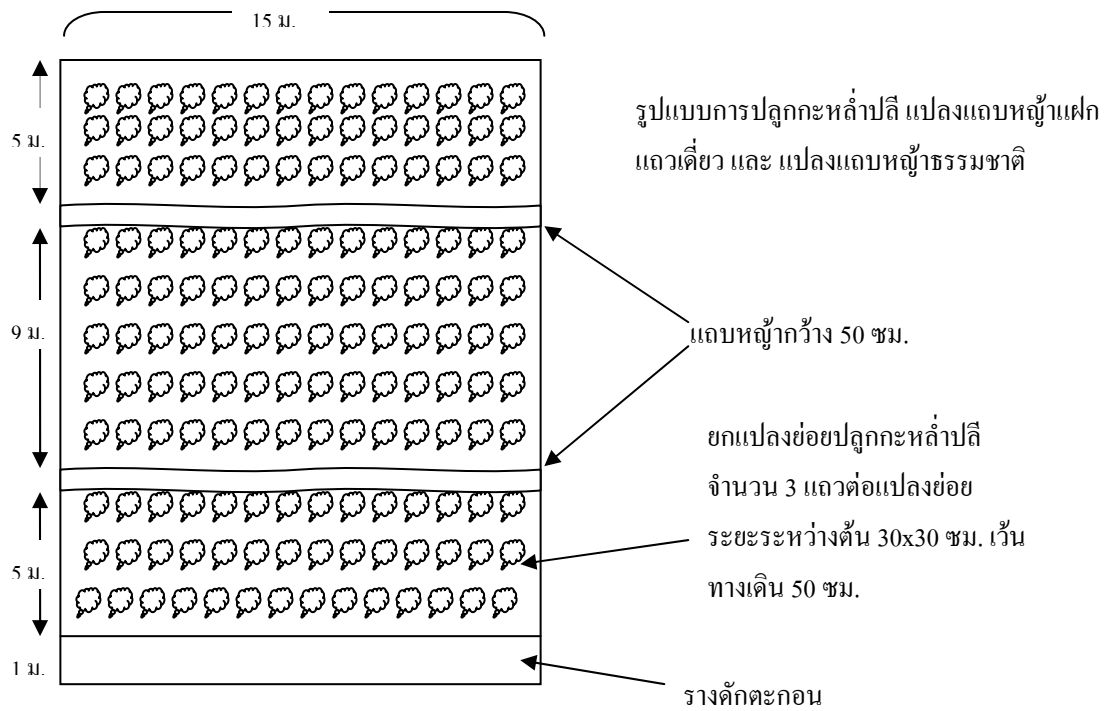
ครั้งที่ 5 ใช้สารป้องกันโรคและแมลงชนิดเดียวกับครั้งที่ 2 อัตราผสมสาร chlorpyrifos 38 มิลลิเมตร, abamactin 38 มิลลิเมตร, mancozeb 45 กรัม และสารจับใบ 38 มิลลิเมตร ผสมน้ำ 25 ลิตร ต่อแปลงทดลอง ใช้ปริมาณสารผสม 25 ลิตรต่อแปลงทดลอง

ครั้งสุดท้ายฉีดพ่นเฉพาะสารป้องกันแมลง 2 ชนิด คือ chlorpyrifos 20 มิลลิเมตร และ cypermethrin 10 มิลลิเมตร ผสมน้ำ 18 ลิตร ใช้ปริมาณสารผสม 18 ลิตรต่อแปลงทดลอง

หลังการฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งแรก 3 วัน ทำการใส่ปุ๋ยยูเรียแปลงทดลองละ 25 กิโลกรัม และเมื่อย้ายกล้าปลูกได้ 40 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 แปลงทดลองละ 25 กิโลกรัม ได้ทำ ความสะอาดแปลง คายหญ้าโดยมีดและเคียวครั้งเดียวพร้อมกับการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2



ภาพที่ 1 รูปแบบแนวราบการวางแปลงทดลองมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่าง ๆ และลักษณะของถังดักตะกอน บริเวณที่ว่างระหว่างแถบหญ้ากับรางดักตะกอนใช้ในการปลูกกะหล่ำปลี ณ สถานีวิจัยพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 2 รูปแบบการปลูกกะหล่ำปลีในแปลงทดลอง สถานีวิจัยพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

4. การเก็บบันทึกข้อมูล

4.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดิน 2 ระดับ ช่วงระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร และ 10 – 30 เซนติเมตร จากผิวดิน สุ่มเก็บแปลงละ 5 จุด แล้วรวมตัวอย่างแบบ composite และแบ่งช่วงเวลาเก็บตัวอย่างดินเป็น 2 ช่วง คือ 1) ก่อนการเพาะปลูก เก็บตัวอย่างดินก่อนที่จะมีการฉีดพ่นสารพาราควัท เพื่อกำจัดวัชพืชในฤดูเพาะปลูกนั้น ๆ

2) หลังการเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บผลผลิตออกจากแปลงทดลองแล้ว

4.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอนดิน

เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินทุกวันหลังมีพายุฝนที่เกิดน้ำและตะกอนดินไหลบ่าลงบ่อดักตะกอน ตรวจวัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนดินในถังรองรับโดยวัดความสูงของน้ำในถัง 3 ด้าน กวนน้ำในถังให้ตะกอนดินฟุ้งกระจาย ส่วนที่หนึ่งเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนจำนวน 1 ลิตร ทิ้งให้ตกตะกอนและนำตัวอย่างตะกอนดินเปียกไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อหาน้ำหนักแห้งแล้วเทียบเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่ ส่วนที่สองทิ้งให้ตกตะกอนแยกน้ำและตะกอนดินเปียกจากกัน รวมน้ำให้ได้ปริมาตร 2.5 ลิตร ใส่ขวดสีชา ปิดฝาให้แน่น รวมตะกอนเปียกให้ได้ประมาณครึ่งกิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้แน่น เก็บรักษาตัวอย่างทั้งหมดในที่เย็นและที่บดแสง

4.3 การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์สารเคมีตกค้าง สุ่มเก็บให้ทั่วแปลง ประมาณ 4-5 หัว โดยเก็บเกี่ยวหลังฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงในครั้งสุดท้าย 7 วัน ใส่ถุงพลาสติกที่บดแสงและแช่เย็น

ตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอนดินและพืชในส่วนของ การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชดำเนินการโดยสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน และการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างดำเนินการโดยฝ่ายวัตถุมีพิษทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มต้น 1 ตุลาคม พ.ศ. 2545 และสิ้นสุด 30 กันยายน พ.ศ. 2547

สถานที่ดำเนินการวิจัย

สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง หมู่บ้านบวกจัน ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

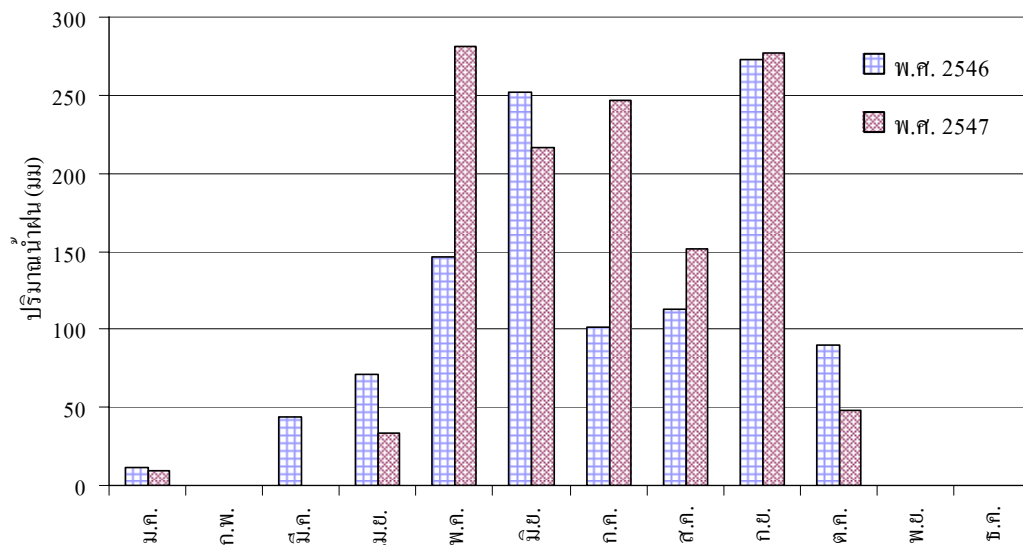
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำฝนและการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน

ปริมาณน้ำฝนและการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินในฤดูเพาะปลูกกะหล่ำปลีของปีที่ทำการศึกษาทดลอง คือ พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 มีดังนี้

ปี พ.ศ. 2546 เริ่มเข้าช่วงฤดูฝนในเดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคม รวมระยะเวลาประมาณ 6 เดือน มีปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,101.8 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตกทั้งหมด 137 วัน มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในเดือนมิถุนายน ช่วงที่สองในเดือนกันยายน และเกิดระยะฝนทิ้งช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม โดยเกษตรกรจะเริ่มทำการเพาะปลูกตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม เพื่อให้ดินมีความชื้นเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชและมีน้ำเพียงพอในการเพาะปลูก ซึ่งปริมาณน้ำฝนในช่วงเพาะปลูกกะหล่ำปลีนี้มีจำนวนวันฝนตกทั้งหมด 83 วัน และเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 10 วัน โดยเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงต้นของการเพาะปลูกมีจำนวนวันฝนตก 15 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 101.9 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 5 วัน เดือนสิงหาคมมีจำนวนวันฝนตก 21 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 112.5 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินเลย เดือนกันยายนมีจำนวนวันฝนตกมากที่สุด 21 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 273.3 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 4 วัน ส่วนในเดือนตุลาคมมีจำนวนวันฝนตก 10 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 90.2 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 1 วัน (ภาพที่ 1 ตารางที่ 1 และตารางผนวก 1)

ปี พ.ศ. 2547 มีปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,265.3 มิลลิเมตรจำนวนวันฝนตกทั้งหมด 123 วัน มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในเดือนพฤษภาคม ช่วงที่สองในเดือนกันยายน และเกิดระยะฝนทิ้งช่วงในเดือนสิงหาคม โดยเกษตรกรจะเริ่มทำการเพาะปลูกตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม ซึ่งมีจำนวนวันฝนตกทั้งหมด 97 วัน โดยเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูเพาะปลูกมีจำนวนวันฝนตก 23 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 216.4 มิลลิเมตร และเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 3 วัน เดือนกรกฎาคมมีจำนวนวันฝนตก 25 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 246.6 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 1 วัน เดือนสิงหาคมมีจำนวนวันฝนตก 22 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 151.9 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 4 วัน ในเดือนกันยายนมีจำนวนวันฝนตก 22 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 277.3 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน 8 วัน ส่วนเดือนตุลาคมมีจำนวนวันฝนตก 5 วัน ปริมาณน้ำฝนวัดได้ 48.3 มิลลิเมตร และเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินจากทุกแปลงทดลอง 2 วัน (ภาพที่ 3 ตารางที่ 3 และตารางผนวก 2)



ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนใน พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547

2. ปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าในปี พ.ศ. 2546 ของแต่ละพายุฝน (storm) ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูการเพาะปลูก ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2546 ถึงสิ้นสุดฤดูการเพาะปลูก 20 ตุลาคม 2546 แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า แปลงที่มีปริมาณน้ำไหลบ่ารวมตลอดฤดูการเพาะปลูกมากที่สุด คือ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว เท่ากับ 162.91 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ แปลงไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าเท่ากับ 112.80 61.18 และ 20.12 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลงโดยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยวกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณน้ำไหลบ่าระหว่างแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ปี พ.ศ. 2546

ครั้งที่ฝนตก	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำไหลบ่า (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)			
		CT	VG	NG	HD
1	2/7/2546	0.68	1.18	0.79	0.17
2	3/7/2546	0.42	0.42	0.39	0.50
3	4/7/2546	43.98	41.73	38.91	9.02
4	9/7/2546	2.31	4.51	2.25	2.59
5	28/7/2546	6.76	16.92	4.40	1.97
6	5/9/2546	4.51	30.09	0.68	1.52
7	13/9/2546	21.43	31.58	1.92	1.80
8	14/9/2546	1.69	2.65	0.00	0.00
9	20/9/2546	22.55	26.50	4.51	1.69
10	14/10/2546	8.46	7.33	7.33	0.84
	รวม	112.80	162.91	61.18	20.12
	เฉลี่ย	11.28	16.29	6.12	2.01

หมายเหตุ : 0.00 หมายถึง ต่ำกว่า 0.005 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน จาก 4 แปลงทดลอง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงตุลาคม พ.ศ. 2546

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	11.28	16.29	6.12	2.01
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	5.01	ns	df = 36	
CT-NG	5.16	ns	t 0.025 =	2.029
CT-HD	9.27	ns	lsd 0.025 =	12.126
VG-NG	10.17	ns		
VG-HD	14.28	*		
NG-HD	4.11	ns		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05, ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

และผลการศึกษาระดับปริมาณน้ำไหลบ่าในปี พ.ศ. 2547 ของแต่ละพายุฝน (storm) ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูการเพาะปลูก ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2547 ถึงสิ้นฤดูการเพาะปลูก 20 ตุลาคม 2547 แสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่า แปลงที่มีปริมาณน้ำไหลบ่ารวมตลอดฤดูการเพาะปลูกมากที่สุด คือ แปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เท่ากับ 42.33 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าเท่ากับ 31.22 15.21 และ 5.00 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลง โดยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเทียบกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนปริมาณน้ำไหลบ่าในแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4 และจากตารางที่ 1 และ 3 จะเห็นว่าปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจากทุกแปลงทดลองในปี พ.ศ. 2546 มีปริมาณสูงกว่าปี พ.ศ. 2547 แต่จำนวนการเกิดในปี พ.ศ. 2546 มีน้อยกว่า เนื่องจากในปีแรก (พ.ศ. 2546) ของการทดลอง มีการปรับปรุงคันดินรอบแปลงและวางแนวสังกะสีท้ายแปลงต่อลงรางคักตะกอน ประกอบกับแรงกระทำของฝน จึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนดินสูงกว่าในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งโครงสร้างดินค่อนข้างคงตัวแล้ว

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ปี พ.ศ. 2547

ครั้งที่ฝนตก	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำไหลบ่า (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)			
		CT	VG	NG	HD
1	11/6/2547	10.15	9.59	4.51	1.75
2	12/6/2547	2.79	2.64	2.31	0.28
3	15/6/2547	0.73	0.85	0.70	0.25
4	26/7/2547	0.56	0.51	0.11	0.11
5	11/8/2547	1.13	0.73	0.00	0.00
6	12/8/2547	0.14	0.06	0.00	0.00
7	20/8/2547	4.40	4.34	0.73	0.56
8	24/8/2547	4.51	4.46	4.45	0.56
9	9/9/2547	4.43	1.58	0.28	0.06
10	11/9/2547	0.17	0.20	0.99	0.06
11	13/9/2547	3.33	1.80	0.06	0.00
12	14/9/2547	1.01	0.56	0.06	0.00
13	15/9/2547	0.23	0.28	0.06	0.00
14	16/9/2547	0.06	0.11	0.06	0.17

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ครั้งที่ฝนตก	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำไหลบ่า (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)			
		CT	VG	NG	HD
15	21/9/2547	0.11	0.06	0.17	0.11
16	22/9/2547	1.86	1.07	0.34	0.17
17	3/10/2547	2.21	0.41	0.10	0.06
18	12/10/2547	4.51	1.97	0.28	0.85
	รวม	42.33	31.22	15.21	5.00
	เฉลี่ย	2.35	1.74	0.85	0.28

หมายเหตุ: 0.00 หมายถึง ต่ำกว่า 0.005 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน จาก 4 แปลงทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงตุลาคม พ.ศ. 2547

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	2.35	1.74	0.85	0.28
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.62	ns	df = 68	
CT-NG	1.51	ns	t 0.025 =	1.997
CT-HD	2.07	*	lsd 0.025 =	1.809
VG-NG	0.89	ns		
VG-HD	1.46	ns		
NG-HD	0.57	ns		

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05, ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

3. ปริมาณตะกอนดินจากแปลงทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาสู่ถังดักตะกอนในแต่ละครั้ง (storm) ที่มีฝนตกและเกิดน้ำไหลป่า ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2546 สรุปไว้ดังตารางที่ 5 ซึ่งพบว่า แปลงที่มีปริมาณตะกอนดินสูงกว่าแปลงทดลองอื่น ๆ คือแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 601.05 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าเท่ากับ 324.67 306.40 และ 109.18 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยที่ปริมาณตะกอนดินในช่วงต้นฤดูการเพาะปลูกมีมากกว่าช่วงใกล้เก็บผลผลิต เนื่องจากช่วงต้นมีการไถพรวนดินและกำจัดวัชพืช เมื่อดินเกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ ง่ายต่อการกัดกร่อนและพัดพาโดยเม็ดฝนที่ตกกระทบและน้ำไหลป่าหน้าดินและมีตะกอนดินเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีการกำจัดวัชพืช ไถพรวนและให้ปุ๋ยทางดินในระหว่างฤดูการเพาะปลูก และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลง โดยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาปี พ.ศ. 2546

ครั้งที่ฝนตก	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณตะกอนดิน (กิโลกรัม/ไร่)			
		CT	VG	NG	HD
1	4/7/2546	468.82	198.62	253.20	95.58
2	9/7/2546	37.38	35.15	13.60	13.60
3	28/7/2546	54.05	63.70	39.60	0.02
4	5/9/2546	13.60	13.60	0.02	0.02
5	13/9/2546	13.60	13.60	0.02	0.02
6	14/9/2546	0.04	0.02	0.00	0.00
7	20/9/2546	13.60	0.04	0.03	0.02
8	14/10/2546	0.04	0.03	0.02	0.01
	รวม	601.13	324.76	306.49	109.27
	เฉลี่ย	75.14	40.60	38.31	13.66

หมายเหตุ: 0.00 หมายถึง ต่ำกว่า 0.005 กิโลกรัมต่อไร่ (ไม่สามารถรวบรวมตัวอย่างได้)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึง ตุลาคม พ.ศ. 2546

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	40.60	75.14	38.31	13.66
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	34.55	ns	df = 20	
CT-NG	36.83	ns	t 0.025 =	2.045
CT-HD	61.48	ns	lsd 0.025 =	114.216
VG-NG	2.28	ns		
VG-HD	26.94	ns		
NG-HD	24.65	ns		

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

และจากผลการศึกษาปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาสู่ถังดักตะกอนในแต่ละครั้ง (storm) ที่มีฝนตกและเกิดน้ำไหลป่า ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2547 สรุปไว้ดังตารางที่ 7 ซึ่งพบว่า แปลงที่มีปริมาณตะกอนดินสูงกว่าแปลงทดลองอื่น ๆ คือแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 70.58 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าเท่ากับ 53.83 6.61 และ 2.66 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลงโดยวิธีผลต่างน้อยสำคัญน้อยที่สุด (least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณตะกอนดินของทุกแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ยกเว้นปริมาณตะกอนดินของแปลงแถบหญ้าธรรมชาติกับแปลงคูรับน้ำขอบเขาไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ 8 กล่าวได้ว่าแปลงคูรับน้ำขอบเขาและแปลงแถบหญ้าธรรมชาติสามารถลดปริมาณตะกอนดินได้ดีกว่าแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว เมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนดินทั้ง 2 ปี จะเห็นว่าปริมาณตะกอนดินของแต่ละแปลงทดลองในปี พ.ศ. 2546 จะมีปริมาณสูงกว่าปี พ.ศ. 2547 อย่างมาก แต่จำนวนการเกิดในปี พ.ศ. 2546 มีน้อยกว่า ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณน้ำไหลป่า เนื่องจากในปีแรกคูรับน้ำสภาพโครงสร้างดินยังไม่คงตัวทำให้ปริมาณตะกอนดินสูงกว่าปีที่ 2 ส่วนแปลงแถบหญ้าธรรมชาติในปีแรกมีการปรับตัวเจริญเติบโตเป็นแนวกักตะกอนดินได้ดีจึงมีปริมาณตะกอนดินไม่สูงนัก ขณะที่ในปีแรกแปลงแถบหญ้าแฝกแถวยังมีช่องว่างระหว่างกออยู่บ้างจึงทำให้มีปริมาณน้ำไหลป่าหน้าดินสูงกว่าแปลงทดลองอื่น ๆ แต่ก็สามารถลดปริมาณตะกอนได้ดีกว่าแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งถ้าจะให้ผลของการใช้หญ้าแฝกให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องใช้เวลาเพื่อให้หญ้าแฝกปรับตัว

และขยายตัวเป็นแนวชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดินและก้นตะกอนดิน ดังผลในปีที่ 2 ซึ่งแปลงแถบหญ้าแฝก มีแนวโน้มในการลดทั้งปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนดินได้ดีขึ้น

ตารางที่ 7 ปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาปี พ.ศ. 2547

ครั้งที่ฝนตก	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณตะกอนดิน (กิโลกรัม/ไร่)			
		CT	VG	NG	HD
1	11/6/2547	1.19	4.48	3.18	1.17
2	12/6/2547	0.03	0.02	0.02	0.01
3	15/6/2547	0.06	0.02	0.08	0.01
4	26/7/2547	0.29	0.12	0.01	0.01
5	11/8/2547	20.35	8.44	0.00	0.00
6	12/8/2547	0.02	0.02	0.00	0.00
7	20/8/2547	2.43	12.74	0.52	0.02
8	24/8/2547	1.03	1.18	0.78	0.02
9	9/9/2547	28.62	21.68	0.82	0.02
10	11/9/2547	0.24	0.2	0.27	0.02
11	13/9/2547	3.22	1.21	0.02	0.00
12	14/9/2547	0.80	1.01	0.02	0.00
13	15/9/2547	0.04	0.03	0.02	0.00
14	16/9/2547	0.04	0.03	0.02	0.01
15	21/9/2547	0.03	0.01	0.05	0.04
16	22/9/2547	1.70	0.91	0.22	0.25
17	3/10/2547	1.81	0.37	0.15	0.03
18	12/10/2547	8.80	1.46	0.55	1.15
	รวม	70.70	53.93	6.73	2.76
	เฉลี่ย	3.93	3.00	0.37	0.15

หมายเหตุ: 0.00 หมายถึง ต่ำกว่า 0.005 กิโลกรัมต่อไร่ (ไม่สามารถรวบรวมตัวอย่างได้)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึง ตุลาคม พ.ศ. 2547

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	3.93	3.00	.037	0.15
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.93	ns	df = 52	
CT-NG	3.55	*	t 0.025 =	2.008
CT-HD	3.77	*	lsd 0.025 =	1.096
VG-NG	2.62	*		
VG-HD	2.84	*		
NG-HD	0.22	ns		

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05, ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

4. ผลการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช

4.1 สารกำจัดศัตรูพืชในดิน

ในการทดลองได้ควบคุมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณเท่ากัน วิธีการเหมือนกัน และลักษณะดินเหมือนกันทุกแปลงทดลอง ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกและหลังการเก็บเกี่ยว ที่ระดับชั้นไถพรวน (0-30 เซนติเมตร) พบว่าในตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกมีปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus อยู่ในทุกแปลงทดลอง ซึ่งเป็นผลมาจากสารชนิดอื่นในกลุ่ม organophosphorus ที่เกษตรกรเจ้าของพื้นที่มีการใช้และเกิดการตกค้างอยู่ก่อนแล้วในปีก่อนหน้านี้โดยที่ไม่มีประวัติการใช้สารเคมีในพื้นที่นี้มาก่อนทำให้ไม่สามารถจำแนกชนิดของสารโดยแน่ชัด ส่วนในตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวของปี พ.ศ. 2546 ซึ่งเก็บตัวอย่างดินหลังการฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงครั้งสุดท้าย 43 วัน และตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกของปี พ.ศ. 2547 ตรวจไม่พบสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในทุกแปลงทดลอง เนื่องจากผลตกค้างของสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในปีก่อนหน้านี้ได้สลายตัวหมดลงประกอบกับสารป้องกันและกำจัดแมลงที่เลือกใช้ในฤดูเพาะปลูกกะหล่ำปลีปี พ.ศ. 2546 มีครึ่งชีวิต (half life) ค่อนข้างสั้น 60-105 วัน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลม แสงแดด อุณหภูมิ ฝน ที่ทำให้สารป้องกันและกำจัดแมลงเหล่านี้สลายตัวได้เร็ว และในตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวของปี พ.ศ. 2547 มีการตรวจพบสาร

ป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus เพียงที่ระดับผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) เท่านั้น ทั้งนี้สาร
สารป้องกันและกำจัดแมลงที่ใช้ในปี พ.ศ. 2547 มีครึ่งชีวิต 60-120 วัน และเก็บตัวอย่างดินเร็วกว่าปีแรก
คือหลังการฉีดพ่นสารสารป้องกันและกำจัดแมลงครั้งสุดท้าย 31 วัน จึงตรวจพบสารสารป้องกันและ
กำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus นี้เพียงเล็กน้อย ดังตารางที่ 9

ขณะที่ดินชั้นไถพรวน (0-30 เซนติเมตร) ของทุกแปลงทดลอง ตรวจพบสารกำจัดวัชพืช
paraquat ตกค้างในตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกของปี พ.ศ. 2546 สูงที่สุด เป็นผลมาจากการฉีดพ่นสาร
กำจัดวัชพืชของเกษตรกรมาก่อนหน้านี้และไม่สามารถตรวจเช็คประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชนี้ว่ามี
การใช้ปริมาณเท่าใดและบ่อยแค่ไหน หลังจากนั้นฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat เพียงครั้งเดียวเพื่อ
เตรียมแปลงเพาะปลูก แล้วรอเวลาเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวของปี พ.ศ. 2546 และตรวจพบว่า
สารกำจัดวัชพืช paraquat ลดลงจากตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกเล็กน้อย เมื่อเข้าสู่ฤดูเพาะปลูกกะหล่ำปลีปี
พ.ศ. 2547 ได้เก็บตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกตรวจพบสารกำจัดวัชพืช paraquat มีปริมาณลดลงจาก
ตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวของปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ แล้วฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช
paraquat เพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูกในปี พ.ศ. 2547 และรอเวลาเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวของปี
พ.ศ. 2547 มีการตรวจพบสารกำจัดวัชพืช paraquat ลดลงจากตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกประมาณ 32
เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืช paraquat สูงกว่าสาร
ป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus เนื่องจากสารกำจัดวัชพืช paraquat มีสมบัติเป็นประจุ
บวกสามารถจับยึดกับอนุภาคดินและอินทรีย์วัตถุซึ่งมีประจุเป็นลบได้ดี และมีการเคลื่อนย้ายในดินได้
อย่างจำกัด (ทศพล, 2545; PANAP, 2003; Spark, 2002)

และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชจาก 4 แปลงทดลอง ในดินที่ระดับ
ความลึก 0-10 และ 10-30 เซนติเมตร ของทั้ง 2 ปี (พ.ศ. 2546 และ 2547) พบว่าทั้งสารป้องกันและกำจัด
แมลงกลุ่ม organophosphorus และสารกำจัดวัชพืช paraquat ในดินก่อนการเพาะปลูกและหลังการเก็บ
เกี่ยวของทั้ง 2 ปี มีปริมาณสารตกค้างที่ผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) สูงกว่าชั้นดินที่ลึกลงไป ทั้งนี้สาร
ป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus และสารกำจัดวัชพืช paraquat มีการละลายได้น้อยและ
เคลื่อนย้ายในดินได้อย่างจำกัด

ตารางที่ 9 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus ที่ตรวจพบในตัวอย่างดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 (หน่วย : ppm)

แปลง	ความลึก (ซม.)	พ.ศ. 2546		พ.ศ. 2547	
		ก่อนเพาะปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนเพาะปลูก	หลังเก็บเกี่ยว
CT	0-10	0.022	ND	ND	0.114
	10-30	0.021	ND	ND	ND
VG	0-10	0.030	ND	ND	0.222
	10-30	0.030	ND	ND	ND
NG	0-10	0.240	ND	ND	0.037
	10-30	0.130	ND	ND	ND
HD	0-10	0.272	ND	ND	0.002
	10-30	0.150	ND	ND	ND

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

ตารางที่ 10 ปริมาณสาร paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 (หน่วย : ppm)

แปลง	ความลึก (ซม.)	พ.ศ. 2546		พ.ศ. 2547	
		ก่อนเพาะปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนเพาะปลูก	หลังเก็บเกี่ยว
CT	0-10	11.00	9.11	5.42	3.94
	10-30	10.51	7.40	3.44	2.74
VG	0-10	8.62	7.90	5.89	4.59
	10-30	8.60	7.50	5.69	1.98
NG	0-10	8.50	7.90	6.46	3.80
	10-30	7.54	7.30	4.53	2.12
HD	0-10	8.10	7.20	6.65	5.03
	10-30	7.80	5.70	4.22	3.97

หมายเหตุ : The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

4.2 สารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ

จากการศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 จากตัวอย่างน้ำไหลบ่าหน้าดินทั้ง 2 ปี พบว่า ตรวจไม่พบสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus และสารกำจัดวัชพืช paraquat เลยในตัวอย่างน้ำจากทุกแปลงทดลอง แสดงในตารางที่ 11 และ 12 แสดงว่าสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus และสารกำจัดวัชพืช paraquat ส่วนใหญ่จะติดมากับตะกอนดินมากกว่าที่จะละลายปนเปื้อนมาที่น้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งสาร chlopyrifos หนึ่งในสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus มีอัตราการละลายน้ำเพียง 2 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (กรมวิชาการเกษตร, 2538) สอดคล้องกับรายงานของนิพนธ์ (2545) ที่ว่าสารกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ละลายน้ำส่วนใหญ่แต่จะดูดซับไว้ที่ผิวของตะกอนดินและสารแขวนลอยในน้ำ และในที่สุดก็จะตกลงสู่ท้องน้ำเมื่อเข้าสู่แหล่งน้ำ เช่นเดียวกับพฤติกรรมของสารพาราควัทในสิ่งแวดล้อม ตามรายงานของทศพล (2545) และรังสิต (2547) ระบุว่าสารพาราควัทเป็นประจุบวก ส่วนอนุภาคดินหรือตะกอนดินและอินทรีย์วัตถุเป็นประจุลบ จะมีการยึดตัวกันอย่างเหนียวแน่น โดยเกิดพันธะระหว่างประจุทั้ง 2 จึงไม่เกิดการเคลื่อนย้ายหรือถูกชะล้างไปจากดิน

ตารางที่ 11 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus และ paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำไหลบ่าหน้าดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2546

ครั้งที่	วันเดือนปี	organophosphorus (ppm)				paraquat (ppm)			
		CT	VG	NG	HD	CT	VG	NG	HD
1	4/7/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	9/7/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	28/7/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	5/9/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	13/9/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	14/9/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	20/9/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	14/10/2546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

ตารางที่ 12 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus และ paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำไหลบ่าหน้าดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2547

ครั้งที่ ฝนตก	วันเดือนปี แปลง	organophosphorus (ppm)				paraquat (ppm)			
		CT	VG	NG	HD	CT	VG	NG	HD
1	26/7/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	11/8/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	20/8/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	24/8/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	9/9/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	10/9/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	13/9/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	14/9/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	22/9/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	3/10/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	12/10/2547	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

4.3 สารกำจัดศัตรูพืชในตะกอนดิน

จากการศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในตะกอนดินของทั้ง 4 แปลงทดลอง ในฤดูกาลปี พ.ศ. 2546 พบว่า ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม organophosphorus ในแปลง ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าสูงกว่าแปลงอื่น และมีค่าสูงในช่วงต้นฤดูกาลเพาะปลูก จากตารางที่ 13 จะเห็นว่า ทั้ง 4 แปลงทดลอง ช่วงต้นการเพาะปลูกและในช่วงปลายของการเพาะปลูกก็ตรวจไม่พบสารในกลุ่ม organophosphorus และสารกำจัดวัชพืช paraquat ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับสารในกลุ่ม organophosphorus และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลงโดยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 14 ส่วนสารกำจัดวัชพืช paraquat พบว่า ปริมาณสารกำจัดวัชพืชในตะกอนดินจากทั้ง 4 แปลงทดลอง ให้ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยวที่ไม่มีมีความแตกต่างกันในทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยวมีการตกค้างของสาร paraquat สูงกว่าแปลงแถบหญ้าธรรมชาติและแปลงคูรับน้ำขอบเขา ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 13 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus และ paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างตะกอนดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี 2546

ครั้งที่	วันเดือนปี	organophosphorus (ppm)				paraquat (ppm)			
		CT	VG	NG	HD	CT	VG	NG	HD
1	4/7/2546	0.055	0.052	0.050	0.047	7.010	6.900	6.460	5.500
2	9/7/2546	0.046	0.042	0.038	0.036	7.020	7.000	6.012	5.700
3	28/7/2546	0.037	0.035	0.033	0.031	7.140	7.040	6.340	5.730
4	5/9/2546	0.030	0.026	0.028	0.025	6.832	6.740	6.300	5.434
5	13/9/2546	0.023	0.020	0.022	0.018	6.700	6.600	6.200	5.240
6	14/9/2546	ND	ND	ND	ND	6.532	6.430	5.910	5.122
7	20/9/2546	ND	ND	ND	ND	6.430	6.250	5.800	5.100
8	14/10/2546	ND	ND	ND	ND	6.300	6.200	5.700	5.003

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ในปี พ.ศ. 2546

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	0.024	0.022	0.021	0.020
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.002	ns	df = 28	
CT-NG	0.003	ns	t 0.025 =	2.045
CT-HD	0.004	ns	lsd 0.025 =	0.021
VG-NG	0.001	ns		
VG-HD	0.002	ns		
NG-HD	0.002	ns		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณสารกำจัดวัชพืช paraquat ในตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ในปี พ.ศ. 2546

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	6.746	6.645	6.090	5.354
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.100	ns	df = 28	
CT-NG	0.655	*	t 0.025 =	2.045
CT-HD	1.392	*	lsd 0.025 =	0.305
VG-NG	0.555	*		
VG-HD	1.291	*		
NG-HD	0.737	*		

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05, ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

และผลการศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในตะกอนดินของทั้ง 4 แปลงทดลอง ในฤดูกาลเพาะปลูกปี พ.ศ. 2547 พบว่า ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม organophosphorus ในแปลง ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าสูงกว่าแปลงอื่น แต่ระหว่างฤดูกาลตรวจพบสารกลุ่ม organophosphorus ตกค้างมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับช่วงของการฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงชนิดนั้น ๆ แสดงในตารางที่ 16 และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละแปลง โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) พบว่า ปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดินระหว่างแปลงทุกแปลงทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 17 ส่วนสารกำจัดวัชพืช paraquat พบว่า ปริมาณสาร paraquat ในตะกอนดินระหว่างแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดียวกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา และแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงคูรับน้ำขอบเขา มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณสาร paraquat ในตะกอนดินจากแปลงทดลองอื่น ๆ ไม่มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ กล่าวคือแปลงคูรับน้ำขอบเขากับแปลงแถบหญ้าธรรมชาติมีปริมาณสาร paraquat ตกค้างน้อยกว่าแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดียวกับแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังตารางที่ 18 เนื่องจากในปีแรกแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดียวมีการปรับตัวและขยายตัวเป็นแถบยังไม่แน่นอนพอ มีช่องว่างระหว่างแถบอยู่บ้างทำให้มีปริมาณตะกอนดินสูงกว่าแปลงคูรับน้ำขอบเขาและแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ ซึ่งมีการคงตัวของโครงสร้างดินและแถบหญ้าธรรมชาติมีการปรับตัวเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ได้ดี

ตารางที่ 16 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus และ paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างตะกอนดินจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2547

ครั้งที่	วันเดือนปี	organophosphorus (ppm)				paraquat (ppm)			
		CT	VG	NG	HD	CT	VG	NG	HD
1	26/7/2547	ND	ND	ND	ND	3.960	3.002	4.015	3.487
2	11/8/2547	0.002	0.002	ND	ND	6.113	4.288	ND	ND
3	20/8/2547	0.001	ND	ND	ND	5.883	ND	ND	ND
4	24/8/2547	0.001	0.001	ND	ND	4.421	6.824	3.317	ND
5	9/9/2547	0.398	0.449	0.097	ND	5.204	4.930	3.511	ND
6	11/9/2547	0.312	0.094	0.104	ND	5.367	5.743	2.286	ND
7	13/9/2547	1.171	0.234	ND	ND	3.487	3.147	ND	ND
8	14/9/2547	0.814	0.168	ND	ND	4.821	5.670	ND	ND
9	22/9/2547	0.108	0.027	0.385	ND	4.748	5.258	3.960	4.348
10	3/10/2547	1.933	0.626	2.773	ND	5.609	3.548	3.426	ND
11	12/10/2547	1.277	0.999	0.100	ND	3.002	1.971	4.217	ND

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ในปี พ.ศ. 2547

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	0.547	0.236	0.315	0.000
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.311	ns	df =40	
CT-NG	0.232	ns	t 0.025 =	2.021
CT-HD	0.547	ns	lsd 0.025 =	0.631
VG-NG	0.078	ns		
VG-HD	0.236	ns		
NG-HD	0.315	ns		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงทดลองโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant difference, LSD) ของปริมาณสารกำจัดวัชพืช paraquat ในตะกอนดิน จาก 4 แปลงทดลอง ในปี พ.ศ. 2547

แปลง	CT	VG	NG	HD
ค่าเฉลี่ย	4.783	4.035	2.249	0.712
ระหว่างแปลง	ผลต่างค่าเฉลี่ย			
CT-VG	0.749	ns	df = 40	
CT-NG	2.535	ns	t 0.025 =	2.021
CT-HD	4.071	*	lsd 0.025 =	2.897
VG-NG	1.786	ns		
VG-HD	3.322	*		
NG-HD	1.536	ns		

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (no significant)

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05, ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

4.4 สารกำจัดศัตรูพืชในพืชผัก

จากการศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 พบว่า ปริมาณสารในกลุ่ม organophosphorus ในปี พ.ศ. 2546 มีสารตกค้างในแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ เพียงเล็กน้อย ส่วนในแปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และแปลงคูรับน้ำขอบเขา ตรวจไม่พบสารในกลุ่มนี้ตกค้างอยู่กับกะหล่ำปลีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต ในปี พ.ศ. 2547 ตรวจพบสารในกลุ่ม organophosphorus ปริมาณใกล้เคียงกันทุกแปลงทดลอง มีค่าสูงสุดจากแปลง แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และต่ำสุดจากแปลง คูรับน้ำขอบเขา อยู่ในช่วง 0.0266 ถึง 0.0392 ppm แสดงในตารางที่ 19 ทั้งนี้เกิดจากการฉีดพ่นสารในกลุ่ม organophosphorus ในปี พ.ศ. 2546 วันเก็บผลผลิตเว้นระยะห่างจากวันฉีดพ่นสาร organophosphorus นานกว่าในปี พ.ศ. 2547 และการสลายตัวของสารเหล่านี้ไม่เท่ากันในแต่ละแปลงทดลอง ส่วนสาร paraquat ตรวจไม่พบในทั้ง 2 ปี เนื่องจาก paraquat มีการฉีดพ่นเพียงครั้งเดียวเมื่อกำจัดวัชพืชก่อนการไถพรวนซึ่งสาร paraquat นี้ถูกดูดซับไว้กับอนุภาคดินได้ดี และกะหล่ำปลีไม่สามารถดูดซึมสารนี้ได้จึงตรวจไม่พบสาร paraquat จากผลผลิตทั้งหมด

การตรวจพบสารกลุ่ม organophosphorus ที่ตกค้างในกะหล่ำปลี เกิดจากว่าเก็บผลผลิตกะหล่ำปลีระยะห่างจากการฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงครั้งที่เร็วเกินกว่าการสลายตัวโดยธรรมชาติของสารนั้น

ตารางที่ 19 ปริมาณสารกลุ่ม organophosphorus และ paraquat ที่ตรวจพบในตัวอย่างกะหล่ำปลีเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตจาก 4 แปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547

แปลง	ปี พ.ศ. 2546 (ppm)		ปี พ.ศ. 2547 (ppm)	
	organophosphorus	paraquat	organophosphorus	paraquat
CT	ND	ND	0.028	ND
VG	0.005	ND	0.039	ND
NG	0.030	ND	0.029	ND
HD	ND	ND	0.027	ND

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบสาร (not detected)

The limit of determination (LOD) = 0.01 ppb (ppb = part per billion)

5. ปริมาณผลผลิต

ในปี พ.ศ. 2546 นี้ ได้ผลผลิตน้อยมาก เนื่องจากต้นกล้าเป็นโรคและแมลงกัดกินในช่วงเป็นต้นกล้ามาก และระหว่างการย้ายปลูกเป็นช่วงฝนทิ้งช่วงพอดี ทำให้ต้องปลูกซ่อมกล้ามากโดยได้ผลผลิตแต่ละแปลงดังนี้ แปลง แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว 186 กิโลกรัม แปลง ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 194 กิโลกรัม แปลง แถบหญ้าธรรมชาติ 204 กิโลกรัมและแปลง คูรับน้ำขอบเขา 240 กิโลกรัม

และในปี พ.ศ. 2547 เก็บเกี่ยวผลผลิตพร้อมกันทั้งหมด 4 แปลงทดลอง พบว่าแปลง แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และ ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ได้ผลผลิตน้อยกว่าแปลง แถบหญ้าธรรมชาติ และแปลง คูรับน้ำขอบเขา เนื่องจากแปลง แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว และ ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ย้ายกล้าปลูกก่อนมีอายุในแปลงมากกว่า 70 วัน ทำให้หัวกะหล่ำปลีเกิดการเน่า เนื่องจากเกษตรกรยังไม่พอใจราคาผลผลิตในขณะที่หัวกะหล่ำปลีแก่เต็มที่ (1.7-1.8 บาทต่อกิโลกรัม) จึงชะลอการตัดผลผลิตเมื่อตัดผลผลิตพร้อมกันได้ราคาผลผลิตกิโลกรัมละ 2-2.25 บาท รวมได้ผลผลิตแต่ละแปลงดังนี้ แปลง แถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว 271 กิโลกรัม แปลง ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 255 กิโลกรัม แปลง แถบหญ้าธรรมชาติ 327 กิโลกรัม และแปลง คูรับน้ำขอบเขา 298 กิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเปรียบเทียบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่าและปริมาณตะกอนดินจำพื้นที่การปลูกกะหล่ำปลี บริเวณสถานีวิจัยพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 2 ฤดูเพาะปลูกคือ ปี พ.ศ. 2546 เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม และปี พ.ศ. 2547 เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พอสรุปผลได้ดังนี้

1. ในการเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลบ่าจากแปลงทดลองทั้ง 4 มาตรการ ในปีแรก (พ.ศ. 2546) พบว่า แปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยวมีประสิทธิภาพต่ำสุด และในปีที่ 2 (พ.ศ. 2547) พบว่า แปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีประสิทธิภาพต่ำสุด แต่ทั้ง 2 ปี แปลงคูรับน้ำขอบเขามีประสิทธิภาพสูงสุด ในการลดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน เนื่องด้วยพื้นของคูรับน้ำมีหญ้าตามธรรมชาติปกคลุมและไม่มีการรบกวนพื้นดินในคูรับน้ำนั้นจึงช่วยลดแรงกระทำจากน้ำไหลบ่าหน้าดินและช่วยเพิ่มการซึมผ่านผิวดินได้ดี

2. ในการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินจากแปลงทดลองทั้ง 4 มาตรการ ในปี พ.ศ. 2546 พบว่า ทั้ง 4 มาตรการไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าแปลงคูรับน้ำขอบเขาจะสามารถลดปริมาณตะกอนดินได้ดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณตะกอนดินน้อยที่สุด แต่พบว่าในปีที่ 2 (พ.ศ. 2547) แปลงคูรับน้ำขอบเขาและแปลงแถบหญ้าธรรมชาติ มีประสิทธิภาพสูงพอกันในการลดการเกิดตะกอนดิน โดยที่แปลงที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด รองลงมาคือแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว เหตุที่แปลงแถบหญ้าธรรมชาติเกิดตะกอนดินน้อยพอ ๆ กับแปลงคูรับน้ำขอบเขาและดีกว่าแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดี่ยว เนื่องด้วยแนวหญ้าธรรมชาติที่ขึ้นมีรากตื้นและปกคลุมเป็นแนวกันชะลอการไหลบ่าของน้ำและตะกอนดินได้ดี ส่วนแนวแถบหญ้าแฝกถึงแม้จะมีระบบรากลึกแต่การเรียงตัวของกอในแนวแถบหญ้าแฝกยังไม่แน่นพอที่จะชะลอการไหลบ่าของน้ำและตะกอนดินได้ดีเท่าที่ควร

3. ผลการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืช ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่ม organophosphorus ในดินก่อนการเพาะปลูกของปีแรกจากทุกแปลงทดลอง แต่ตรวจไม่พบสารกลุ่ม organophosphorus ในดินหลังการเก็บเกี่ยวของปีแรกและก่อนการเพาะปลูกของปีที่ 2 เนื่องจากมีการสลายตัวหมดโดยกระบวนการต่าง ๆ แต่ตรวจพบสารกลุ่ม organophosphorus อีกบนชั้นผิวดิน (0-10 เซนติเมตร) ของดินหลังเก็บเกี่ยวของปีที่ 2 เนื่องจากระยะเวลาของการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายห่างจากการเก็บตัวอย่างดินสั้นกว่าปีแรก ส่วนปริมาณสาร paraquat สามารถตรวจพบได้ในดินทั้ง 4 แปลงทดลอง โดยจะพบปริมาณสาร paraquat สูงที่สุดในดินก่อนการเพาะปลูกของปีแรก และจะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ตามเวลา เนื่องจากเป็นผลตกค้างมาจากการใช้สาร paraquat ก่อนหน้านี้ ซึ่งเกษตรกรอาจใช้สารนี้หลายครั้งเพื่อ

ปลูกพืช 2-3 ครั้งในช่วงฤดูเพาะปลูก แต่ในช่วงการทดลองนี้มีการฉีดพ่นสาร paraquat เพื่อกำจัดวัชพืช และปลูกกะหล่ำปลีเพียงครั้งเดียวต่อฤดูเพาะปลูก และจากการพิจารณาการสะสมของสารกลุ่ม organophosphorus และสาร paraquat ในระดับชั้นดิน พบว่าสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 2 กลุ่ม มีการตกค้างสูง บริเวณผิวดินและมีปริมาณลดลงในชั้นดินที่ลึกลงไปในทุกแปลงทดลอง เป็นเพราะอนุภาคดินสามารถ ดูดซับสารเหล่านี้ได้อย่างดี โดยเฉพาะสาร paraquat ที่มีประจุเป็นบวก

4. จากการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในน้ำไหลบ่าหน้าดินในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารกลุ่ม organophosphorus และสาร paraquat ในน้ำไหลบ่าจากทั้ง 4 แปลงทดลอง เนื่องจากสารที่ใช้ในแปลงทดลองมีการละลายน้ำได้น้อย และเมื่อศึกษาการตกค้างใน ตะกอนดิน พบว่า ทั้ง 2 ปีที่ทดลองมีการตกค้างของสารกลุ่ม organophosphorus ในตะกอนดิน ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 4 แปลงทดลอง แสดงว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ทดลองนี้ไม่สัมพันธ์กับการ ลดสารปนเปื้อนกลุ่ม organophosphorus ซึ่งตัวการที่สำคัญที่ช่วยลดการปนเปื้อนและตกค้างของสาร กลุ่ม organophosphorus นี้ อยู่ที่ปริมาณ และช่วงเวลาในการฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ให้สัมพันธ์กับต้นกะหล่ำปลีโดยตรงลดสัดส่วนที่สารจะสัมพันธ์กับผิวดิน และหลังฉีด พ่นสารไม่มีฝนตกในทันที ส่วนสาร paraquat ในตะกอนดินพบว่า แปลงคูรับน้ำขอบเขามิ ประสิทธิภาพสูงสุดในการลดการปนเปื้อน รองลงมาคือ แปลงแถบหญ้าธรรมชาติ ส่วนแปลงที่ไม่มี มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และแปลงแถบหญ้าแฝกแถวเดียวมีประสิทธิภาพต่ำในการลดการปนเปื้อน โดย ตรวจพบสาร paraquat ปนเปื้อนในปริมาณที่ไม่ต่างกัน เนื่องจากสาร paraquat สามารถยึดเกาะมา กับตะกอนดินได้ดี เมื่อมีปริมาณตะกอนดินมากก็มีโอกาสในการตรวจพบสาร paraquat ได้สูง

5. การศึกษาสารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus พบว่ามีการตกค้างใน กะหล่ำปลีแต่ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 4 แปลงทดลอง และพบเป็นปริมาณน้อยเนื่องจากสารกลุ่ม organophosphorus ที่ฉีดพ่นให้กะหล่ำปลีโดยตรง ส่วนหนึ่งที่ถูกฤทธิ์ป้องกันและกำจัดแมลงจะติดอยู่ กับใบกะหล่ำปลี และบางส่วนสลายตัวไปจากผิวใบ จากการระเหย การสลายตัวโดยแสง การดูดซึมของ พืช การชะล้างโดยน้ำฝนที่ปนเปื้อนไปกับตะกอนดินพัดพา ส่วนสาร paraquat ตรวจไม่พบได้ในทั้ง 2 ปี เพราะสาร paraquat ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชก่อนการไถพรวน และกะหล่ำปลีไม่มีการดูดซึมสารชนิดนี้ได้ แต่สาร paraquat นี้จะดูดซับอยู่กับอนุภาคดินได้ดี ดังนั้นจึงตรวจพบสาร paraquat ได้จากตะกอนดินและ ดินในทุกแปลงทดลอง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการผสมผสานหลายสาขาเข้าด้วยกัน อาทิ สาขาปฐพีวิทยา อุตก วิทยา อุดมคติวิทยา เคมีเกษตร รวมถึงวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาถึงผลของมาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำเพียงรูปแบบเดียว ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการลดเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน การเกิด

ตะกอนดิน และการปนเปื้อนสารป้องกันและกำจัดศัตรูหรือมลพิษจากตะกอนดินและธาตุอาหารพืช ได้มากนัก ประกอบกับการศึกษาครั้งนี้ใช้ระยะเวลาสั้น การที่ให้คำตอบแน่ชัดว่ามาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำแบบใดจะมีประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมที่สุด คงต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง โดยจากการทดลองจะพบว่าการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขาจะเป็นวิธีที่ช่วยลดเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน การเกิดตะกอนดิน และการปนเปื้อนสารป้องกันและกำจัดศัตรูได้ดีที่สุด แต่ถ้าเกษตรกรไม่สามารถลงทุนสร้างระบบคูรับน้ำนี้ได้ วิธีการใดที่ควรใช้แนะนำแก่เกษตรกร ซึ่งจากการทดลองมาตรการอนุรักษ์แบบแถบหญ้าธรรมชาติก็เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน การเกิดตะกอนดิน และการปนเปื้อนสารป้องกันและกำจัดศัตรู แต่ก็มีปัญหาในฤดูแล้ง จะแห้งตายและต้องควบคุมแนวหญ้าไม่ให้กระจายตัวออก ประกอบอาจเป็นแหล่งสะสมโรค แมลงที่จะไปทำลายพืชที่ปลูกได้ ส่วนมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียวมีแนวโน้มที่จะช่วยลดการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน การเกิดตะกอนดิน และการปนเปื้อนสารป้องกันและกำจัดศัตรูได้ดีขึ้นตามอายุการเจริญเติบโตของแถบหญ้าแฝก ซึ่งการปลูกทำแนวหญ้าแฝกง่าย ต้นทุนต่ำ ระบบรากลึก ทำให้ดินเกาะตัวกันได้ดี ดำรงชีวิตได้ตลอดทั้งปี มีแตกตัวเป็นแถวเป็นแนวเสมือนกำแพงมีชีวิต จึงช่วยเป็นแนวกันชะลอการไหลบ่าของน้ำและตะกอนดินได้ดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2544ก. **นิยามและทางเลือก มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ**. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2544ข. **รายงานประจำปี 2544**. สำนักงานพัฒนาที่ดินที่สูง กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เชียงใหม่.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. **การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2538. **ข้อมูลสรุปของสารกำจัดศัตรูพืชและวิธีวิเคราะห์**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2541. **รายงานการประชุมคณะทำงานเพื่อทบทวนวัตถุอันตรายที่ควรห้ามใช้**. ตึกกสิกรรม, กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- เกษม จันทร์แก้ว และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2517. **หลักการปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 333 หน้า.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- จิราพร ศรีพลากิจ และ ณัญญา ลือตระกูล. 2532. **การตรวจสอบคุณภาพเพื่อผลในการใช้ผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืชบางสูตร**. น. 457-466. ใน **รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 27**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทศพล พรพรหม. 2545. **สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 274 น.
- ธวัช สิงห์ภู. 2529. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 184 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ. 2540. **เทคโนโลยีสารกำจัดวัชพืช: Herbicide Technology**. วี. บี. บุ๊คเซ็นเตอร์ (เค.ยู.), กรุงเทพฯ. 259 หน้า.
- นคร สืบแสน. 2533. **ระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่**, น. 30. ใน ฝ่ายวิชาการ สำนักพัฒนาที่ดินเขต 7 และกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, บรรณาธิการ. **รายงานข้อเสนอแนะการปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และรายงานผลการทดลองในพื้นที่ ตำบลลาวี อำเภอมะสรวย จังหวัดเชียงราย ของ ปี 2531-2532**. ฝ่ายวิชาการ สำนักพัฒนาที่ดินเขต 7.

- นคร สืบแสน. 2542. การศึกษาระบบการปลูกพืชแบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่ลาดชันสูง, น. 288-308. ใน การประชุมวิชาการเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ “72 พรรษา นวมินทรมหาราช ๕ มิ่งขวัญเกษตรไทย” เรื่อง เกษตรยั่งยืนและทรัพยากรบนที่สูง วันที่ 9-10 ธันวาคม 2542. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 618 หน้า.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์ การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 554 หน้า.
- ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์. 2537. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. ฝ่ายสารวัตรเกษตร กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 371 น.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2531. สารกำจัดวัชพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 214 หน้า.
- พิทักษ์ อินทะพันธ์. 2537. การจัดการพื้นที่เพื่อการเกษตรแบบยั่งยืนในภาคเหนือของประเทศไทย, น. 109. ใน เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ งานวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 2 วันที่ 8-11 พฤษภาคม 2537 ณ โรงแรมโกลเด้นแชนด์ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี. กรมพัฒนาที่ดิน.
- พิทักษ์ อินทะพันธ์ และ สวัสดิ์ บุญชี. 2535. การศึกษาผลการพัฒนาการจัดการดินที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดินบนที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย, เอกสารทางวิชาการ เสนอภาคโปสเตอร์. ใน การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ลาดชันในภาคเหนือของประเทศไทย วันที่ 14-18 กันยายน 2535. เชียงใหม่.
- มนตรี คูพรศิริ. 2530. การเคลื่อนย้ายและความคงทนของสารเคมีกำจัดวัชพืชกลุ่ม AMIDES ในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช : พื้นฐานและวิธีการใช้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526. หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่สอง: การอนุรักษ์ดินและน้ำ. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 654 หน้า.
- Ahrens, H.W. 1994. **Herbicide Handbook**. 7th ed. Weed Science Society of America (WSSA). Illinois, USA. 352 p.

- Hamishkidd, K. and R.J. David. 1991. **The Agrochemicals Handbook**. Unwin Brithers Ltd., Old Working, Surrey.
- Hazards Substances Data Bank (HSDB). 2000. **Paraquat**. Printout from Hazards Substances Data Bank, March 17, 2000. National Library of Medicine, Bethesda, Maryland.
- Hudson, L. 1971. **Water Pollution as a World Problem**. Europa Publication, London.
- Hudson, N. 1981. **Soil Conservation**. 2nd eds. Cornell University Press, New York. 324 p.
- Khan, S.U. 1980. **Pesticide in the Soil Environment**. Elsevier, Amsterdam.
- Lewis, R.A. 1998. **Lewis Dictionary of Toxicology**. CRC. Press, Inc. Lewis Publishers.
- McDowell, L.L. and E.H. Grissinger. 1976. Erosion and Water Quality. pp. 40-56. **Proc. Of the 23rd**. Natoinal Watershed Congress. Biloxi, Mississippi.
- Mclusky, D.S. 1971. **Ecology of Estuaries**. Heinemann Educational, London. 144 p.
- Park, C.C. 1980. **Ecology and Environmental Management**. Plenum Press, London. 272 p.
- Pesticide Action Network Asia and the Pacific (PANAP). 2003. **Paraquat. Available source:**
<http://www.panap.net/does/monos/paraquatSep03.pdf>, Apirl 8, 2004.
- Roose, E.J. 1977. Use of the universal soil loss equation predict erosion in West Africa. pp. 60-74.
In G.R. Foster, ed. **Soil Erosion: Prediction and Control**. Soil Conservation Society of America.
- Smith, A.E. 1995. **Handbook of Weed Management Systems**. Marcel Dekker, Inc., New York. 741p.
- Spark, K.M. and R.S. Swift. 2002. Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption. **The Science of the Total Environment** 28: 147-161.
- Truhlar, J.F. and L.A. Reed. 1977. Occurrence of pesticide residues in four stream draining from different land use areas in Pennsylvania, 1969-1971. **Pesticide Moniti. J.** 10(3): 101-110.
- Warren, G.F. and F.D. Hess. 1993. Classification of herbicides. pp. 63-66. *In* S.C. Weller et al., eds. **Herbicide Action No. 1**. Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- Willis, G.H., R.L. Rogers and L.M. Southwich. 1975. Losses of Diuron, Linuron, Fenac, and Trifluralin in surface drainage water. **J. Environ. Qual.** 4: 463-466.
- Vougue, P.A., Kerle E.A., Jenkins J.J. 1994. Paraquat. **Oregon State University Extension Pesticide Properties Database (June 24, 1994)**. Available Sources: <http://ace.orst.edu/info/npic/ppdmove.htm>. Feb 2, 2004.

ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 ปริมาณน้ำฝนรายวันและรายเดือนในฤดูกาลปี พ.ศ. 2546 (มิลลิเมตร)

2546	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	1.9				71.9	4.3	1.3	0.3	5.1	9.9			
2	6.4				1.8	11.7	5.3		0.5	31.2			
3	0.3					5.1	45.5	16.3	2.3				
4						5.6			33.3	10.9			
5	2.9					2.5		2.3	24.4	0.3			
6	0.3			13.7		1.0	3.0		5.3	3.8			
7						6.1		9.4	2.0	0.3			
8							0.3	0.3	0.8	5.1			
9									21.1	0.8			
10			3.0			8.6			4.6				
11			0.3		0.3	0.3		3.8	16.8				
12			14.7		0.8			21.6	43.4				
13			0.8			9.1		9.4	4.3	10.9			
14					22.1			0.3	18.8	17.0			
15			5.8			0.5		1.3	7.4				
16				5.3		0.8	0.3		0.3				
17				0.3	1.5	33.8	0.3	13.2					
18				5.6	1.5	7.4		4.3	11.9				
19					5.1	0.5		6.9	29.7				
20					5.6	4.1	0.3	5.3	3.6				
21				10.2		9.7		5.8	0.5				
22				3.0	13.5	45.7	0.3	1.0	11.4				
23				0.5		14.0	3.6		3.6				
24					5.3	4.3	11.4	9.7	8.4				
25				8.4	1.8	0.5	6.1	0.5	9.7				
26						0.8	4.8		1.0				
27				0.8	2.3	33.2	15.7	0.3					
28			0.3			3.8							
29			0.8	23.4		17.0		0.3	1.0				
30			18.0		8.9	21.1	3.8	0.5	2.3				
31					3.8								
รวม	11.6	0.0	43.7	71.1	146.1	251.5	101.9	112.5	273.3	90.2	0.0	0.0	1101.8
วัน	5	0	8	10	15	26	15	21	27	10	0	0	137

ตารางผนวก 2 ปริมาณน้ำฝนรายวันและรายเดือนในฤดูกาลปี พ.ศ. 2547 (มิลลิเมตร)

2547	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1				10.4	1.5	47.8	3.8	3.8		5.3			
2					9.4		3.6	1.5	2.3	11.4			
3						0.8	0.3	12.4	2.3				
4				0.3	1.0	1.5	1.0	6.1	6.9				
5					51.3	0.5	1.5	1.3					
6					4.3	8.1	10.7	1.5					
7					13.7	0.5	13.5	2.8					
8						1.3	10.7	2.0	23.1				
9				3.0		3.0	2.0	5.1	56.3				
10						50.0	1.3	27.2	32.0	0.3			
11						11.9	16.8	7.6	0.3	29.0			
12	9.4					13.7	25.7		24.9				
13								0.3	14.5				
14						16.5	1.8		23.1				
15					2.3	1.5	0.3	0.5	8.4				
16					38.1	6.9		3.3	16.0				
17					2.0	19.8		0.5	10.4	2.3			
18					2.0	15.2		0.3	1.3				
19					16.5			30.5	5.1				
20					17.3	1.3		3.6	13.5				
21					11.9	3.0	9.4	14.2	25.4				
22					2.5	0.5	20.8		2.0				
23							8.6	14.0	0.5				
24							34.0						
25					32.8		39.1						
26					5.3		8.1		1.8				
27				14.7	31.0	8.1	2.5						
28				5.3	16.3	1.8	4.1	7.4	4.1				
29						2.3	0.3		3.3				
30					13.2	0.3	6.4	6.1					
31					9.1		20.6						
รวม	9.4	0.0	0.0	33.8	281.7	216.4	246.6	151.9	277.3	48.3	0.0	0.0	1265.3
วัน	1	0	0	5	20	23	25	22	22	5	0	0	123

ตารางผนวก 3 การเก็บตัวอย่างดิน และการจัดการแปลง ในแปลงทดลองปี พ.ศ. 2546

วันเดือนปี	การจัดการ
24/4/46	เก็บตัวอย่างดิน (ก่อนเพาะปลูก)
17/5/46	ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat อัตราสารผสม 227 มล./น้ำ 34 ลิตร/แปลงทดลอง
20/6/46	ย้ายกล้ากะหล่ำปลีลงปลูก รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก (ขี้ไก่) 20 กก./แปลงทดลอง
29/7/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 1 และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1
4/8/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 2
11/8/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 3
14/8/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 4
19/8/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 5
27/8/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 6
1/9/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 7 และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2
7/9/46	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 8
18/9/46	เก็บตัวอย่างกะหล่ำปลี
20/10/46	เก็บตัวอย่างดิน (หลังเก็บเกี่ยว)

หมายเหตุ : ปริมาณและชนิดของสารเคมี และปุ๋ยชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการจัดการแปลงทดลองเป็นไปตามพฤติกรรมของเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ปลูกกะหล่ำปลี

ตารางผนวก 4 การเก็บตัวอย่างดิน และการจัดการแปลง ในแปลงทดลองปี พ.ศ. 2547

วันเดือนปี	การจัดการ
30/5/47	เก็บตัวอย่างดิน (ก่อนเพาะปลูก)
16/6/47	ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate อัตราสารผสม 319 มล./น้ำ 45.6 ลิตร/แปลง
9/7/47	ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat อัตราสารผสม 270 มล./น้ำ 30.4 ลิตร/แปลง
5/8/47	ย้ายกล้ากะหล่ำปลีลงปลูก รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 13 กก./แปลง
6/9/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 1. พร้อมใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 (ปุ๋ยยูเรีย) 25 กก./แปลง
11/9/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 2
15/9/47	ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กก./แปลง
24/9/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 3
27/9/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 4
29/9/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 5
5/10/47	ฉีดพ่นสารป้องกันโรคและแมลงครั้งที่ 6
12/10/47	เก็บตัวอย่างกะหล่ำปลี
6/11/47	เก็บตัวอย่างดิน (หลังการเก็บเกี่ยว)

หมายเหตุ : ปริมาณและชนิดของสารเคมี และปุ๋ยชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการจัดการแปลงทดลองเป็นไปตามพฤติกรรมของเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ปลูกกะหล่ำปลี