

**สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน ตะกอนดิน และน้ำ ของบริเวณที่มีวิธี
การอนุรักษ์ดินและน้ำแตกต่างกัน ในพื้นที่เกษตรกรรมของกลุ่มน้ำเขตภูเขา
กรณีศึกษา: สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง บ้านบวกจั่น
ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่**

**Pesticide Residues in Soils, Sediments, and Water in Different Soil and
Water Conservation Techniques of Mountainous Watershed Agricultural Areas.
A Case Study: Land Development on Highlands Research Station Ban Boukjan,
Tambon Samoengtai, Amphoe Samoeng, Chiang Mai Province**

คำนำ

ดินและน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่า และมีความสำคัญต่อการเกษตรของประเทศไทย
อย่างยิ่ง การชะล้างพังทลายของดินเป็นปัญหาที่สำคัญของการเกษตร ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ
ผลผลิตทางการเกษตรลดลง พืชที่ปลูกได้รับความเสียหายจากน้ำไหลบ่า และน้ำกัดเซาะผิวหน้าดิน
และธาตุอาหารในดินสูญหายไปกับน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงลดลง การแก้ไขปัญหาการใช้
ที่ดินบนพื้นที่สูง โดยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วน เพื่อลดปัญหาความ
เสื่อมโทรมของการใช้ที่ดินของเกษตรกรบนพื้นที่สูง (ชุมพล และอุทัย, 2537)

ในปัจจุบันเกษตรกรใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในการทำการเกษตรอย่างแพร่หลาย
โดยเฉพาะเกษตรกรที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูงมีการทำการเกษตรอย่างเข้มข้น เกษตรกรใช้สารป้องกัน
และกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกโดยขาดความรู้และความเข้าใจ ทำให้เกิดปัญหาสารป้องกันและ
กำจัดศัตรูพืชตกค้างในดิน ตะกอนดินและน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิดมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้น้อยมีความคงตัวและ
สลายยาก จึงทำให้มีการแพร่กระจายไปสู่แหล่งน้ำต่างๆ ได้อย่างทั่วถึงโดยการพัดพาไปกับการไหล
บ่าของน้ำ และในที่สุดก็จะไปสะสมลงในดิน แหล่งน้ำและตะกอนดิน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อ
สิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวางทั้งทางตรงและทางอ้อม (เกษม, 2545)

ดังนั้นการศึกษาสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน ตะกอนดิน และน้ำ ของบริเวณที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแตกต่างกันในพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการทรัพยากรดินและน้ำในการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงและในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน ตะกอนดิน และน้ำ ของบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมเขตภูเขาที่มีมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณสารตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในดิน ตะกอนดิน และน้ำ ของพื้นที่เกษตรกรรมเขตภูเขา ณ สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง บ้านบวกจั่น ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาชนิดและปริมาณสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน ตะกอนดิน และน้ำ ของบริเวณที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแตกต่างกัน ในพื้นที่เกษตรกรรมของกลุ่มน้ำเขตภูเขา ณ สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง บ้านบวกจั่น ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาในแปลงเกษตรกรรมที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ได้แก่ แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และแปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช รวมถึงพื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เดือนธันวาคม ของฤดูกาลเพาะปลูก พ.ศ. 2546

การตรวจเอกสาร

1. นิยามและความหมาย

1.1 สารพิษตกค้าง (pesticide residues) หมายถึง สารที่พบบนเปื้อนอยู่ในอาหาร พืชผลทางการเกษตรหรืออาหารสัตว์ รวมถึงในสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น ดิน ตะกอนดิน และน้ำ อันเป็นผลเนื่องจากการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ หรือสารอนุพันธ์ (derivatives) ได้แก่ สารในกระบวนการเปลี่ยนแปลง (conversion product) สารพิษในการเผาผลาญพลังงาน (metabolites) สารเคมีในปฏิกิริยา (reaction product) และสารพิษหรือสารปนเปื้อนที่มีความเป็นพิษอื่นๆ (Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO Food Standard Programme, 2004)

1.2 สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช หมายถึง สารเคมีที่ใช้สำหรับป้องกัน และกำจัดแมลงสัตว์ที่เป็นศัตรูพืช วัชพืช และโรคพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2542) สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแบ่งตามชนิดของศัตรูพืช ได้แก่ สารป้องกันกำจัดวัชพืช (herbicide) สารป้องกันกำจัดแมลง (insecticide) สารป้องกันกำจัดโรคพืช (fungicide) สารป้องกันกำจัดไร (acaricide) สารป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicide) และสารป้องกันกำจัดหนู (rodenticide) และยังแบ่งตามลักษณะเข้าทำลายศัตรูพืชเป็นประเภทกินตาย (stomach poison) ประเภทถูกตัวตาย (contact poison) ประเภทดูดซึม (systemic) และประเภทรมควัน (fumigant) (ฝ่ายวัตถุมีพิษ, 2537)

1.3 สารป้องกันกำจัดวัชพืช หมายถึง สารเคมีชนิดใดๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชไม่ว่าจะเป็นในขณะที่วัชพืชงอกขึ้นมาแล้วหรือยังเป็นเมล็ดอยู่ตลอดจนชิ้นส่วนต่างๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้ที่อยู่ในดินหรืออยู่บนดิน (ทศพล, 2545)

โดยทั่วไปแล้วในการจำแนกประเภทของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แบ่งประเภทของสารออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยหลักในการจำแนกซึ่งจะแบ่งออกได้หลายวิธี แต่อย่างไรก็ตาม ในระบบพื้นฐานทั่วไปที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของสารป้องกันกำจัดวัชพืชออกเป็นกลุ่มๆ นั้นสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลไกการทำปฏิกิริยาของสารภายในพืชด้วย (Warren and Hess, 1993; Ahrens, 1994) สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1.3.1 การแบ่งตามลักษณะการเลือกทำลาย (herbicides selectivity) แบ่งออกได้ 2 กลุ่ม (Jan, 1982) ดังต่อไปนี้

1.3.1.1 สารประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด แต่ไม่มีผลหรือมีผลน้อยกับพืชบางชนิด สารป้องกันกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่ที่มีจำหน่ายมักจะเป็นพวกที่เลือกทำลาย โดยทำลายเฉพาะวัชพืชแต่จะไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก

1.3.1.2 สารประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลในการทำลายพืชทุกชนิด เช่น พาราควอต ไกลโฟเรต และไกลฟุซิเนต เป็นต้น สารพวกนี้จะทำลายพืชทุกชนิดที่สารสัมผัส

1.3.2 การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ (method of application) แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม (Gwynne and Murray, 1985) ดังต่อไปนี้

1.3.2.1 สารประเภทฉีดพ่นทางใบ (foliar-applied herbicides) หมายถึง สารซึ่งทำลายพืชโดยมีการผ่านเข้าสู่พืชทางใบ (leaf-acting herbicides) เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีการเรียกว่า “ยาฆ่า” หรือ “สารฆ่า” สารประเภทฉีดพ่นทางใบสามารถแบ่งออกตามลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms) ได้ 2 กลุ่ม

1.3.2.1.1 สารประเภทสัมผัส (contact herbicides) หมายถึง สารที่มีผลเฉพาะบริเวณของส่วนที่พืชได้รับสารสัมผัสเท่านั้น ทำให้บริเวณที่สารสัมผัสแสดงอาการเหลืองซีดและแห้งตายหรือถูกทำลาย

1.3.2.1.2 สารประเภทเคลื่อนย้าย (translocated herbicides) หมายถึง สารซึ่งเมื่อเข้าไปในพืชทางใบแล้ว จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ ภายในต้นพืชได้หลายทิศทาง เช่น ขึ้นสู่ส่วนยอดของลำต้น และลงสู่รากหรือหัวใต้ดิน

1.3.2.2 สารประเภทฉีดทางดิน (soil-applied herbicides) หมายถึง สารที่ใช้ฉีดลงบนดินหรือหลังจากฉีดแล้วมีการคลุกของสารเข้าไปกับดิน เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืชที่กำลังงอก โดยสารจะเข้าสู่ต้นพืชได้ทางรากหรือยอดใต้ดิน ส่วนใหญ่แล้วสารพวกนี้จะมีผลตกค้างในดิน

1.3.3 การแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี (basic chemical structure) โดยอาศัยลักษณะของโครงสร้างโมเลกุล และตำแหน่งของอะตอมของสารภายในโมเลกุลที่คล้ายคลึงกัน (Ahrens, 1994 ; Smith, 1995) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังต่อไปนี้

1.3.3.1 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอนินทรีย์สาร (inorganic herbicides) เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ไม่มีอะตอมของธาตุคาร์บอนในโมเลกุล ได้แก่ ammonium sulfamate (AMS), metaborate copper sulfate, และ sodium chlorate เป็นต้น สารจะสามารถเข้าสู่พืชได้ทั้งทางรากและทางใบ มีการเคลื่อนย้ายในท่อลำเลียงอาหาร การทำลายวัชพืชจะเกี่ยวข้องในกระบวนการหายใจ และไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ catalase

1.3.3.2 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สาร (organic herbicides) เป็นสารที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม อะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลที่ไม่ติดต่อกันเป็นวงแหวน เรียกว่า aliphatic hydrocarbon ส่วนอะตอมของคาร์บอนที่ต่อกันเป็นวงแหวน เรียกว่า arophatic hydrocarbon หรือ Benzene สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สารจะเข้าสู่พืชได้ทั้งทางรากและทางใบ และสามารถควบคุมวัชพืชได้ทุกชนิด

1.4 สารป้องกันกำจัดแมลง หมายถึง สารเคมีชนิดใดๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต และเข้าทำลายไข่วจนถึงตัวอ่อนของแมลง กรมวิชาการเกษตร (2542) ได้แบ่งสารในกลุ่มนี้ออกเป็นกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่มคือ

1.4.1 สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticide) หมายถึง สารประกอบที่มีคลอรีน เป็นองค์ประกอบสำคัญ เป็นสารพิษกลุ่มที่ใช้กันมานานตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 สารพิษตกค้างจะสามารถละลายได้ดีในไขมัน และมีพิษตกค้างนาน มีความคงตัว สลายตัวยาก จึงปนเปื้อนอยู่ในธรรมชาติได้นาน ไม่เหมาะสมกับการฉีดพ่นป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ปัจจุบันได้ยกเลิกการใช้ทางการเกษตรไปแล้วหลายชนิดเช่น DDT, Dieldrin แต่ยังคงใช้ได้ในด้านอื่นๆ เช่น DDT ใช้ป้องกันกำจัดยุง, Dieldrin ใช้ในการกำจัดปลวก เป็นต้น พิษวิทยาของสารพิษในกลุ่มนี้คือจะดูดซับได้ดีทางลำไส้และผิวหนัง เมื่อได้รับในปริมาณมากพอจะเกิดผลกระทบต่อการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะสมองและส่วนที่ควบคุมระบบหายใจ

1.4.2 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (organophosphorus insecticide) หมายถึง สารสังเคราะห์จากกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ซึ่งมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ สารพิษกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีพิษตกค้างไม่นาน โดยเฉลี่ยประมาณ 3–15 วัน แต่จะมีความรุนแรงมากต่อสิ่งมีชีวิต มีทั้งชนิดที่เป็นพิษร้ายแรง และพิษปานกลาง ซึ่งเกษตรกรผู้ใช้สารพิษควรระวังถึงความเป็นพิษของสารพิษชนิดที่ใช้ เพื่อจะได้ระมัดระวังตัวเองในระหว่างการใช้ และควรใช้ในอัตราตามคำแนะนำ เพื่อป้องกันปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม พืชวิทยาของสารในกลุ่มนี้คือ จะเป็นพิษต่อแมลงและสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม ปริมาณของสารพิษที่เข้าไปในร่างกายจะทำให้เกิดปฏิกิริยากับเอ็นไซม์ acetyl cholinesterase ที่ปลายประสาท ทำให้ปริมาณของเอ็นไซม์ที่ทำงานได้ลดน้อยลง ทำให้การส่งสัญญาณประสาทในสมองเสื่อมลง มีผลต่อระบบสัมผัส ระบบเคลื่อนไหว และการทำงานของระบบหายใจ และเสียชีวิตเนื่องจากระบบหายใจถูกกดทับ (Lewis, 1998)

1.4.3 สารกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate insecticide) หมายถึง อนุพันธ์ของกรดคาร์บาไมก (carbamic) มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เป็นสารพิษที่กำจัดศัตรูพืชได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะแมลงชนิดปากดูด ศัตรูพืชที่อยู่ในดิน เช่น ไส้เดือนฝอย และหอยทาก สารพิษในกลุ่มนี้มีทั้งเป็นพิษร้ายแรงและพิษปานกลาง โดยมีระยะเวลาในการตกค้างสั้น สลายตัวง่าย มีความปลอดภัยสูงแก่ผู้บริโภค พืชวิทยาของสารกลุ่มนี้จะมีลักษณะคล้ายกับสารพิษในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต แต่ร่างกายของคนที่ได้รับสารพิษกลุ่มนี้จะกลับคืนสู่สภาวะปกติได้เร็วกว่า

1.4.4 สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid insecticide) หมายถึง สารไพรีทริน (pyrethrin) เป็นสารพิษที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เพราะมีการสลายตัวได้เร็ว สามารถใช้ทดแทนสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และกลุ่มคาร์บาเมต แต่จะมีระยะการดื้อยาได้เร็ว และมีราคาแพงกว่าสารพิษในกลุ่มอื่นๆ พืชวิทยาของสารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มนี้จะมีความเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงสลบทันทีและตายในที่สุด แต่มีพิษน้อยต่อคน และสัตว์เลื้อยคลาน

1.5 การอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสมที่สุด ด้วยวิธีการที่ชาญฉลาด คำนึงถึงประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544)

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันอยู่สามารถแบ่งออกตามลักษณะของมาตรการแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มาตรการวิธีกล (mechanical practice) และมาตรการวิธีพืช (vegetative practice) อธิบายตัวอย่างมาตรการวิธีกลและมาตรการวิธีพืชที่ได้มีการนำมาใช้ในมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมบนพื้นที่สูงไว้ตามตัวอย่างของกรมพัฒนาที่ดิน (2545 ก) ได้ดังนี้

1.5.1 มาตรการวิธีกล ได้แก่

การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ (contour cultivation) หมายถึง การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ เป็นการไถพรวน หว่าน ปลูก และเก็บเกี่ยวพืชไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการซาดซึม น้ำของดิน และรักษาความชุ่มชื้นในดิน และเพื่อควบคุมการไหลบ่าของน้ำและการชะล้างพังทลายของดิน หลักเกณฑ์การนำไปใช้ในพื้นที่ คือ

1.5.1.1 การปลูกพืชตามแนวระดับ ขึ้นกับลักษณะของดิน ความลาดเท ลมฟ้าอากาศ และลักษณะการใช้ที่ดิน การปลูกพืชตามแนวระดับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ควรปฏิบัติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทประมาณ 2 - 7 % และความยาวของความลาดเทไม่เกิน 100 เมตร ในพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง

1.5.1.2 ใช้ร่วมกับมาตรการอื่นๆ เช่น คันดิน ขั้นบันได

ขั้นบันได (bench terraces) คือ การทำขั้นบันไดดินเป็นการปรับพื้นที่เป็นขั้นๆ ต่อเนื่องกันคล้ายขั้นบันได มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความยาวและระดับของความลาดเท ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน สะดวกในการไถพรวน และเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตร ขั้นบันไดดิน แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบระดับ (level type) เป็นขั้นบันไดดินที่ผิวหน้าดินส่วนที่ใช้ปลูกพืชอยู่ในแนวระดับทั้งด้านข้างและตลอดแนวยาวของขั้นบันได ขอบฐานของขั้นบันไดล้อมด้วยคันดินที่มีช่องเปิดเพื่อระบายน้ำส่วนเกิน

2. แบบเอียงเข้า (backward or inward type) เป็นชั้นบันไดดินที่ผิวหน้าฐานชั้นบันไดเอียงเข้าหาเชิงลาดเล็กน้อยเพื่อให้ น้ำรวมตัวทางผนังด้านในของชั้นบันไดและส่วนลาดเอียงนี้จะช่วยลดแรงอัดตัวของน้ำไหลบ่าบริเวณด้านนอกของชั้นบันได

3. แบบเอียงออก (outward or forward type) เป็นชั้นบันไดที่ผิวหน้าฐานชั้นบันไดเอียงออกจากเชิงลาดเล็กน้อยเพื่อให้ น้ำส่วนเกินระบายออก

การทำชั้นบันไดดินแบบต่างๆมีหลักเกณฑ์การนำไปใช้ในพื้นที่ คือ

- 1) ใช้ในพื้นที่ดินลึก 2) ชั้นบันไดดินแบบระดับควรใช้ในพื้นที่มีฝนตกน้อยกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี และดินลึก มีอัตราการซาบซึมน้ำปานกลางถึงสูง 3) ชั้นบันไดดินแบบเอียงเข้าใช้ในพื้นที่มีฝนตกมากกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี ดินลึกไม่มาก และมีอัตราการซาบซึมน้ำปานกลางถึงต่ำ 4) ชั้นบันไดดินแบบเอียงออกใช้ในพื้นที่มีความลาดชันปานกลาง ฝนตกหนัก และดินลึกถึงลึกมาก 5) ชั้นบันไดดินต้องการค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง ดังนั้นการนำไปใช้ ควรใช้ในพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตสูง

1.5.2 มาตรการวิธีพืช ใต้แก่

1.5.2.1 การปลูกพืชคลุมดิน (cover cropping) หมายถึง การปลูกหญ้าหรือพืชตระกูลถั่วคลุมดิน ช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันเมื่อฝนมีให้กระทบผิวดินโดยตรง และลดการชะล้างผิวหน้าดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ควบคุมวัชพืช และช่วยปรับสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่ปลูกพืชให้เหมาะสม หลักเกณฑ์การนำไปใช้ คือ เหมาะสมอย่างยิ่งในการปลูกคลุมดินในส่วนไม้ผล และเหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเกิน 20% และเป็นดินเลวที่ใช้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจไม่คุ้มค่า ก็ควรปลูกหญ้าและพืชตระกูลถั่วคลุมดิน

1.5.2.2 การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) หมายถึง การปลูกพืชสองชนิดขึ้นไปหมุนเวียนกันลงบนพื้นที่เดียวกันโดยจัดชนิดของพืช และเวลาปลูกให้เหมาะสม มีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ และมีความสามารถในการให้ผลผลิตพืชสูงเป็นระยะเวลานาน ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนการใช้ธาตุอาหารของพืช การปลูกพืชหมุนเวียนจะมีอัตราการเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดินน้อยกว่าการปลูกพืชชนิดเดียว สามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรโดยตรง เพราะการปลูกพืช

หมุนเวียนมีการปลูกพืชมากกว่า 1 ชนิด สามารถควบคุมและลดการระบาดของโรคแมลงและวัชพืช และเพื่อให้มีงานทำตลอดปี ซึ่งมีหลักเกณฑ์การนำไปใช้ คือ ใช้พืชที่มีระบบรากลึกสลับกับพืชที่มีระบบรากตื้น และใช้พืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วหรือพืชตระกูลหญ้า เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดิน

การเลือกใช้มาตรการใดควรพิจารณาลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์บนพื้นที่ดิน โดยเลือกวิธีการผสมผสานให้เหมาะสมเพื่อให้การทำการเกษตรเกิดความยั่งยืน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545 ก)

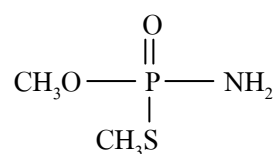
2. คุณสมบัติของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรนำมาใช้ในการทำการเกษตร

เกษตรกรมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด ทั้งสารป้องกันกำจัดแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช และสารป้องกันกำจัดวัชพืช แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน สารป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ศึกษามีหลายชนิด เช่น สารเมทามิโดฟอส, โมโนโครโตฟอส, อีไรออน, ไตรอะโซฟอส และสารโปรไทโอฟอส เป็นต้น

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสารเมทามิโดฟอส, โมโนโครโตฟอส, อีไรออน, ไตรอะโซฟอส และสารโปรไทโอฟอส ซึ่งได้รวบรวมเอกสารของ กรมวิชาการเกษตร (2542) ปรีชา (2537), Patnaik (1997), Connell (1994) และ WHO (1998) สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 เมทามิโดฟอส (methamidophos)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ

เมทามิโดฟอส (methamidophos)

ชื่อทางเคมี

O, S – Dimethyl phosphoramidothioate

ชื่อทางการค้า	โครามอส เมธาโค 60 เมธาฟอส ทามารอน 600 ฯลฯ
การออกฤทธิ์	เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงและไรกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารประเภทดูดซึมพร้อมกับออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย
ความเป็นพิษ	มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ศัตรูพืชที่กำจัดได้	หนอนใยผัก หนอนคืบ เพลี้ยอ่อน หนอน เจาะสมอชนิดต่างๆ แมลงหวี่ขาว หนอนกินใบ ผด ค้างคาวฝรั่ง และอื่นๆ
พืชที่ใช้	กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วฝักยาว และผักอื่นๆ มะเขือ หอม ฝ้าย ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป
สูตรผสม	60% เอสแอล (SL)
อัตราการใช้	20 – 40 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร
วิธีใช้	ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ
อาการเกิดพิษ	เหงื่อออกมาก วิงเวียนและปวดศีรษะ อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน แสบหน้าอก และมีอาการท้องร่วง
การแก้พิษ	ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยด้วยน้ำสะอาดนานๆ เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอหรือให้ดื่มน้ำเกลืออุ่น ให้กินยาอะโทรปีน ซัลเฟต ขนาด 1 ต่อ 100 เกรน 2 เม็ด แล้วนำส่งแพทย์ทันที
ข้อควรรู้	ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 21 วัน เป็นพิษต่อปลาและผึ้ง ห้ามผสมกับสารเคมีที่มีสภาพเป็นด่าง

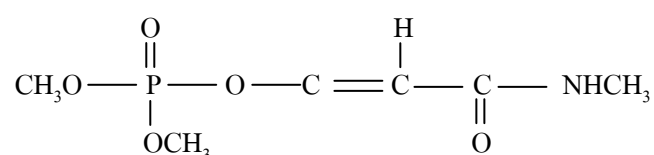
ความคงทนของสารเมททามิโดฟอสในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

เมททามิโดฟอส จำแนกอยู่ในกลุ่มอะลิฟาติก (aliphatic) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มที่ 1 ตามสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารที่มีความคงทนน้อย มีค่าครึ่งชีวิตที่ต่ำมากในดินสารเมททามิโดฟอสมีค่าครึ่งชีวิต 14 ชั่วโมง ในดินทรายปนดินเหนียว ในดินเหนียวมีค่าครึ่งชีวิต 4.8 วัน (Antonious and Snyder, 1994) แต่มีความสามารถตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรได้นาน เนื่องจากสามารถถูกดูดซับกับเนื้อเยื่อของพืชได้ดี (Hussain, 1987) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่ำสามารถที่จะสลายตัวได้เองตามธรรมชาติด้วยแสงแดดอย่างต่อเนื่อง 87 ชั่วโมงสามารถสลายตัวได้ถึงร้อยละ 24 โดยแสงแดด (Juarez and Sanchez, 1989) มีความคงทนในน้ำค่อนข้างต่ำจะสลายน้ำได้ 1,000,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส (Hornsby *et al.*, 1996) สารเมททามิโดฟอสมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) เท่ากับ 5 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 6 วัน มีค่าดัชนีของฮอว์นส์บีเท่ากับ 8 (ตารางที่ 1) สารเมททามิโดฟอสมีศักยภาพในการกรองต่ำ และมีศักยภาพในการชะล้างสูง แนวโน้มที่จะพบการปนเปื้อนในดิน และตะกอนดินจึงพบได้น้อย (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992)

เมททามิโดฟอสจัดเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องเฝ้าระวังการใช้ 3 ปี ตามรายงานการประชุมคณะทำงานเพื่อทบทวนวัตถุอันตรายที่ควรห้ามใช้ (กรมวิชาการเกษตร, 2541) แต่เมื่อช่วงต้นปี พ.ศ. 2546 กรมวิชาการเกษตร ได้สั่งห้ามการจำหน่าย และการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงเมททามิโดฟอส เนื่องจากมีสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ตามแผนนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่สนับสนุนให้เกษตรกรผลิตผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดสารพิษ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546)

2.2 โมโนโครโตฟอส (monochotophos)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ

โมโนโครโตฟอส (monochotophos)

ชื่อทางเคมี	3 – dimethoxyphosphinoyloxy – N - methylisocrotonamide
ชื่อทางการค้า	โมนิโคร โดฟอส, สเตโด 3 จี, ดูน็อกซ์ และโมนิครอน
การออกฤทธิ์	เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง และไรกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารประเภทดูดซึมพร้อมกับออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย โดยการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (acetylcholinesterase inhibitor)
ความเป็นพิษ	มีพิษร้ายแรงมากจัดอยู่ในระดับ 1a มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังหนู 354 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังกระต่าย 450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ศัตรูพืชที่กำจัดได้	แมลงปากดูดและพวกกัดกินใบ เช่น หนอนใยผัก หนอนคืบ เพลี้ยอ่อน ไรชนิดต่างๆ แมลงหีขาว มวน หนอนกินใบ ผด ดั้วมันฝรั่ง ดั้วงวง และอื่นๆ
พืชที่ใช้	กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วเขียว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และผักอื่นๆ ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป
สูตรผสม	ชนิดผสมน้ำ 60% และ 50% ดับบลิวเอสซี (WSC)
อัตราการใช้	40 – 60 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร
วิธีใช้	ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ
อาการเกิดพิษ	มีอาการอ่อนเพลีย มีน้ำลายและเหงื่อออกมาก วิงเวียนและปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ม่านตาหรี่ แขนงน้ำออก และมีอาการปวดท้อง ท้องร่วง
การแก้พิษ	ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยด้วยน้ำสะอาดนานๆอย่างน้อย 10 นาที เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอหรือให้ดื่มน้ำเกลืออุ่น ให้กินยาอะโทรปีน ซัลเฟต ขนาด 1 ต่อ 100 เกรน 2 เม็ด แล้วนำส่งแพทย์ทันที

ข้อควรรู้ ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 14 วัน เป็นพืชอ่อนก ผึ่ง และ สัตว์ป่า ไม่ควรใช้กับพืชที่กำลังออกดอก ห้ามผสมกับสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีสภาพเป็น ค้าง อย่าเก็บโมโนโครโทฟอสไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส ติดต่อกันเป็นเวลานาน

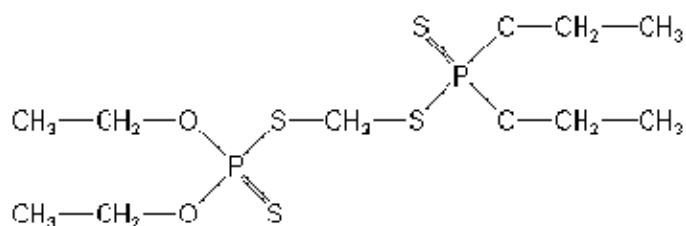
ความคงทนของสารโมโนโครโทฟอสในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

โมโนโครโทฟอส จำแนกอยู่ในกลุ่มอะลิฟาติก เช่นเดียวกับเมทนามิโดฟอส เป็น สารที่มีความคงทนน้อยในดิน แต่มีความคงทนในพืชค่อนข้างสูงและตกค้างในพืชได้นาน การ สลายตัวในสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของดิน และอุณหภูมิ สามารถสลายตัวได้ดีที่อุณหภูมิสูง และสภาพเป็นด่าง ค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวโดยการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ในน้ำที่มีความ เป็นกรด ค้าง 3, 6 และ 9 เท่ากับ 131, 134 และ 26 วัน ตามลำดับ และในน้ำช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส จะมีความคงทนในน้ำค่อนข้างต่ำ สามารถละลายน้ำได้ 1,000,000 ไมโครกรัมต่อ ลิตร (Hornsby *et al.*, 1996) สาร โมโนโครโทฟอสมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอน ในดิน (K_{oc}) เท่ากับ 1 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 30 วัน มีค่าดัชนีของฮอร์นสบี้น้อยกว่า 1 (ตารางที่ 1) ซึ่งจะมีศักยภาพในการกรองต่ำ เนื่องจากไม่ถูกจับไว้ในดิน แนวโน้มที่จะพบการ ปนเปื้อนและตกค้างในดิน และตะกอนดินจึงพบในปริมาณน้อย และมีศักยภาพในการชะล้างสูง สามารถถูกชะไปกับน้ำ (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992)

ปัจจุบันคณะกรรมการเพื่อพิจารณาการรับขึ้นทะเบียนทางการเกษตรและกรม วิชาการเกษตร ไม่รับขึ้นทะเบียนและไม่อนุญาตให้นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ อันเนื่องจากว่าสาร โมโนโครโทฟอส มีพิษเฉียบพลันสูง พบตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรในปริมาณที่สูงเกินค่า ปลอดภัย (สมาคมคนไทย ผู้ประกอบการธุรกิจสารเคมีเกษตร, 2537)

2.3 อีไธออน (ethion)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ	อีไธออน (ethion)
ชื่อทางเคมี	S,S - Methylene bis (O,O - diethyl phosphorodithioate)
ชื่อทางการค้า	อีไธออน และ โบวิน็อกว
การออกฤทธิ์	เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง และ ไรกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารประเภทไม่ดูดซึมออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย
ความเป็นพิษ	มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 208 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ศัตรูพืชที่กำจัดได้	เพลี้ยอ่อน ไรชนิดต่างๆ เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด หนอนไขผัก หนอนกืบ และอื่นๆ
พืชที่ใช้	กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วฝักยาว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะเขือเทศและ ผักอื่นๆ ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป
สูตรผสม	ชนิดผสมน้ำ 52.8% อีซี (EC) และ 25% ดับบลิวพี (WP)
อัตราการใช้	20 – 40 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 20 ลิตร หรือ 25–35 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 20 ลิตร
วิธีใช้	ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ ต้องศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เพิ่มเติมจากฉลากก่อนใช้
อาการเกิดพิษ	มีอาการอ่อนเพลีย มีน้ำลายและเหงื่อออกมาก วิงเวียน และปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ม่านตาหรี่ มีอาการปวดท้อง ท้องร่วง แน่นหน้าอกหายใจหอบถี่ ชีพจรเต้นช้า กล้ามเนื้ออึดเกร็งชักและหมดสติ อาจตายเนื่องจากหัวใจไม่ทำงาน
ข้อควรรู้	ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 2 วัน เป็นพิษต่อปลา

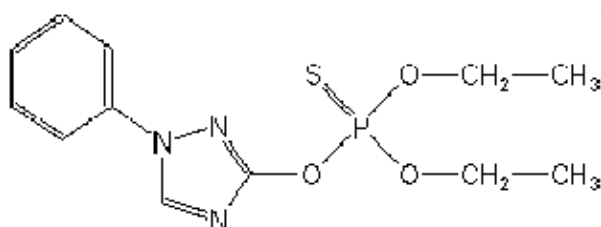
การแก้พิษ ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยด้วยน้ำสะอาดนานๆ เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอ นำส่งแพทย์ทันที

ความคงทนของสารอีไธออนในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

อีไธออนจัดอยู่ในกลุ่มอะลิฟาติก เช่นเดียวกับสารเมททามิโดฟอส และสารโมโนโครโตฟอส สารอีไธออนมีความคงตัวในสิ่งแวดล้อมต่ำเช่นเดียวกัน สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มของแสงสูง หรือมีอุณหภูมิสูง อีไธออนสามารถคงทนได้นานในที่มืด และที่อุณหภูมิ 25 องศา (U.S. Environmental Protection Agency, 1989a) เคลื่อนตัวได้ช้าในดินเหนียวสารชนิดนี้มีสมบัติละลายในน้ำได้ดี แต่จะมีความคงทนในน้ำในขณะที่มีแสงค่อนข้างสูง และสารอีไธออนมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) เท่ากับ 10,000 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 150 วัน จะมีค่าดัชนีของฮอร์นสบีเท่ากับ 667 (ตารางที่ 1) สารอีไธออนจะมีศักยภาพในการกรอง และมีศักยภาพในการชะล้างในระดับปานกลาง (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992) เมื่อมีการใช้ในปริมาณมากและใช้อย่างต่อเนื่องในพื้นที่เกษตรกรรม และมีน้ำไหลบ่าหน้าดินผ่านพื้นที่แปลงเกษตรกรรม มีแนวโน้มที่จะพบปนเปื้อนในดิน ตะกอนดิน และน้ำได้ แต่อาจพบในปริมาณน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของอัตราการใช้และกิจกรรมทางการเกษตร

2.4 ไตรอะโซฟอส (triazophos)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ

ไตรอะโซฟอส (triazophos)

ชื่อทางเคมี	O,O – DiethylO - (1 – phenyl - 1H - 1,2,4 – triazo 1 – 3 - yl) phosphorothioate
ชื่อทางการค้า	ไตรอะโซฟอส, เดลต้าฟอส และทาวเวอร์
การออกฤทธิ์	เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง และโรคกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส เป็นสารประเภทออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย
ความเป็นพิษ	มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังหนูกว่า 1,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ศัตรูพืชที่กำจัดได้	เพลี้ยหอย เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด หนอนใยผัก หนอนก๊ีบ หนอนกระทู้ หนอนกอ มวน ไร้เดือนฝอย และอื่นๆ
พืชที่ใช้	กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วฝักยาว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะเขือเทศและผักอื่นๆ ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป
สูตรผสม	ชนิดผสมน้ำ 40% อีซี (EC)
อัตราการใช้	40 – 80 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 20 ลิตร หรือ 25 – 35 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร ใช้อัตราตามที่แนะนำบนฉลาก
วิธีใช้	ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ ต้องศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เพิ่มเติมจากฉลากก่อนใช้
อาการเกิดพิษ	ทำให้ผิวหนังระคายเคือง รวมทั้งที่จมูก ดวงตาและคอ มีอาการอ่อนเพลีย มีน้ำลายและเหงื่อออกมาก วิงเวียนและปวดศีรษะ คลื่นไส้ ตาพร่า ม่านตาหรี่ มีอาการปวดท้อง ท้องร่วง แน่นหน้าอกหายใจหอบถี่ ชีพจรเต้นช้า

การแก้พิษ ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดนานๆ หลายๆ ครั้ง เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอ ให้กินยาอะโทรปีน ซัลเฟต ขนาด 1 ต่อ 100 เกรน 2 เม็ด นำส่งแพทย์ทันที

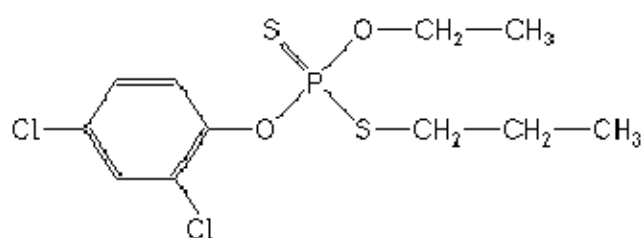
ข้อควรรู้ ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 14-21 วัน เป็นพืชต่อปลาและผึ้ง กำจัดแมลงได้เร็วและคงตัวอยู่ในพืชและดินได้นาน 3-4 สัปดาห์

ความคงทนของสารไตรอะโซฟอสในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

ไตรอะโซฟอสจัดอยู่ในกลุ่มเฮเทอโรไซคลิก (heterocyclic) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มที่ 3 ตามสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมนานกว่าสารเมทามิโดฟอส และโมโนโครโตฟอส อีไรออน และโปรไทโอฟอส สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มของแสงสูงหรือมีอุณหภูมิสูง มีการเคลื่อนตัวได้ช้าในดินเหนียว มีความคงทนในน้ำค่อนข้างต่ำ ช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส สามารถละลายน้ำได้ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร สารชนิดนี้มีความคงทน และสลายตัวได้ช้าในธรรมชาติ (U.S.Environmental Protection Agency, 1989b) เมื่อเทียบกับสารชนิดอื่นที่กล่าวมา สารไตรอะโซฟอสมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) เท่ากับ 5,000 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 18 วัน ซึ่งจะมีค่าดัชนีของฮอว์นส์บีมากกว่า 2,000 (ตารางที่ 1) สารไตรอะโซฟอสจะมีศักยภาพในการกรองสูงยึดเกาะดินได้ดี และมีศักยภาพในการชะล้างต่ำ (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992) สารไตรอะโซฟอสสามารถที่จะคงทนอยู่ในดินและตะกอนดินได้นานเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช

2.5 โปรไทโอฟอส (prothiophos)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ	โปรไทโอฟอส (prothiophos)
ชื่อทางเคมี	O - 2, 4 - Dichlorophenyl O - ethyl S - Pesticideopyl phosphorodithioate
ชื่อทางการค้า	โปรไทโอฟอส และโตกูไรออน
การออกฤทธิ์	เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงและไรกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ประเภทออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย
ความเป็นพิษ	มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 925 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทาง ผิวหนังมากกว่า 1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ศัตรูพืชที่กำจัดได้	หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนกระทู้ หนอนกอ เพลี้ยหอย เพลี้ย ไฟ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด มวน ไส้เดือนฝอย และอื่นๆ
พืชที่ใช้	กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะเขือเทศ และ ผักอื่นๆ ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป
สูตรผสม	ชนิดผสมน้ำ 50% เอสแอล (SL)
อัตราการใช้	20 – 40 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร ใช้อัตราตามคำแนะนำบน ฉลากในการฉีดพ่นพืช
วิธีใช้	ศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เพิ่มเติมจากฉลากก่อนใช้ผสมกับน้ำ กวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ
อาการเกิดพิษ	ทำให้ผิวหนังระคายเคือง รวมทั้งบริเวณที่จมูก ดวงตาและคอ เกิดอาการแน่นหน้าอกหายใจหอบถี่ ชีพจรเต้นช้า มีอาการอ่อนเพลีย มีน้ำลายและเหงื่อออกมาก เวียนศีรษะและปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน มีอาการปวดท้อง ท้องร่วง

การแก้พิษ ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดนานๆ หลายๆ ครั้ง เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอ นำส่งแพทย์ทันที

ข้อควรรู้ ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 14-21 วัน เป็นพืชต่อปลา และผึ้งกำจัดแมลงได้เร็วและคงตัวอยู่ในพืชและดินได้นาน 3-4 สัปดาห์

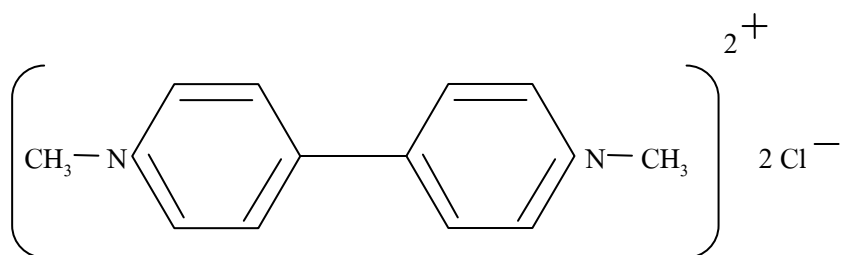
ความคงทนของสารโปรไทโอฟอสในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

โปรไทโอฟอสอยู่ในกลุ่มฟีนิล (phenyl) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มที่ 2 ตามโครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมนานกว่าเมทามิโดฟอส โมโนโครโทฟอส และอีไรออน แต่น้อยกว่าไตรอะโซฟอส สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มของแสงสูง หรือมีในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง และเคลื่อนตัวได้เข้าในดินเหนียว (U.S. Environmental Protection Agency, 1989b) เช่นเดียวกับไตรอะโซฟอส มีความคงทนในน้ำต่ำ สามารถละลายในน้ำได้ดี และเกิดการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ได้เร็วสามารถคงรูปในดินในเวลาอันสั้นไม่เพียงกี่สัปดาห์ (ศุภมาส, 2545) ช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส สามารถละลายน้ำได้ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร สารโปรไทโอฟอสมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) มีค่าเท่ากับ 2,000 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 12 วัน จะมีค่าดัชนีของฮอร์นสบีเท่ากับ 1667 (ตารางที่ 1) ซึ่งสารโปรไทโอฟอสจะมีศักยภาพในการกรอง และมีศักยภาพในการชะล้างในระดับปานกลาง (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992) มีแนวโน้มที่จะพบการปนเปื้อนในดิน และตะกอนดินได้ เมื่อมีการใช้ในปริมาณมาก และอย่างต่อเนื่องในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช

สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สารพาราควอต ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสารพาราควอต เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้และจดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1958 ซึ่งได้รวบรวมเอกสารของ Arnold and Kevin (1990), Smith (1995), Weed Science Society of America (1994), พรชัย (2531), ทศพล (2545) และสมชัย (2539) สามารถสรุปได้ดังนี้

2.6 พาราควอต (paraquat)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ

พาราควอต (paraquat)

ชื่อทางเคมี

1,1' - dimethyl - 4,4' - bipyridinium ion

ชื่อทางการค้า

กรัมม็อกโซน (Gramoxone), คาราโซน (Karazone), ท็อปโซน (Topzone) และน็อกโซน (Noxone)

การออกฤทธิ์

พาราควอตเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชจัดอยู่ในกลุ่มไบไพริดีเลียม (bipyridiliums) ใช้แบบหลังวัชพืชออก จัดเป็นสารประเภทสัมผัสตายและไม่เลือกทำลาย

ความเป็นพิษ

มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง 236 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาการที่พืชแสดงว่าได้รับสารพิษ หลังจากที่ได้รับสารฉีดพ่นด้วยสาร 1-2 ชั่วโมง ในสภาพที่มีแดดจัดจะมีลักษณะเหมือนถูกน้ำร้อนลวก ต่อมาใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนปนน้ำตาลแล้วแห้งตายภายใน 1-2 วัน

วัชพืชที่กำจัดได้

กำจัดวัชพืชที่มีอายุฤดูเดียววงศ์หญ้า วงศ์กก หรือใบเลี้ยงคู่ที่งอกออกจากเมล็ดแล้ว ไม่มีผลในการควบคุมการงอกของเมล็ด ทำลายวัชพืชอายุข้ามปีได้เฉพาะส่วนที่อยู่เหนือดิน ไม่นานส่วนที่อยู่ใต้ดินก็จะงอกขึ้นมาใหม่

สูตรผสม

ชนิดผสมน้ำ 27.6% แอล (L)

อัตราการใช้

60 – 80 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 20 ลิตร

วิธีใช้

ศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เพิ่มเติมจากฉลากก่อนใช้ผสมกับน้ำ กวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นวัชพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการใช้ในขณะที่มีแสงแดดซึ่ง จะช่วยให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

อาการเกิดพิษ

เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชหนึ่งในไม่กี่ชนิดที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม สารที่มีพิษปานกลาง พิษเฉียบพลัน การเข้าทางปากเป็นอันตรายร้ายแรงยิ่ง การแทรกซึมเข้าทาง ผิวหนังและสูดหายใจเข้าไป ก็ทำให้เกิดอันตรายได้ การแทรกซึมเข้าทางผิวหนังโดยทั่วไปค่อนข้าง ช้า แต่ถ้ามีบาดแผลจะเข้าไปรวดเร็วมาก มือที่ไปสัมผัสสารที่เข้มข้นอาจทำให้เส็บหลุดได้ การสูดดมเข้าไปทำให้มีอาการแน่นในช่องท้อง คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย วิงเวียน หายใจขัด ปวดบวม และอาจตายได้ด้วยระบบหัวใจล้มเหลว เมื่อเข้าทางปากครั้งแรก จะทำให้เยื่อช่องปาก และลำคอ เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรง ทำให้กลืนลำบาก อาเจียนคลื่นไส้ ท้องปั่นป่วนและมีอาการ ท้องร่วง เหงื่อออกมาก เลือดกำเดาไหล หายใจขัด เบื่ออาหาร

การแก้พิษ

ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตา ด้วยน้ำสะอาดนานๆ หลายๆ ครั้ง เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอ นำส่งแพทย์ทันที

ข้อควรรู้

เป็นพิษต่อปลา และผึ้ง กำจัดวัชพืชได้เร็วและคงตัวอยู่ในดินได้นานเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่อง

ความคงทนของสารพาราควอตในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

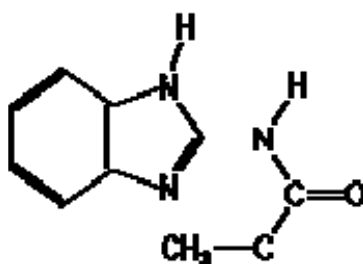
พาราควอตนับเป็นสารที่มีค่าครึ่งชีวิตที่ต่ำประมาณ 2-4 สัปดาห์ อยู่ในรูปของ paraquat dichloride salt technical เมื่อใช้ในปริมาณมากมีค่าครึ่งชีวิตมากกว่า 100 วัน เป็นอันตราย ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม (Weed Science Society of America, 1994) ในประเทศที่อยู่เขตนาว อาจมีครึ่งชีวิตในดินได้นานถึง 1,000 วัน แต่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินเพราะถูกดูดยึดไว้ได้หมด (รังสิต, 2547) สลายตัวโดยแสงแดดเมื่ออยู่ที่ผิวดินหรือผิวใบพืชในปริมาณร้อยละ 25– 50 เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ภายใต้สภาพที่มีแดดจัด เคลื่อนย้ายในดินได้อย่างจำกัดเพราะจะถูกอนุภาค

ดินและอินทรีย์วัตถุจับยึดไว้ เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นประจุบวก (ion^{+2}) จึงสามารถดูดซับยึดกับดินซึ่งมีประจุลบอย่างเหนียวแน่น โดยเฉพาะแร่ดินเหนียว (clay minerals) และอินทรีย์วัตถุ เมื่อมีการใช้ ในปริมาณที่สูงสามารถเคลื่อนย้ายลงไปสะสมในชั้นดินได้ การดูดซับของสารในดินไม่ขึ้นกับช่วง ของอุณหภูมิ และความชื้นของดิน (Arnold and Kevin, 1990) สารพาราควอตสามารถละลายน้ำได้ 620,000 ไมโครกรัมต่อลิตร (Hornsby *et al.*, 1996) มีความคงทนในน้ำค่อนข้างต่ำ และสลายตัวได้ดีในน้ำ ช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส สารพาราควอตมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) เท่ากับ 1,000,000 และมีค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) เท่ากับ 1,000 วัน จะมีค่าดัชนีของฮอว์นส์บีมากกว่า 2,000 (ตารางที่ 1) สารพาราควอตจะมีศักยภาพในการกรองสูง และมีศักยภาพในการชะล้างต่ำ (Hornsby, 1992 ; Wauchope *et al.*, 1992) มีแนวโน้มที่จะพบการปนเปื้อนในดิน และตะกอนดิน และสามารถเคลื่อนย้ายลงไปดินชั้นล่างได้เนื่องจากกิจกรรมทางการเกษตร และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา

สารป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ คาร์เบนดาซิม ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของคาร์เบนดาซิม ซึ่งได้รวบรวมเอกสารของ กรมวิชาการเกษตร (2542) ปรีชา (2537), Patnaik (1997), Connell (1994) และ WHO (1998) สามารถสรุปได้ดังนี้

2.7 คาร์เบนดาซิม (carbendazim)

สูตรโครงสร้าง



ชื่อสามัญ

คาร์เบนดาซิม (carbendazim)

ชื่อทางเคมี

methyl benzimidazol – 2 - ylcabamate

ชื่อทางการค้า

คาร์ดาซิน, กรีนซิม, คอนโตซาน และคาซิน

การออกฤทธิ์ เป็นสารกำจัดเชื้อรา ประเภทดูดซึมทางใบที่มีเนื้อเยื่อสีเขียว และทางราก

ความเป็นพิษ มีพิษเฉียบพลันทางปากในหนู 15,00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังหนู มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โรคพืชที่กำจัดได้ โรคใบไหม้ โรคกาบใบแห้ง โรคใบขีดสีน้ำตาล โรคราแป้ง โรคใบจุด โรคแอนแทรคโนส โรคราสีเทา โรคใบจุดดำ โรคผลเน่า

พืชที่ใช้ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ถั่วเขียว ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะเขือเทศ และผักอื่นๆ ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ยาสูบ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป

สูตรผสม ชนิดผสมน้ำ 50% เอฟ (F) และ 50% ดับบลิวพี (WP)

อัตราการใช้ 6 - 12 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร

วิธีใช้ ผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน ฉีดที่ใบและต้นพืชให้ทั่วฉีดพ่นซ้ำได้ตามความต้องการ ต้องศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เพิ่มเติมจากฉลากก่อนใช้

อาการเกิดพิษ ทำให้ผิวหนังและดวงตาเกิดอาการระคายเคือง

การแก้พิษ ถูกผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดกับสบู่หลายๆ เข้าตาให้ล้างตาด้วยด้วยน้ำสะอาดนานๆ เข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ต้องทำให้อาเจียน ด้วยการล้วงคอ นำส่งแพทย์ทันที

ข้อควรรู้ ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 2 - 4 สัปดาห์ เป็นพิษต่อปลา อย่าใช้ในสภาพที่มีอากาศร้อน

ความคงทนของสารคาร์บอนในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

คาร์บอนในดินมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่ำ สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มของแสงสูง หรือมีอุณหภูมิสูง คาร์บอนในดินมีสมบัติละลายในน้ำได้ สามารถละลายในน้ำได้ 28 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ไม่มีความคงทนในน้ำในขณะที่มีแสงค่อนข้างสูง และไม่มีการดูดซับในดิน เมื่อมีการใช้ในปริมาณมากในพื้นที่เกษตรกรรม และมีน้ำไหลบ่าหน้าดินผ่านพื้นที่แปลงเกษตรกรรม มีแนวโน้มที่จะพบปนเปื้อนในดิน ตะกอนดิน และน้ำปริมาณที่น้อย (Hussain, 1987)

3. การแพร่กระจายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในตะกอนดิน และน้ำ

ตะกอนดินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ตะกอนลอย (suspended sediment) ซึ่งเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็กมีทั้งเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยแขวนลอยอยู่ในน้ำ และถูกพัดพาไปได้ไกล และตะกอนก้นลำธาร (bed load sediment) ซึ่งเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก จะถูกพัดพาไปตามท้องน้ำตามการพัดพาของน้ำ เช่น กรวด ทราย หรือทรายแป้ง ในการตกตะกอน พวกทรายจะตกตะกอนก่อน ตามด้วยทรายแป้งหยาบ และทรายแป้งละเอียด ส่วนตะกอนดินเหนียวจะตกตามมาทีหลัง (เกษม และนิพนธ์, 2517)

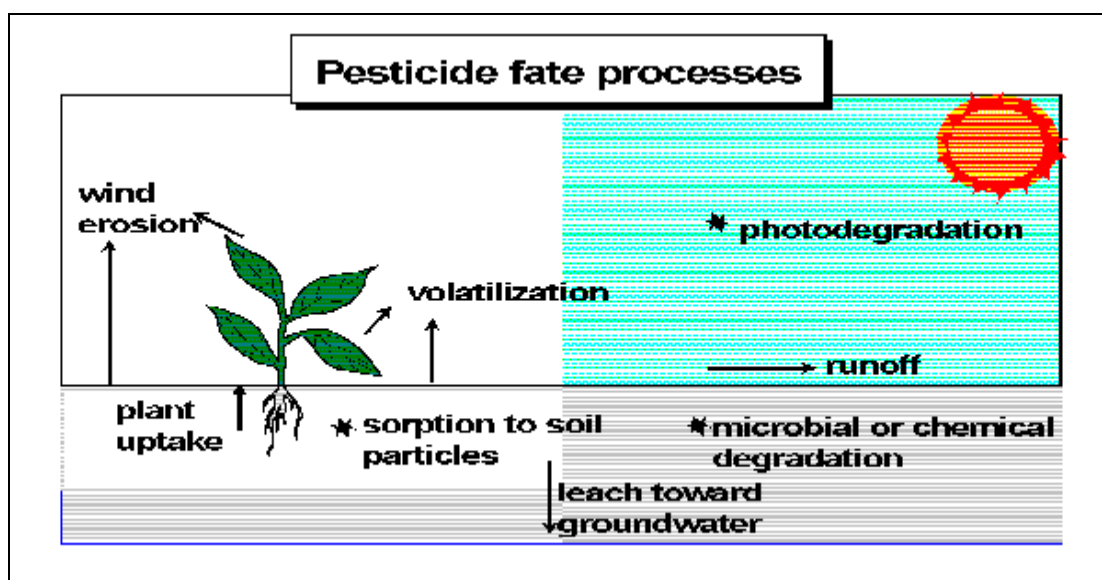
ตะกอนส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากดิน จึงเรียกว่า “ดินตะกอน” ความเร็วของกระแสน้ำจะมีผลต่อการตกตะกอน โดยความเร็วจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่แตกต่างกันในการตกตะกอนขนาดใหญ่และขนาดเล็ก (Mcclusky, 1971) ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณตะกอนในลำน้ำ ได้แก่ ชนิดของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะภูมิอากาศ และฝน (Hudson, 1971) นอกจากนี้มนุษย์ยังมีส่วนทำให้ปริมาณตะกอนมากขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การถางป่า การทำลายป่าบนที่สูงเพื่อทำไร่เลื่อนลอยและเป็นที่อยู่อาศัย เป็นผลทำให้พื้นดินขาดพืชปกคลุมจึงเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณตะกอนสะสมในท้องน้ำมากขึ้นกว่าที่เกิดตามธรรมชาติ (Park, 1980)

อนุภาคของดินที่มีสารพิษตกค้างเมื่อมีการแขวนลอยไหลบ่าไปกับกระแสน้ำจะสามารถตกตะกอนลงสู่ท้องน้ำได้เมื่อมีการรวมตัวของอนุภาคดินขนาดใหญ่ขึ้น และจะตกตะกอนได้ดีเมื่อน้ำนิ่ง (ประภัสสรา, 2532) ดังนั้นสารพิษส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะตกค้างสะสมอยู่ในตะกอนหรือโคลนในท้องน้ำ ซึ่งสามารถตรวจพบสารพิษตกค้างได้ในปริมาณที่สูงกว่าในตัวอย่าง

น้ำ 10 – 100 เท่า หรืออาจมากกว่านั้น สารพิษตกค้างที่สะสมในตะกอนนี้ บางส่วนจะสลายตัวได้ โดยจุลินทรีย์ย่อยสลายไปในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) บางส่วนจะสะสมในพืชและสัตว์ที่ดำรงชีวิตอยู่ในท้องน้ำ (benthos) แต่ส่วนใหญ่ยังคงตกค้างสะสมในตะกอนท้องน้ำของแหล่งน้ำต่อไปเป็นเวลานานจนกว่าสารพิษนั้นจะสลายตัวไปหมด โดยอาจจะกินเวลาดังแต่ 3 เดือน จนถึง 30 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของสารพิษเป็นสำคัญ

การแพร่กระจายของวัตถุมีพิษลงสู่แหล่งน้ำนั้นเป็นไปได้หลายลักษณะ เช่น การใช้วัตถุมีพิษนั้นกับแหล่งน้ำโดยตรง การทิ้งเศษเหลือของวัสดุที่ใช้บรรจุวัตถุมีพิษ การระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน การแพร่กระจายในบรรยากาศและการพัดพาของน้ำไหลบ่าหน้าดิน (run off) โดยน้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่ทำการเกษตรเป็นแหล่งใหญ่ที่ทำให้วัตถุมีพิษลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (Edward, 1973)

การเคลื่อนย้ายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อื่นโดยทั่วไป เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนย้ายลงสู่ดินและแหล่งน้ำโดยตรง หรือโดยทางอ้อม เช่น สารปนเปื้อนไปในอากาศ แล้วถูกชะล้างลงมากับน้ำฝน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการเคลื่อนย้ายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ดัดแปลงจาก Extonet (1993)

สมยศ และคณะ (2535) รายงานว่า การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มออกาโนฟอสฟอรัส ใน น้ำและดินภายหลังการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่กาง ต้นน้ำยม พบสารกลุ่มนี้ในน้ำ 2 ชนิด คือ โมโนโคโตฟอส และไดเมธโทเอท ในปริมาณน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำดื่ม (คืออยู่ระหว่าง 0.001-0.008 และ 0.001-0.004 ppb ตามลำดับ) ที่พบในดินมี 4 ชนิด คือโมโนโคโตฟอส, เมทิล-พาราไรออน, ไดอะซินอล และไดเมธโทเอท โดยมีค่าน้อยกว่า 0.03 พีพีเอ็ม โดยจะมีความเข้มข้นมากกว่ามากว่าในน้ำประมาณ 10-18 เท่า

สมยศ (2540) รายงานว่า ในพื้นที่ต้นน้ำที่มีการปลูกข้าวไร่ ข้าวโพด พลับ ท้อ กะหล่ำปลี ต้นหอม และไม้ตัดดอก ซึ่งมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช พบว่ามีสารดังกล่าวปนเปื้อนอยู่ในน้ำในปริมาณที่สูงกว่าพื้นที่ต้นน้ำที่เป็นป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง

Edward (1977) ได้อธิบายไว้ว่า การไหลบ่าของน้ำบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมมีโอกาสพัดพาเอาสารกำจัดศัตรูพืชที่สะสมตามผิวดินลงสู่แหล่งน้ำและตะกอนดินมากกว่าผ่านบริเวณที่มีการใช้ที่ดินอื่นๆ

Walker (1975) รายงานว่า อัตราน้ำไหลบ่าหน้าดินขึ้นอยู่กับปริมาณฝน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัดพาวัตถุมีพิษสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของดิน ถ้าดินมีอิทธิพลมากก็จะดูดซับวัตถุมีพิษติดผิวดินไว้ได้ดี ทำให้การพัดพาเกิดได้น้อย แต่ถ้าอยู่ในรูปชั้นส่วนของพืชที่ยังไม่สลายตัวก็จะเคลื่อนย้ายไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน

Pionke and Chesters (1973) รายงานว่า ปริมาณความเข้มข้นของวัตถุมีพิษในน้ำจะสูงมากในช่วงซึ่งเกิดฝนตกขึ้นทันทีหลังจากที่มีการฉีดพ่นวัตถุมีพิษ ความหนักเบาของฝน ระยะเวลาที่น้ำไหล ที่ตั้งของบริเวณที่มีการใช้วัตถุมีพิษ รวมทั้งความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำก็เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความเข้มข้นของวัตถุมีพิษในน้ำไหลบ่าหน้าดิน

4. สัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

สัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{oc}) เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่ใช้กันทั่วไปในการอธิบายการสลายตัว ความคงทน และคุณสมบัติของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม สัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดินขึ้นอยู่กับสารอินทรีย์คาร์บอนใน

ดินมากกว่ามวลดินทั้งหมด เพราะสารอินทรีย์ในดินทำหน้าที่ดูดซับสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนในดิน (Watts, 1997) ได้มาจากการคำนวณดังสมการ

$$K_{OC} = \frac{C_{OC}}{C_w}$$

เมื่อ K_{OC} = สัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

C_{OC} = ความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนในดินดูดซับในอินทรีย์คาร์บอน

C_w = ความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนในน้ำ

ดัชนีของฮอร์นสบี (Hornsby's index)

การเคลื่อนย้ายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในดินด้วยน้ำ หรือโดยมีน้ำเป็นตัวพา จะเกี่ยวข้องกับสมบัติทางเคมีของสารด้วยเช่นกัน การเคลื่อนย้ายนี้จะหมายถึงศักยภาพในการชะล้าง ซึ่งมีความหมายตรงข้ามกับศักยภาพในการกรอง หรือการที่สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยน้ำ และถูกจับหรือถูกกรองโดยดิน ดัชนีของฮอร์นสบี (Hornsby, 1992) ที่ใช้บ่งบอกศักยภาพในการชะล้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิด (ตารางภาคผนวกที่ ก16) ถูกนำมาใช้ได้ เพราะว่าดัชนีของฮอร์นสบีเป็นการใช้ค่าสองค่าร่วมกัน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน (K_{OC}) และค่าครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) ของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นดัชนีของฮอร์นสบี ซึ่งคำนวณได้จากค่าสัดส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดินต่อค่าครึ่งชีวิตคูณด้วย 10 ค่าดัชนีของฮอร์นสบีนี้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิด โดยที่ค่าดัชนีของฮอร์นสบีมีค่าน้อยสารนั้นจะถูกกรองได้น้อย แต่จะถูกชะล้างไปกับน้ำได้ดินได้มากขึ้น สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีค่าดัชนีของฮอร์นสบีเท่ากับหรือน้อยกว่า 10 หรือมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 100 จะมีศักยภาพในการกรองต่ำ และมีศักยภาพในการชะล้างสูง ถ้าสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีค่าดัชนีของฮอร์นสบีมากกว่า 2000 สารนั้นจะมีศักยภาพในการกรองสูง และมีศักยภาพในการชะล้างต่ำ อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพล เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ปฏิกริยาในดิน และวิธีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช จะมีผลโดยตรงต่อความเที่ยงตรง และความถูกต้อง

ของศักยภาพในการชะล้าง ซึ่งอาจทำให้การสรุปผล หรือผลลัพธ์ และการนำไปประยุกต์ใช้อาจจะทำให้ไม่ถูกต้องแม่นยำเท่าที่ควร

อย่างไรก็ตามสัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดินและค่าครึ่งชีวิตเป็นผลโดยตรงมาจากการสลายตัวของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ค่าต่างๆ ที่นำเสนอในตาราง (ตารางภาคผนวกที่ ก16) ควรจะมีการนำไปใช้เป็นแนวพิจารณาอย่างกว้างๆ ในเชิงเปรียบเทียบกับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นด้วยกัน (Wauchope *et al.*, 1992)

ตารางที่ 1 ค่าครึ่งชีวิต สัมประสิทธิ์การดูดซับของอินทรีย์คาร์บอนในดิน ดัชนีของฮอร์นสบี และศักยภาพในการชะล้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีการใช้ในพื้นที่ศึกษา

ศักยภาพในการชะล้าง (สูง ปานกลาง ต่ำ)	ค่าครึ่งชีวิต (วัน)	สัมประสิทธิ์การดูดซับ ของอินทรีย์คาร์บอน ในดิน (K_{oc})	ดัชนีของฮอร์นสบี
อีโพรอน (ปานกลาง)	150	10,000	667
เมทลามิโดฟอส (สูง)	6	5	8
โมนิโครโตฟอส (สูง)	30	1	น้อยกว่า 1
โปรไทโอฟอส (ปานกลาง)	12	2,000	1667
ไตรอะโซฟอส (ต่ำ)	18	5,000	มากกว่า 2000
พาราควอต (ต่ำ)	1,000	1,000,000	มากกว่า 2000

ที่มา : จาก Hornsby (1992) และ Wauchope *et al.* (1992)

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในดิน ตะกอนดิน และน้ำ

การใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่มักจะเกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยมักเกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

5.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำ การไหลบ่าของน้ำฝนบริเวณหน้าดินเป็นปัจจัยสำคัญของการแพร่กระจายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ลงสู่ดิน ตะกอน และแหล่งน้ำ (สมเจตน์ และคณะ, 2526)

5.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของสารกำจัดศัตรูพืช คุณสมบัติทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืช เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้สารกำจัดศัตรูพืชคงสภาพอยู่ในแหล่งน้ำ เช่น ความสามารถในการละลายน้ำของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ความสามารถในการระเหย การคงสภาพทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชในดิน รวมทั้งความเข้มข้นและสูตรเคมี (เปี่ยมศักดิ์, 2525) การละลายน้ำก็จัดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ถ้าละลายน้ำได้ดีก็จะสะสมในสิ่งแวดล้อมน้อยและจะสลายตัวได้เร็วกว่า (Edward, 1973)

5.3 องค์ประกอบของดิน ประกอบด้วยอนุภาคของทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่แหล่งกำเนิดของดินนั้นๆ นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย อนุภาคอินทรีย์สาร (organic matters) ตะกอนดินที่มีอนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์สารในปริมาณสูงจะมีการดูดซับสารอื่นๆ ได้ดี เพราะอนุภาคทั้งสองเล็กและละเอียดจะมีพื้นที่ผิวมากและมีประจุไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นประจุลบมากกว่าประจุบวก แต่ในบางโอกาสก็แสดงประจุบวกมากกว่าประจุลบ ความที่มีประจุไฟฟ้านี้เองเป็นเหตุให้อนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์สารแสดงการดูดซับสารอื่นๆ ได้ดี (สมเจตน์ และคณะ, 2526)

Bailey and White (1964) รายงานว่า คุณสมบัติของดิน มีผลต่อกิจกรรมของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดินแตกต่างกัน ซึ่งได้แก่ อินทรีย์วัตถุในดิน เนื้อดิน ค่าความเป็นกรด ด่างของดิน ความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchangeable capacity, CEC) องค์ประกอบของดิน พื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area) และอื่นๆ

6. พฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงและสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน

6.1 พฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน พฤติกรรมของปริมาณสารป้องกันกำจัดแมลงในดินขึ้นอยู่กับกระบวนการต่างๆ ดังนี้

6.2.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุดต่อพฤติกรรมและความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน (Bailey and White, 1964)

6.1.2 ปริมาณของดินเหนียว และชนิดของเนื้อดิน ปริมาณของดินเหนียว เป็นปัจจัยที่เกือบจะมีความสำคัญเท่ากับอินทรีย์วัตถุในดิน กล่าวคือ ดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากจะมี

พื้นที่ผิวมากกว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคทรายซึ่งเป็นเหตุให้สารป้องกันกำจัดแมลงตกค้างอยู่ได้นาน เพราะมีพื้นที่ผิวสำหรับดูดซับได้มากกว่า และชนิดของเนื้อดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจะพฤติกรรมและความคงทนอยู่ได้นานในดินเนื้อละเอียดมากกว่าในดินเนื้อหยาบ และชนิดของดินจะมีผลอย่างมากต่ออัตราการดูดซับสารป้องกันกำจัดแมลง (Edwards, 1973)

6.1.3 ปฏิกริยาดิน (soil reaction) ในสภาพของดินที่เป็นกรดจะดูดซับวัตถุที่มีพิษได้สูง อนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุปกติจะมีประจุลบ เมื่อสภาพของดินเป็นกรดจะทำให้โมเลกุลของสารป้องกันกำจัดแมลงดูดซับโปรตรอนเอาไว้แน่น (protonation) ทำให้เกิดมีประจุบวกขึ้น และทำให้เกิดการดูดซับขึ้น แต่สภาพดินเป็นกรดสูงเกินไป อนุภาคดินเหนียวจะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจน อีออน ทำให้การดูดซับสารป้องกันกำจัดแมลงลดลง (McEwen and Stephenson, 1979)

6.1.4 ปริมาณไอออนบวกที่เป็นโลหะในดิน มีผลต่อพฤติกรรมความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน ไอออนบวกที่เป็นโลหะหนักมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของวัตถุที่มีพิษ ดินที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่มากจะดูดซับความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลงได้มากกว่าดินธรรมดา (Barlow and Hadaway, 1955)

6.1.5 คุณสมบัติทางเคมีของวัตถุที่มีพิษ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีผลต่อพฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน เช่น ความคงตัวทางเคมีของสารป้องกันกำจัดแมลง ความสามารถในการระเหย ความสามารถในการระเหย ความสามารถในการละลายรวมทั้งความเข้มข้นและสูตรทางเคมี Harris and Lichtenstein (1961) พบว่า การระเหยของวัตถุที่มีพิษจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารในดิน ความชื้นของบรรยากาศเหนือดิน อุณหภูมิของดิน การถ่ายเทของอากาศเหนือดินและปริมาณความชื้นในดิน สารป้องกันกำจัดแมลงที่มีรูปแบบต่างๆ กัน เช่น ผงฝุ่น ผงละลายน้ำ และน้ำมันละลายน้ำ และมีผลอย่างมากต่อพฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน

6.1.6 อุณหภูมิ สารป้องกันกำจัดแมลงสูญหายไปจากดินได้โดยปฏิกิริยาเคมี การย่อยสลายโดยแบคทีเรีย และการระเหย ขบวนการต่างๆ เหล่านี้ต้องขึ้นอยู่กับอิทธิพลของอุณหภูมิของดิน ถ้าอุณหภูมิต่ำขบวนการต่างๆ เหล่านี้จะดำเนินไปช้า และสารป้องกันกำจัดแมลงจะสลายตัวช้าไปด้วย (ซัซพล, 2539)

6.1.7 การไถพรวน พฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงพืชในดินจะแตกต่างกันถ้าวิธีการเพราะปลูกแตกต่างกัน การไถพรวนดินในการทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องมีแนวโน้มช่วยลดความคงทนของพฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน (Lichenstein and Schulz, 1961)

6.2 พฤติกรรมของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน เมื่อมีการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืช โดยเฉพาะสารที่ใช้ทางดินนั้นจะสัมผัสโดยตรงกับดิน แต่สารที่ใช้ทางใบก็จะมีบางส่วนที่สัมผัสกับดินได้เช่นกัน เมื่อฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชแล้วจะเกิดการขังกับกระบวนการที่สำคัญ 3 อย่าง ดังนี้ (ทศพล, 2545)

6.2.1 กระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่

6.2.1.1 การระเหย (volatility) การระเหยออกจากบริเวณผิวดินของสารป้องกันกำจัดวัชพืช เป็นพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดการสูญเสียโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ซึ่งโดยปกติแล้วในสภาพที่อากาศร้อน แสงแดดจัด และลมแรง จะทำให้เกิดการสูญเสียโดยการระเหยออกจากผิวดินได้ในปริมาณมากขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่ อุณหภูมิ การเคลื่อนย้ายของน้ำขึ้นสู่ผิวดิน สารละลายที่มีอยู่ในน้ำ การเคลื่อนที่ของอากาศ และการถูกยึดสารโดยอนุภาคของดิน

6.2.1.2 การถูกชะล้าง เป็นการเคลื่อนย้ายสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดินที่ได้รับอิทธิพลจากการไหลของน้ำจากผิวดิน เกิดขึ้นหลายทิศทาง ทั้งในแนวดิ่งลงและด้านข้าง กล่าวคือการชะล้างเป็นกระบวนการนำพาโมเลกุลของสารจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในแนวดิ่ง ทำให้เกิดการสะสมสารในดินชั้นล่างและน้ำใต้ดิน ปัจจัยที่มีผลต่อการชะล้าง คือ โครงสร้างดิน (soil texture) ปริมาณที่สามารถซึมเข้าไปในดิน (soil permeability) ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน (volume of water flow) การดูดซับระหว่างสารกับอนุภาคดิน (adsorption of herbicide to soil particle) และความสามารถในการละลายน้ำของสาร (water solubility)

6.2.2 กระบวนการทางเคมี ได้แก่

6.2.2.1 การสลายตัวโดยแสงแดด เป็นการสูญเสียสารเคมีออกจากผิวดินในลักษณะหนึ่ง การสลายตัวโดยแสงเกิดขึ้นได้แสงแดดเป็นพลังงาน สามารถเปลี่ยนแปลงโมเลกุล

ของสารป้องกันกำจัดวัชพืชได้ การสลายตัวโดยแสง เกิดในสภาพที่มีแสงแดดจัด และสารป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดที่ทำปฏิกิริยากับแสง ซึ่งสามารถป้องกันการสลายตัวของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยแสงแดดได้โดยคลุกกับดิน (รังสิต, 2526)

6.2.2.2 การดูดซับประจุไอออนหรือโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืช จะดูดซับกับอนุภาคของดินเหนียวและซากของพืชที่อยู่ในดิน (humus) สารจะถูกดูดซับในสภาพที่ดินแห้งมากกว่าในสภาพที่ดินมีความชื้น สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีประจุบวกจะดูดซับกับดินเหนียวได้มากกว่าดินพวก humus และจะดูดซับกับดินเหนียวพวกมอนต์มอริลโลไนต์ (montmorillonite) ได้มากกว่าพวก kaolinite (Ross and Lembi, 1985)

6.2.2.3 การแลกเปลี่ยนประจุสารไควอต และพาราควอต ซึ่งมีประจุของสารเป็นบวก โมเลกุลของสารจะถูกดูดซับ และสามารถเกาะยึดแน่นกับอนุภาคของดิน ซึ่งมีประจุลบได้เป็นอย่างดี (ทศพล, 2545)

6.2.2.4 ปฏิกิริยาดิน (soil reaction) มีผลต่อการแลกเปลี่ยนประจุของสารป้องกันกำจัดวัชพืช เช่น 2, 4-D ตลอดจนมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินและการเจริญเติบโตของพืชด้วย (ทศพล, 2545)

6.2.2.5 ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในดิน การสลายตัวโดยปฏิกิริยาทางเคมีในดินอาจเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาต่างๆ ได้แก่ oxidation, reduction, hydrolysis หรือ hydration ทำให้เกิดเกลือที่ไม่ละลายน้ำ และเกิดสารเคมีที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งกระบวนการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพดิน และสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

6.2.3 การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน

จุลินทรีย์ในดินที่ทำให้เกิดการย่อยสลายโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่ พวก bacillus, fungi และ actinomycetes ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้พลังงานจากโมเลกุลของสารเพื่อนำไปใช้ ในกระบวนการหายใจ การสร้างโปรตีน และการขยายพันธุ์ หลังจากนั้นจึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การสลายตัวของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดินโดยจุลินทรีย์ เกิดจากกระบวนการที่เรียกว่า “การสลายตัวร่วม (cometabolism)” กล่าวคือ จะมีจุลินทรีย์มากกว่าหนึ่ง

ชนิดทำการย่อยสลายสาร เช่น พวกราย่อยสลายโดยกระบวนการ dealkylation ส่วนพวกแบคทีเรียย่อยสลายโดยกระบวนการ hydrolysis และ dehalogenation (Devine *et al.*, 1993)

7. ความคงทนและผลตกค้างของสารป้องกันกำจัดแมลงและสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน

7.1 ความคงทนและผลตกค้างของสารป้องกันกำจัดแมลงในดิน

7.1.1 ความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลง (persistence) หมายถึง ระยะเวลาที่สารป้องกันกำจัดแมลงสามารถสลายตัวอย่างสมบูรณ์ในสภาวะแวดล้อมปกติได้ในอัตราส่วนต่ำสุดร้อยละ 95 ต้องสืบเนื่องมาจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในอัตราปกติ (Stoker and Seager, 1976) ระดับความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลงมี 4 ระดับ (มโนชัย, 2528) คือ

ระดับไม่คงทน (non persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นาน 1 - 2 สัปดาห์

ระดับปานกลาง (moderate persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมนาน 1 - 18 เดือน

ระดับที่มีความคงทน (persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นาน 2 ปีขึ้นไป

ระดับไม่สลายตัว (permanent insecticides) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีโลหะหนักผสมอยู่

7.1.2 ความคงทนในสิ่งแวดล้อม หมายถึง ช่วงเวลาที่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์คงอยู่ในสิ่งแวดล้อม มักมีการแสดงด้วยค่าครึ่งชีวิต (half life) โดยช่วงค่าครึ่งชีวิตของแต่ละสารแตกต่างกัน บางชนิดอาจคงทนได้เป็นชั่วโมง, วัน, ปีหรือหลายปี (Helfrich *et al.*, 1996)

โดยทั่วไปค่าของครึ่งชีวิต มีสองรูป คือ เมื่อสารอยู่ในสิ่งแวดล้อม หรือเมื่ออยู่ในสิ่งมีชีวิต โดยมีปัจจัยภายนอกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น อุณหภูมิ แสง ค่าความเป็นกรดและด่างของดิน ความชื้น รวมถึงความสามารถของจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถย่อยสลายสารแต่ละชนิด ส่วนปัจจัยภายใน ได้แก่ ความสามารถของสิ่งมีชีวิตในการกำจัดสารนั้นออกนอกร่างกาย ความคงทนและความเป็นพิษของแต่ละสารจึงมีความแตกต่างกันไป ขึ้นกับองค์ประกอบหลักของ

สาร (parent compound) ด้วย เช่น คีดีที มีความคงทนในดินได้ 2-30 ปี แอตราซีนมีความคงทนในดินได้ 1-2 ปี (สุกมาศ, 2545) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

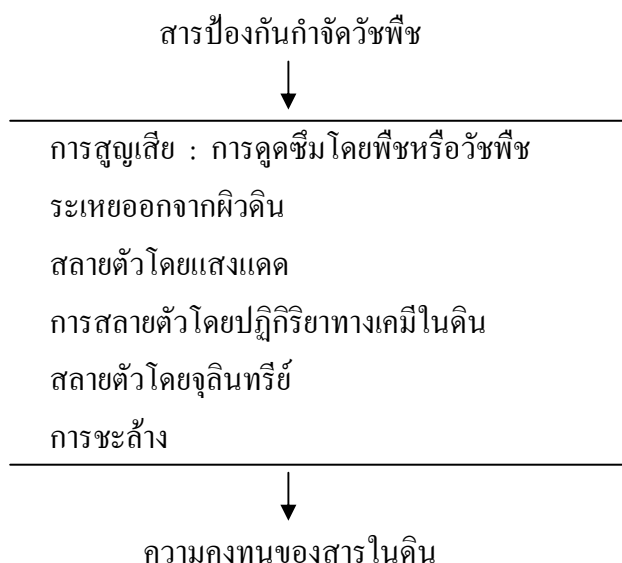
ตารางที่ 2 ความคงทนของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิดในดิน

กลุ่มของสารฆ่าศัตรูพืช	ความคงทน
ธาตุพิษ (เช่น สารหนู ตะกั่ว ปปรอท)	ตลอดไป
คลอรีนอินทรีย์ฆ่าแมลง (เช่น คีดีที บีเอชซี ดีลตริน)	2-30 ปี
ไตรอะซีนฆ่าวัชพืช (เช่น แอตราซีน ไซมาซีน)	1-2 ปี
กรดเบนโซอิกฆ่าวัชพืช (เช่น อะมิเบน ไดแคมบา)	2-12 เดือน
ยูเรียฆ่าวัชพืช (เช่น โมนูรอน ไดยูรอน)	2-10 เดือน
ฟีน็อกซีฆ่าวัชพืช (เช่น 2,4 - ดี 2, 4, 5 - ที)	1-5 เดือน
ฟอสเฟตอินทรีย์ฆ่าแมลง (เช่น มาลาไทออน ไดอะซินอน)	1-12 สัปดาห์
คาร์บาเมทฆ่าแมลง	1-8 สัปดาห์
คาร์บาเมทฆ่าวัชพืช	2-8 สัปดาห์

ที่มา : ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี (สุกมาศ, 2545)

7.2 ความคงทนและผลตกค้างของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน

ระยะเวลาที่สารป้องกันกำจัดวัชพืชมีฤทธิ์อยู่ในดิน เรียกว่า “ความคงทนของสารในดิน (soil persistence)” ส่วนอายุของสารที่มีการตกค้างในดิน เรียกว่า “ผลการตกค้างของสารในดิน (soil residue)” เมื่อสารป้องกันกำจัดวัชพืชถูกฉีดพ่น ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของการฉีดพ่นทางใบแบบหลังงอกหรือการฉีดพ่นทางดินแบบก่อนงอกโดยตรง โมเลกุลของสารเหล่านี้อาจมีค่าของความคงทน (persistence of herbicide) ในดินได้ในช่วงเวลายาวนานแตกต่างกันไป ซึ่งความคงทนของสารในดินนี้ ความจริงแล้วก็คือ ส่วนที่เหลือจากพฤติกรรมต่างๆ ที่ทำให้เกิดการสูญเสีย ได้แก่ การดูดซึมโดยพืชและวัชพืช การระเหยออกจากผิวดิน การสลายตัวโดยแสงแดดหรือโดยปฏิกิริยาทางในดิน การสลายตัวโดยจุลินทรีย์ในดิน และการชะล้าง (ทศพล, 2545) แสดงไว้ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเกิดความคงทนของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน

ที่มา : Ross and Lembi (1985)

8. ความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งมีชีวิต

อันตรายที่เกิดขึ้นแก่สิ่งมีชีวิตในระยะยาว เนื่องจากได้รับสารมีพิษเข้าสู่ร่างกายทีละน้อย และสะสมสารนั้นไว้ ในเนื้อเยื่อของร่างกาย พบว่าจะทำให้ระบบและวงจรต่างๆ ผิดปกติ และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ บางครั้งอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutagenic) หรือเกิดความผิดปกติในรุ่นลูกหลาน อันตรายที่เกิดจากการสะสมของสารมีพิษในห่วงโซ่อาหาร (food chain) ซึ่งมักจะเกิดจากสารมีพิษจำพวกที่สลายตัวช้าสะสมในสิ่งมีชีวิต ซึ่งอยู่ในระดับต่ำๆ ของห่วงโซ่อาหาร (trophic level) ซึ่งจะเป็อาหารของสัตว์อื่นๆ ต่อไปเป็นลำดับ สารมีพิษที่จะสะสมอยู่จะค่อยถูกสะสมเพิ่มทวีขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีทางเช่นนี้ สารมีพิษจะถูกถ่ายทอดออกสู่สิ่งมีชีวิตต่างๆ สะสมโดยเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น และเกิดอันตรายในที่สุด (นวลศรี, 2533)

อันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายและสามารถสะสมสารนั้นไว้ในเนื้อเยื่อของร่างกายได้ การรับผลกระทบจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสัตว์สามารถรับได้ 3 ทาง (นวลศรี, 2533) คือ

8.1 การเกาะติดกับผิวภายนอก (adsorption) โดยสัมผัสสารพิษตกค้างในน้ำทางผิวหนังโดยตรง ทำให้เกิดอาการเป็นพิษและสะสมที่บริเวณผิวหนัง

8.2 การซึมผ่านเนื้อเยื่อชั้นนอกเข้าไป (absorption) เช่น การซึมเข้าทางเนื้อเยื่อของเหงือก ได้รับเข้าสู่ร่างกายในระหว่างการหายใจผ่านทางเหงือก

8.3 การกินอาหารที่มีสารปนเปื้อนติดอยู่ (ingestion of contaminated food) ได้รับจากการกินน้ำที่มีสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสัตว์หรือเกิดจากการกินเหยื่อที่ได้รับสารพิษสะสมในร่างกาย เช่น การที่ปลากินแมลงที่ตายด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง ถ้าปลากินเข้าไปในปริมาณที่มากพอที่จะทำให้เกิดพิษและอาจตายในที่สุด การเกิดพิษจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นที่ได้รับสารพิษมาเรียกว่า secondary poisoning

การที่สิ่งมีชีวิตรับเอาสารพิษเข้าไปโดย passive transport ทำให้ความเข้มข้นของสารมลพิษในสิ่งมีชีวิต มีระดับสูงกว่าความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำ เรียกว่า bioconcentration เป็นการบอกถึงการสะสมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิต หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตต่อความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกลาง (ปกติเป็นน้ำ) ค่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินผลกระทบของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำ กระบวนการที่สะสมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตามระยะเวลาในสิ่งมีชีวิตหรืออวัยวะของสิ่งมีชีวิตนั้น เรียกว่า bioaccumulation สำหรับความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อยู่ระบบนิเวศ ซึ่งจะสูงขึ้นตามระดับของห่วงโซ่อาหารที่สูงกว่า (high trophic level) เรียกว่า biomagnification (กันทรีย์, 2540)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (biotransformation) มีความหมายเหมือนกับ metabolic conversion หรือ metabolic transformation โดยสารแปลกปลอมในร่างกายมักถูกเปลี่ยนรูปไปสารอนุพันธ์ที่ละลายน้ำได้ดีขึ้น เพื่อการขับถ่ายออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว สารอนุพันธ์อาจมีพิษลดลงหรือกว่าเดิมก็ได้ (กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2541)

สำหรับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีพิษเฉียบพลันสูง (acute poisoning) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase (ACh)

มีความเป็นพิษรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด มีผลกระทบต่อแมลงจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ความเป็นพิษ (toxicity) แตกต่างกันไปแต่ละชนิดของสาร เช่น methamidophos, phorate, demeton และ disulfoton เป็นกลุ่มที่มีความเป็นพิษสูงสุด ส่วนสาร malathion, ronnel และสาร tokuthion มีความเป็นพิษน้อยกว่า (Patnaik, 1997 ; Connell, 1997)

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟอรัส ส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนในแหล่งเกษตรกรรมและบริเวณใกล้เคียงที่มีการฉีดพ่นสารกลุ่มนี้ จนทำให้การปนเปื้อนไปสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งในแหล่งน้ำใช้ทางการเกษตร สัตว์น้ำ รวมทั้งแม่น้ำสายต่างๆ ทั่วประเทศ ซึ่งปริมาณที่ตรวจวิเคราะห์พบนั้นยังอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ ในระยะหลายปีที่ผ่านมา เกษตรกรหันมาใช้สารพิษกลุ่มนี้มากขึ้น เพราะมีความเป็นพิษค่อนข้างสูง ทำให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ผลดี แต่ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรสูงขึ้น เพราะมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase รวมถึงเมื่อมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำอาจเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในระยะหนึ่ง เนื่องจากการสลายตัวในสิ่งแวดล้อมเร็วกว่าสารกลุ่มออร์โนคลอรีน ถ้าหากมีการปนเปื้อนในปริมาณและความเข้มข้นสูงอาจเกินความสามารถในการรองรับของแหล่งน้ำได้เช่นกัน (กองวัตถุมีพิษการเกษตร, 2543)

Leng *et al.* (1995) กล่าวว่า เมื่อสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอยู่ในดินที่มีน้ำอยู่ปริมาณสูง และหรืออัตราการ desorption สูง สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะมีอัตราการย่อยสลายสูงตามไปด้วย โดยถ้ามีความชื้นในดิน (soil moisture content) สูง สามารถเพิ่มอัตราการระเหยของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชด้วย ส่วนอัตราการระเหย (volatilization rates) และกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต (biological activity) รวมทั้งในปฏิกิริยาเคมีของสารชนิดต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ (thermal reaction) ขององค์ประกอบในดินล้วนขึ้นกับอุณหภูมิทั้งสิ้น โดยที่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสลายตัวของสารอยู่ในช่วง 18-30 องศาเซลเซียส (± 1 องศา) ดังนั้น ความชื้นในดิน และความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และแสงแดด มีผลต่อการย่อยสลายตัวของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

9. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

9.1 ลักษณะทางกายภาพ

9.1.1 ที่ตั้งพื้นที่และอาณาเขต

บ้านบวกจั่นตั้งอยู่ห่างจาก อำเภอสะเมิง ไปทางทิศตะวันออกประมาณ 9 กิโลเมตร หรืออยู่ห่างจาก อำเภอแม่ริมทางทิศตะวันตกประมาณ 26 กิโลเมตร ทางซ้ายมือของทางหลวงหมายเลขที่ 1096 (อำเภอแม่ริม – อำเภอสะเมิง) และมีทางแยกเข้าหมู่บ้านบวกจั่น ระยะทางประมาณ 2.2 กิโลเมตร

9.1.2 สภาพพื้นที่ ธรณีสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดดิน

ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินเขาถึงพื้นที่สูงชันมาก มีพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดอยู่ระหว่างหุบเขา มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 20 - 75 % มีที่ราบเชิงเขาอยู่บริเวณด้านล่าง

บริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยปลาถ้าง และห้วยผาป่องซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำแม่สะเมิง อยู่ในเขตบ้านบวกจั่น บ้านปางตะ ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วยภูเขาสูงชัน โดยรอบทางด้านตะวันออก เหนือ และใต้ แล้วลาดเอียงไปทางทิศตะวันตก มีที่ราบและที่ลาดชันเล็กน้อยบริเวณหุบเขาเป็นแนวแคบๆ ความลาดชันส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 12 เปอร์เซ็นต์ ถึงชันกว่าร้อยละ 75 เปอร์เซ็นต์ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 560-1,292.77 เมตร โดยจุดสูงสุดอยู่บริเวณภูเขาสูงที่บ้านบวกจั่น และจุดต่ำสุดอยู่ปลายลุ่มน้ำห้วยปลาถ้าง

จากแผนที่ธรณีวิทยาประกอบกับการสำรวจในสนามพบว่า หินส่วนใหญ่ทางด้านตะวันตกของพื้นที่เป็นหินปูน หินดินดาน หินฟิลไลต์ หินชนวน และหินชีสต์ ที่อยู่ในยุค Ordovician มีอายุประมาณ 435-500 ล้านปี ส่วนด้านตะวันออกของพื้นที่พบหินดินดาน หินฟิลไลต์ หินชนวน และหินชีสต์ที่อยู่ในช่วงของยุค Carboniferous-Devonian มีอายุประมาณ 280-395 ล้านปี นอกจากนี้จะพบหินแกรนิตที่อยู่ในยุค Paleozoic Precambrian ซึ่งมีอายุประมาณมากกว่า 500-2,600 ล้านปี แต่เป็นบริเวณไม่กว้างนักทางด้านใต้ของบ้านบวกจั่น ซึ่งหินต่างๆ ถือเป็นหินที่มีอิทธิพลต่อ

การเกิดของดินในพื้นที่ และจากการที่มีหินปูนอยู่มากทำให้มีสภาพภูมิประเทศเป็นแบบคารสต์ (Karst topography) โดยมีลักษณะเป็นภูเขาที่มีหน้าผาสูงชันมีถ้ำและหลุมยุบ (กองสำรวจดิน, 2518)

9.1.3 สภาพแหล่งน้ำ

จากสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลาดชัน มีสภาพเป็นป่าสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำสายหลักคือห้วยปลาก้าง เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่โครงการ สำหรับใช้ในการอุปโภคบริโภค และมีส่วนนำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรมของเกษตรกร และสถานีเกษตรหลวงปางดะโดยเฉพาะการปลูกผักเป็นกิจกรรมหลัก และรองลงมาคือ การผลิตไม้ผล ในหมู่บ้านบวกจัน มีแหล่งน้ำซับบริเวณรอบๆ หมู่บ้าน และได้นำมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่แต่ยังไม่เพียงพอ การปลูกพืชส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (สำนักงานพัฒนาที่ดินที่สูง, 2545)

9.1.4 ลักษณะดิน

ส่วนใหญ่เป็นชุดดินดอยปุย (Doi Pui Series) เกิดจากการสลายตัวของหินไนส์ พบในสภาพพื้นที่ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดชันถึงเป็นภูเขาสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541) มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียว บางแห่งเป็นดินร่วนปนเศษหินมีสีน้ำตาลเข้มถึงสีเข้มของสีน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวจนถึงดินเหนียวสีเข้มของสีน้ำตาลปนแดงแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มหรือสีแดงในส่วนลึกของดิน ดินชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย ชุดดินนี้เป็นดินลึกมีการระบายน้ำดี มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลพาของของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็ว และมีความสามารถในการอุ้มน้ำปานกลาง ชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (กองสำรวจดิน, 2543)

9.1.5 สภาพภูมิอากาศ

จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) เฉลี่ยรายเดือนในรอบ 8 ปี (พ.ศ. 2536-2543) สถานีทดลองข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีปริมาณน้ำฝน 1,308.5 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนของวันฝนตก 119 วันต่อปี ช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนตกชุก มีปริมาณรวม 1,174.0 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 104 วัน ส่วน

ช่วงแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอากาศหนาวเย็น ในช่วงนี้มีปริมาณฝน 134.5 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 15 วัน จะเห็นว่าพื้นที่มีช่วงฝนและช่วงแล้งอย่างชัดเจน มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.1-26.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 14.0 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.3 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 72.8-96.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ ก10)

9.2 ลักษณะทางเศรษฐกิจ และสังคม

ลักษณะทางเศรษฐกิจภายในหมู่บ้าน ปัจจุบันเกษตรกรมีรายได้หลักมาจากภาคการเกษตร เกษตรกรมีรายได้ 5,000 – 30,000 บาทต่อครัวเรือนต่อปี โดยการปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ คือ กะหล่ำปลี ผักกาดหัว แครอท ผักสลัด กุหลาบ เยอบีร่า และลิ้นจี่ ปัญหาที่สำคัญคือ ปัญหาราคาสินค้าผลผลิตตกต่ำ และการถูกพ่อค้าคนกลางเอารัดเอาเปรียบ ในขณะที่ปัจจัยการผลิตที่มีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนค่าเมล็ดพันธุ์พืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545 ข)

ลักษณะทางสังคมภายในหมู่บ้าน ระดับการศึกษาของสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ชาวบ้านมีความเชื่อถือนับถือขนบธรรมเนียมประเพณีดั้งเดิม ชาวชนรุ่นใหม่นิยมเข้าไปทำงานในเมืองเชียงใหม่ หรืออาศัยเพื่อการศึกษา ส่วนผู้สูงอายุอยู่ในหมู่บ้านประกอบอาชีพทำไร่ ทำสวน ปัจจุบันประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของชาวบ้านได้รับการศึกษาตามเกณฑ์ของภาครัฐ โดยเริ่มตั้งแต่ระดับชั้นเด็กเล็ก (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543)

9.3 การถือครองที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

9.3.1 ลักษณะถือครองที่ดิน

เกษตรกรมีที่ดินถือครองเฉลี่ยประมาณ 9.97 ไร่ต่อครัวเรือน โดยคนที่อาศัยอยู่ในเมืองมีที่ดินถือครองเฉลี่ย 7.30 ไร่ต่อครัวเรือน ในขณะที่ชาวไทยภูเขาเผ่าม้งมีที่ดินถือครองเฉลี่ยประมาณ 14.89 ไร่ต่อครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นที่ดินของตนเองแต่ไม่มีเอกสารสิทธิ์การถือครองที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545 ข)

9.3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

อาชีพหลักของชาวบ้านเป็นอาชีพทางการเกษตร โดยการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ลักษณะของการเพาะปลูกในพื้นที่ศึกษา ทั้งในพื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการเพาะปลูกพืชในลักษณะเดียวกัน คือ ไม้ดอก ไม้ผล พืชผัก และพืชไร่ โดยมีวิธีการเพาะปลูก การดูแลรักษา และการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในลักษณะเดียวกัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2534)

ไม้ดอกที่นิยมปลูก คือ เขือบีรา กุหลาบ ดาวเรือง และเบญจมาศ ปัจจุบันปลูกเป็นการค้าและปลูกเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เกษตรกรลงทุนในด้านการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูง และการดูแลรักษาผลผลิตที่ได้ส่วนมากได้รับการส่งเสริมจาก มูลนิธิโครงการหลวง (สำนักงานการเกษตรที่สูง, 2536)

ไม้ผลที่นิยมปลูก คือ พลับ ลิ้นจี่ อะโวคาโด และบัว เป็นการปลูกไม้ผลแบบผสมผสานกันหลายชนิด ปลูกเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ ผลผลิตที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นไม้เมืองหนาว การดูแลรักษาก่อนข้างยุ่งยาก (สำนักงานการเกษตรที่สูง, 2536)

พืชผักที่นิยมปลูก คือ ผักกาดหัว กะหล่ำปลี แครอทแดง และผักสลัดเกษตรกรจะเพาะกล้าไว้ประมาณ 2-3 อาทิตย์ แล้วจะย้ายกล้าไปปลูกที่แปลงปลูกซึ่งเป็นแปลงขนาดเล็กมีการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชค่อนข้างสูงและถี่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2534)

พืชไร่ที่นิยมปลูก คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันฝรั่ง ถั่วแดงหลวง และข้าวไร่ การปลูกบำรุงดูแลรักษาจะอาศัยน้ำฝนอย่างเดียว อาจมีการใส่ปุ๋ยยูเรีย เพื่อเร่งการเจริญเติบโตหลังปลูกประมาณ 20-30 วัน การป้องกันกำจัดศัตรูมีเล็กน้อยเนื่องจากเป็นพืชไร่ ส่วนมากเป็นการปลูกและปล่อยตามธรรมชาติ มีการใช้สารป้องกันและกำจัดวัชพืช ก่อนการทำไร่ และใส่ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนแล้วนำไปตากแห้ง และเก็บไว้ในยุ้งฉาง (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543)

การเลี้ยงสัตว์ ประชากรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงสุกร ไข่บริโภค และในงานพิธีกรรมต่างๆ (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543)

เนื่องจากบริเวณพื้นที่ทำการเกษตรในหมู่บ้านบวจัน ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินเขาถึงพื้นที่สูงชันมาก กรมพัฒนาที่ดินจึงเข้ามาดำเนินการจัดการดินและน้ำโดยใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ เช่น ขันบันไคดิน ขันบันไคดินแบบต่อเนื่อง คันคูขอบเขา คันดินขอบเขา การปลูกหญ้าแฝกและอื่นๆ และพื้นที่บางส่วนที่ยังไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ การใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรส่วนใหญ่จะทำการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝน พืชผักที่นิยมปลูกคือ กะหล่ำปลี ผักกาดหัว แครอท และผักสลัดในบางพื้นที่ที่มีน้ำตลอดปีเกษตรกรจะนิยมปลูกไม้ดอก ได้แก่ กุหลาบ และเชอบร้า (สำนักงานพัฒนาที่ดินที่สูง, 2544)

9.4 ลักษณะทั่วไปของแปลงเกษตรกรรมที่ทำการศึกษา

9.4.1 แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

เป็นแปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช นิคมในการปลูกพืชตลอดช่วงของฤดูกาลเพาะปลูก พ.ศ. 2546 (ดังแสดงในภาพที่ 3) ลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20-45% ลักษณะของดินมีเนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนเหนียวเป็นดินชุดดินคอยปุย (Doi Pui Series) ลักษณะของการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกพืชในอดีตตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 – 2545 (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539) เกษตรกรใช้เป็นแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาก่อน สลับกับการปลูกผักกะหล่ำปลี มีการใช้สารพาราควอต ในการกำจัดวัชพืชก่อนฤดูกาลเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง และมีการใช้สารไตรอะโซฟอส และสารโปรไทโอฟอส เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชระหว่างการปลูกกะหล่ำปลี ในปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2546 ใช้เป็นแปลงควบคุม โดยจะไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชชนิดใดๆ ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก เพื่อเปรียบเทียบผลตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างๆ

9.4.2 แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว

ลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20-45% ลักษณะของแปลงมีการปลูกหญ้าแฝกกันเป็นแนวจำนวน 2 แถว ขวางตามแนวนอนของแปลง (ดังแสดงในภาพที่ 4) ลักษณะดินเป็นดินชุดดินคอยปุย (Doi Pui Series) มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียว บางแห่งเป็นดินร่วนปนเศษหินมีสีน้ำตาลเข้มถึงสีเข้มของสีน้ำตาลปนแดง ลักษณะของการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกในอดีต

ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 - 2545 (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539) เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สลับกับการปลูกกะหล่ำปลี โดยมีการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชพาราควอต ก่อนฤดูกลเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง และในระหว่างการเพาะปลูกมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงสารไตรอะโซฟอส และสารโปรไทโอฟอส ในปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2546 เกษตรกรปลูกผักกะหล่ำปลี มีการกำจัดวัชพืช 1 ครั้ง ในช่วงก่อนทำการเพาะปลูกในช่วงเดือนเมษายน โดยฉีดพ่นสารพาราควอต ในอัตรา 2 ลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ในช่วงฤดูกลเพาะปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 เกษตรกรฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงสารเมทามีโดฟอส และสารอีไรออน จำนวน 4 ครั้ง ในการฉีดพ่นใช้สารเมทามีโดฟอส และสารอีไรออนในอัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชคาร์เบนดาซิม จำนวน 4 ครั้ง ในอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร



ภาพที่ 3 ลักษณะของแปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

8.4.3 แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ

เป็นแปลงที่มีหญ้าขึ้นตามธรรมชาติตามคันดินในแนวขวางบนพื้นที่แปลง และบริเวณขอบแปลง (ดังแสดงในภาพที่ 5) ลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20-45% ลักษณะ

ดินเป็นดินชุดดินดอยปุย (Doi Pui Series) มีเนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ลักษณะการใช้ที่ดินในการเพาะปลูก และการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีลักษณะเช่นเดียวกับแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว



ภาพที่ 4 ลักษณะของแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว

8.4.4 แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา

ลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20-45% ลักษณะของแปลงมีการสร้างเป็นคูรับน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินบริเวณท้ายแปลง ตามลักษณะของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ดังแสดงในภาพที่ 6) ลักษณะดินเป็นดินชุดดินดอยปุย (Doi Pui Series) มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว บางแห่งเป็นดินร่วนปนเศษหินมีสีน้ำตาลเข้มถึงสีเข้มของสีน้ำตาลปนแดง ลักษณะของการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกและการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีลักษณะเช่นเดียวกับแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว และแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ



ภาพที่ 5 ลักษณะของแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ



ภาพที่ 6 ลักษณะของแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา

8.4.5 แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

ลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20-45% ลักษณะของแปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเป็นแปลงธรรมชาติที่ไม่มีระบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ดังแสดงในภาพที่ 7) และมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ลักษณะการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกพืชผักและการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีลักษณะเช่นเดียวกับแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ และแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา



ภาพที่ 7 ลักษณะของแปลงที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำ ในภาคสนาม

1.1 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ขวดแก้วสีชาขนาด 2.5 ลิตร กล้องโพรบ สำหรับใส่ขวดแก้วสีชา ปากกาเคมี และกระดาษขาว

1.2 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ สว่านเจาะดิน (auger) ถุงพลาสติกขนาดต่างๆ ปากกาเคมี และกระดาษขาว

1.3 อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ได้แก่ พลั่วตักดิน ถุงพลาสติกขนาดต่างๆ ปากกาเคมี และกระดาษขาว

1.4 กระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) สำหรับห่อตัวอย่างดิน และตะกอนดินก่อนใส่ถุงพลาสติก

1.5 ถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง

1.6 ถาดสำหรับตากดิน และตะกอนดิน

2. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น

2.1.1 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 50, 100, 250, 500, 1000 มิลลิลิตร

2.1.2 ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

2.1.3 กรวยแยก (separatory funnel with stop cork)

2.1.4 ขวดก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 250, 500, 1000 มิลลิลิตร

2.1.5 คอลัมน์แก้ว (chromatographic column) เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร

2.1.6 ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 10, 25, 50, 100 มิลลิลิตร

2.1.7 ขวดแก้ว (vials) ขนาด 1.5, 5, 10 มิลลิลิตร

2.1.8 กรวยกรอง (funnel)

2.1.9 ใยแก้ว (glass wool)

2.1.10 ลูกแก้ว (glass bead)

2.2 เครื่องระเหยลดปริมาตร (rotary vacuum evaporator)

2.3 เครื่องเขย่า (rotary shaker)

2.4 กระดาษกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 5 และชั้นดักตัวอย่าง

2.5 เครื่องชั่งหยาบและเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)

2.6 เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) เป็นต้น

2.7 เครื่องตรวจวิเคราะห์แก๊สโครมาโตกราฟ (gas chromatograph) สำหรับตรวจวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสของบริษัท Hewlett Packard รุ่น 6890 พร้อม auto injector HP 6890 ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ตัวตรวจ (detector) ชนิด : Flame Photometric Detector (FPD)

สถานะ (mode) : Splitless

คอลัมน์ (column) : DB-1701, 30 m. $\times$ 0.32 mm. $\times$ 0.25 μ m.

ปริมาณสารที่ฉีดเข้าเครื่อง (injection volume) : 1.0 ไมโครลิตร

ก๊าซตัวพาชนิด carrier gas : ฮีเลียม (He) อัตราการไหล 1.4 มิลลิลิตรต่อนาที

ก๊าซตัวพาชนิด make up gas : ไนโตรเจน (N_2) อัตราการไหล 30 มิลลิลิตรต่อนาที

: อากาศ (Air) อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที

: ไฮโดรเจน (H_2) อัตราการไหล 4 มิลลิลิตรต่อนาที

โปรแกรมอุณหภูมิ รวมเวลาทั้งหมด 52.50 นาที โดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น (initial temperature) 80 องศาเซลเซียส อยู่ที่อุณหภูมิเริ่มต้นเป็นเวลา (initial time) 2.00 นาที จากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเปลี่ยนไปตามลักษณะการทำงานของเครื่องดังนี้

อุณหภูมิเริ่มต้น (องศา)	เวลาเริ่มต้น (นาที)	อัตราการเปลี่ยนแปลง (องศาต่อนาที)	อุณหภูมิสุดท้าย (องศา)	เวลาคงอยู่ (นาที)
80	2.00	10.00	150	1.00
		8.00	194	2.00
		1.00	200	2.00
		1.00	220	1.00
		5.00	250	1.00

2.8 ในการตรวจวิเคราะห์สารพาราควอต ใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) แบบ double beam ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV – 2401 และใช้ความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร

3. สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.1 เมททิลีนคลอไรด์ (methylene chlorine), เอทิลอะซิเตท (ethyl acetate), เฮกเซน (hexane) และอะซิโตน (acetone) ชนิดฟิอาร์ (Pesticide grade)

3.2 โซเดียมซัลเฟตไร้ น้ำ (sodium sulphate anhydrous)

3.3 โซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว (Sat. NaCl)

3.4 ไฮโดรคลอริกแอซิด (2 N HCl)

3.5 แอมโมเนียมคลอไรด์ (2.5 % NH_4Cl)

3.6 แอมโมเนียมคลอไรด์อิ่มตัว (Sat. NH_4Cl)

3.7 น้ำกลั่น

3.8 กรดซัลฟิวริกแอซิด (18 M H_2SO_4)

3.9 อ็อกทานอล (octanol)

3.10 สารละลายมาตรฐานของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 25 ชนิด ได้แก่

- | | | | |
|------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 1) dichlorvos | 2) methamidophos | 3) mevinphos | 4) diazinon |
| 5) omethoate | 6) dicrotophos | 7) monocrotophos | 8) chlorpyrifos-methyl |
| 9) dimethoate | 10) malathion | 11) chlorpyrifos-ethyl | 12) parathion methyl |
| 13) fenitrothion | 14) parathion | 15) pirimiphos-methyl | 16) pirimiphos-ethyl |
| 17) prothiophos | 18) methidathion | 19) profenofos | 22) azinphos-ethyl |
| 21) triazophos | 22) EPN | 23) phosmet | 24) ethion |
| 25) phosalone | | | |

3.11 สารละลายมาตรฐานของสารป้องกันกำจัดวัชพืชพาราควอต (paraquat)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ทำการศึกษา ณ สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง บ้านบวกจั่น ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

1. การคัดเลือกพื้นที่

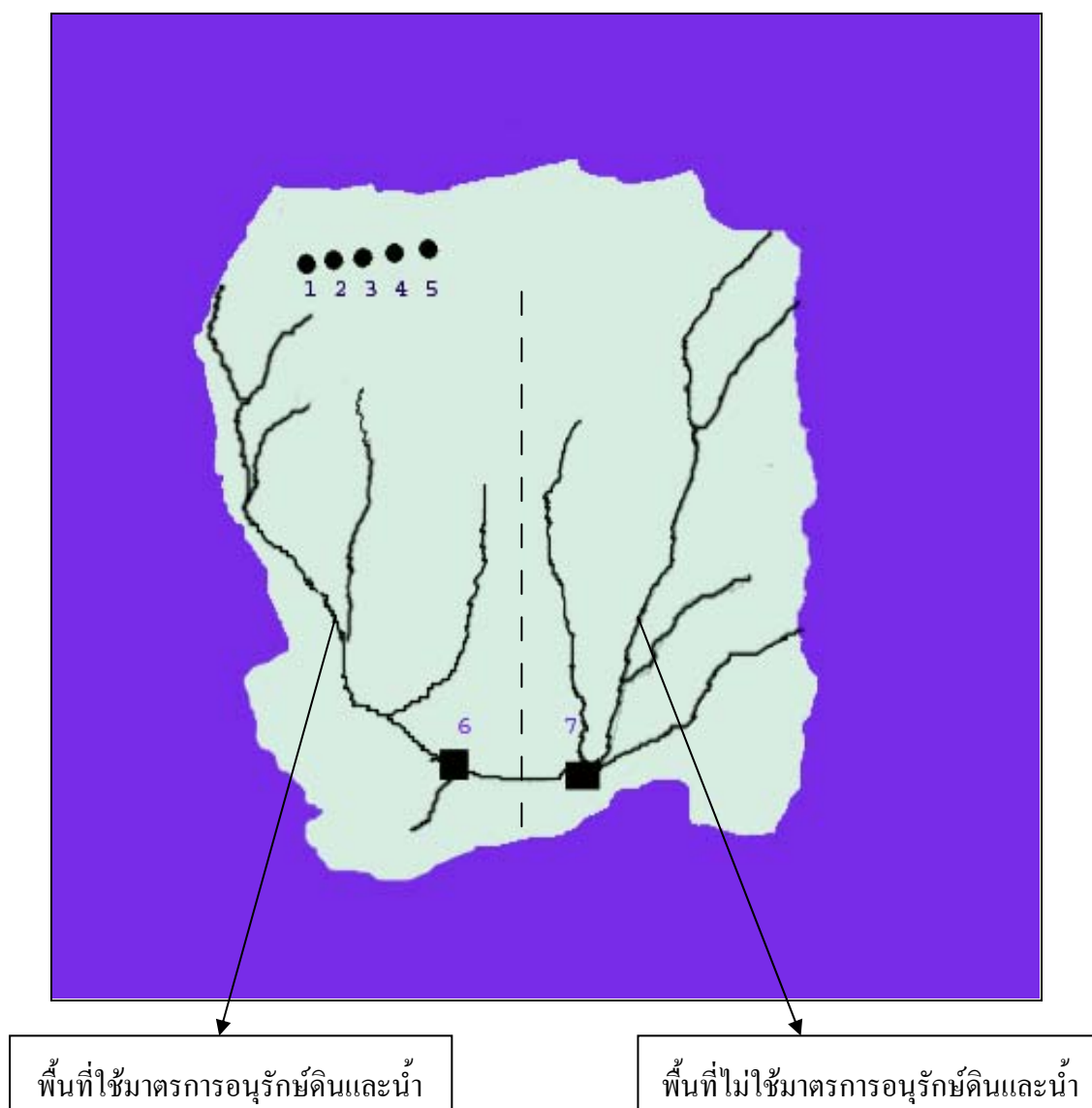
ในการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกพื้นที่แปลงเกษตรกรรมที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ และพื้นที่ใช้และไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนี้

1.1 แปลงเกษตรกรรมที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ จำนวนทั้งหมด 5 แปลง ซึ่งได้แก่

1. แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
2. แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว
3. แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ
4. แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา
5. แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

เป็นตัวแทนของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้แปลงเกษตรกรรมแปลง 2, 3, 4 และ 5 มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเหมือนกันทุกแปลง ยกเว้นแปลงเกษตรกรรม 1 ไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นแปลงเปรียบเทียบผลการศึกษา โดยแต่ละแปลงลักษณะการเพาะปลูกพืชเหมือนกัน คือ การปลูกกะหล่ำปลี แต่ละแปลงมีขนาดเท่ากัน คือ มีขนาด 10×20 เมตร ทุกๆ แปลงได้สร้างบ่อดักตะกอนดิน และน้ำ ไว้ที่บริเวณท้ายแปลง

1.2 พื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีขนาดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 500 ไร่ เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการจัดการดินและน้ำเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีขนาดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 450 ไร่ เป็นตัวแทนของพื้นที่ไม่มีการจัดการดินและน้ำเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ พื้นที่ทั้งสองได้มีการสร้างอาคารวัดน้ำไว้บริเวณด้านล่างของพื้นที่ (ภาพที่ 8)



- หมายเหตุ 1 = แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 2 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว
 3 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ
 4 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา
 5 = แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 6 = จุดเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และน้ำ พื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
 7 = จุดเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และน้ำ พื้นที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
 — = เส้นแบ่งเขตพื้นที่ใช้และไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพที่ 8 ขอบเขตพื้นที่ที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่ไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2. การเก็บข้อมูลพื้นฐานในภาคสนาม

โดยใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย ข้อมูลด้านการเกษตร ข้อมูลด้านการเกษตรกรรม ข้อมูลด้านปัจจัยการผลิตทางการเกษตร การใช้สารเคมี ชนิด และอัตราการใช้

สัมภาษณ์เกษตรกรทั้งหมดจำนวน 50 ราย โดยแบ่งเป็น พื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจำนวน 25 ราย และพื้นที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจำนวน 25 ราย

3. วิธีการเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำ

3.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกรรมที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ได้แก่ แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช, แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว, แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ, แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา และแปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ก่อนฤดูการเพาะปลูกพืช (วันที่ 13 เมษายน 2546) และหลังฤดูการเพาะปลูกพืช (วันที่ 13 ตุลาคม 2546) ใช้วิธีการกำหนดขนาดแปลงปลูกพืชขนาด 10×20 เมตร โดยเก็บแปลงละ 5 จุดด้วยสว่านเจาะดิน (auger) ที่ระดับความลึกต่างๆ กัน คือ 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 และ 60-80 เซนติเมตร ตามตำแหน่งที่แสดงในภาพที่ 8 นำตัวอย่างดินที่ระดับความลึกเดียวกันทั้ง 5 จุด มาผสมรวมกัน

3.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

3.2.1 การเก็บตะกอนดินจากแปลงเกษตรกรรมที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ โดยเก็บตัวอย่างหลังจากมีฝนตกนานประมาณ 1 ชั่วโมง จากบ่อคัดตะกอนดินและน้ำบริเวณท้ายแปลงเกษตรกรรมของทุกแปลง (ดังแสดงในภาพที่ 9 และ 12) ตลอดช่วงระยะเวลาของการเพาะปลูกผักกะหล่ำปลี (วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2546 ถึง วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2546)

3.2.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณอาคารวัดน้ำ โดยเก็บตะกอนดินที่ตกอยู่บริเวณอาคารวัดน้ำ ของพื้นที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ดังแสดงในภาพที่ 10 และ 11) เก็บรวบรวมตัวอย่างตะกอนดินในบริเวณอาคารวัดน้ำ เก็บตัวอย่างตะกอนดินเดือนละ 2 ครั้ง โดยมีระยะห่างกันประมาณ 15 วัน ในช่วงระหว่างวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2546 ถึง วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2546

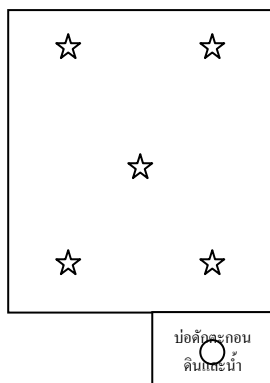
วิธีเก็บตัวอย่างตะกอนดินแปลงเกษตรกรรม และบริเวณอาคารวัดน้ำ ตักตัวอย่างตะกอนดินประมาณ 1 กิโลกรัม ห่อด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ บรรจุใส่ถุงพลาสติก รัดยางที่ปากถุงให้แน่นก่อนการปนเปื้อน การเก็บตัวอย่างตะกอนดินทุกครั้งต้องเก็บบริเวณเดิมหรือใกล้เคียง

3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำจากแปลงเกษตรกรรมที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ในช่วงระยะเวลาการปลูกพืช เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อคักตะกอนดินและน้ำบริเวณท้ายแปลงของทุกๆ แปลง (ภาพที่ 12) เก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาที่มีฝนตก ช่วงระหว่างวันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2546 ถึง วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2546

3.3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณอาคารวัดน้ำของพื้นที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำทุกเดือนๆ ละ 2 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันประมาณ 15 วัน โดยเก็บครั้งละ 2 ตำแหน่งคือ จุดน้ำเข้าและจุดน้ำออกของอาคารวัดน้ำ(ภาพที่ 11) ช่วงระหว่างวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2546 ถึง วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546

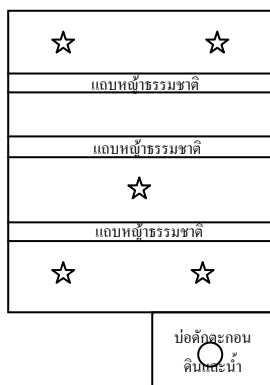
วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำแปลงเกษตรกรรม และบริเวณอาคารวัดน้ำ ใส่ในขวดสีชา ปริมาตร 2,500 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส โดยการแช่น้ำแข็งหรือแช่เย็น เพื่อรักษาสภาพก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางเคมี



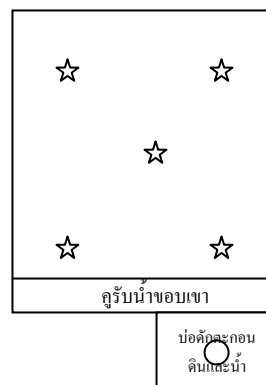
แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและ
ไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช



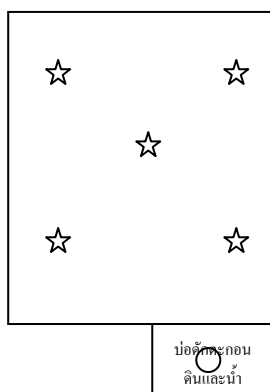
แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบ
แถบหญ้าแฝกแถวเดียว



แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบ
แถบหญ้าธรรมชาติ



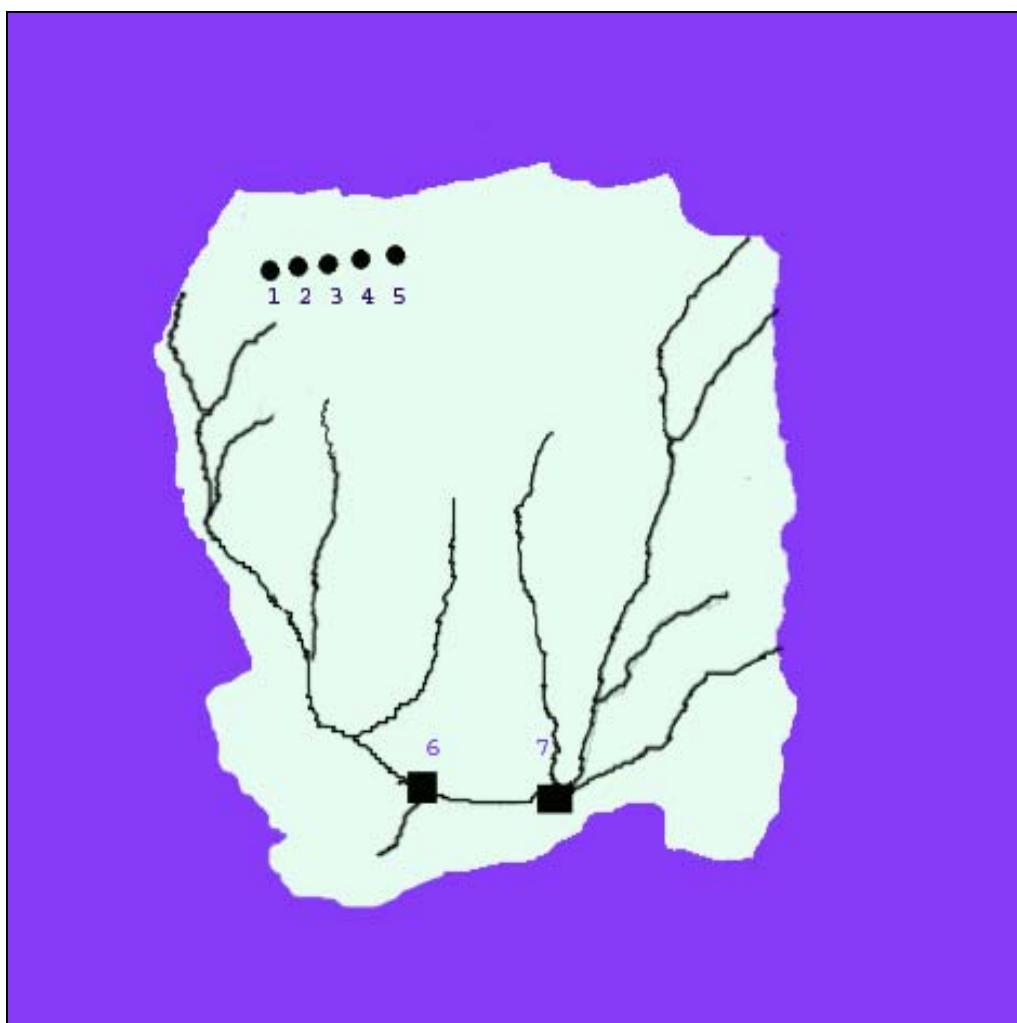
แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบ
คูรับน้ำขอบเขา



☆ = จุดเก็บตัวอย่างดิน
○ = จุดเก็บตัวอย่างตะกอนดินและน้ำ

แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและ
มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

ภาพที่ 9 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำในแปลงเกษตรกรรมที่ใช้มาตรการอนุรักษ์
ดินและน้ำต่างๆ



- หมายเหตุ
- 1 = แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 - 2 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าแฝกแถวเดียว
 - 3 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบแถบหญ้าธรรมชาติ
 - 4 = แปลงอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขา
 - 5 = แปลงไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 - 6 = จุดเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และน้ำ พื้นที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
 - 7 = จุดเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และน้ำ พื้นที่ที่ไม่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพที่ 10 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอนดินบริเวณอาคารวัดในพื้นที่ที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ที่ไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพที่ 11 ลักษณะอาคารวัดน้ำสำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และตัวอย่างน้ำ ในพื้นที่ที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ที่ไม่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพที่ 12 ลักษณะบ่อดักตะกอนดินและน้ำบริเวณท้ายแปลงเกษตรกรรมที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ สำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนดิน และตัวอย่างน้ำ

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

4.1 วิธีการวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดแมลง

วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ โดยดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างของ EQSD (1987) ส่วนตัวอย่างดิน และตะกอนดิน วิเคราะห์โดยวิธีของ Beroza and Sherma (1977)

4.1.1 วิธีการสกัดตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำ 800 มิลลิลิตร มาใส่กรวยแยกขนาด 1,000 มิลลิลิตร สกัดด้วยเอทิลอะซิเตท จำนวน 3 ครั้ง ในปริมาตร 100, 50 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยใช้เวลาสกัดครั้งละประมาณ 3 นาที นำสารละลายที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตทกรองผ่านโซเดียมซัลเฟตไร้น้ำ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยลดปริมาตรที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เก็บในเอทิลอะซิเตทชนิดฟือร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

4.1.2 วิธีการสกัดตัวอย่างดิน และตะกอนดิน

นำตัวอย่างดิน และตะกอนดินมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง บดให้ละเอียดพร้อมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำตัวอย่างดิน หรือตะกอนดิน ตัวอย่างละ 20 กรัม มาทำให้อิ่มตัวด้วยเอทิลอะซิเตท 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องสกัดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง กรองสารละลายที่สกัดได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง เก็บในเอทิลอะซิเตทชนิดฟือร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

4.2 วิธีการวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดวัชพืชพาราควอต

วิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร (อ้างอิง) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์จากวิธีการของ Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists ที่อ้างถึงโดย Corneliussen *et al.* (1984)

4.2.1 วิธีการสกัดตัวอย่างน้ำ

4.2.1.1 นำตัวอย่างน้ำ 500 มิลลิลิตร มาสกัดโดยติดตั้งอุปกรณ์ burette ขนาด 50 มิลลิลิตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร) อุดปลายด้วยใยแก้ว เป็นคอลัมน์

4.2.1.2 ชั่ง cation exchange resin 5 กรัม ละลายน้ำเทใส่ในคอลัมน์ ไขน้ำทิ้งให้ท้องน้ำตะกอน cation exchange resin

4.2.1.3 ล้างคอลัมน์ด้วยโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้ท้องน้ำตะกอน cation exchange resin

4.2.1.4 ล้างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้ท้องน้ำตะกอน cation exchange resin

4.2.1.5 นำตัวอย่างน้ำ 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในคอลัมน์ ไขทิ้งให้อัตราการไหล 10 – 12 มิลลิลิตรต่อนาที จนตัวอย่างหมดให้ท้องน้ำตะกอน cation exchange resin

4.2.1.6 ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.1.7 ล้างคอลัมน์ด้วย 2N HCl 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.1.8 ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.1.9 ล้างคอลัมน์ด้วย 2.5% NH_4Cl 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.1.10 ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไซทิงอัตราการไหล 5 มิลลิลิตร ต่อนาที

4.2.1.11 ล้างคอลัมน์ด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์อิ่มตัว 50 มิลลิลิตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที รองรับสารละลายด้วยขวดปริมาตรที่มีฝาปิดขนาด 50 มิลลิลิตร

4.2.1.12 นำสารละลายที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของสารพาราควอต ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ในช่วงความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร

4.2.2 วิธีการสกัดตัวอย่างดิน และตะกอนดิน

4.2.2.1 นำตัวอย่างดิน หรือตะกอนดินมาตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง บดให้ละเอียด ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

4.2.2.2 ชั่งตัวอย่างดิน หรือดินตะกอนแห้งจำนวน 25 กรัม ใส่ในขวดใส่ตัวอย่างขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 65 มิลลิลิตร และเติม 18M H_2SO_4 35 มิลลิลิตร ตามลำดับ ใส่ลูกแก้วและอ็อกทานอล 1 มิลลิลิตร

4.2.2.3 นำไปต้มสกัดด้วยเครื่อง reflux เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ล้าง reflux condenser ด้วยน้ำ 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรตัวอย่างให้ได้ 300 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปกรองด้วยเครื่อง suction flask โดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 5 ล้างด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง เทใส่กรวยแยก 1 ลิตร

4.2.2.4 นำตัวอย่างที่ได้มาสกัดโดยติดตั้งอุปกรณ์ burette ขนาด 50 มิลลิลิตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร) อุดปลายด้วยใยแก้วเป็นคอลัมน์

4.2.2.5 ชั่ง cation exchange resin 5 กรัม ละลายน้ำเทใส่ในคอลัมน์ ไซทิงให้ห้องน้ำแต่ละบน cation exchange resin อย่าให้แห้ง

4.2.2.6 ล้างคอลัมน์ด้วยโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 20 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้ท้องน้ำ
ตะเบน cation exchange resin

4.2.2.7 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งให้ท้องน้ำตะเบน cation exchange
resin

4.2.2.8 นำสารละลายที่สกัดได้จากตัวอย่างดิน หรือตะกอนใส่ลงในคอลัมน์
ไขทิ้งให้อัตราการไหล 5 มิลลิลิตรต่อนาที จนตัวอย่างหมดให้ท้องน้ำตะเบน cation exchange resin

4.2.2.9 ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ไขทิ้งอัตราการไหล 5 มิลลิลิตร
ต่อนาที

4.2.2.10 ล้างคอลัมน์ด้วย 2N HCl 100 มิลลิลิตร ไขทิ้งอัตราการไหล 3 – 4
มิลลิลิตรต่อนาที ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ไขทิ้งอัตราการไหล 3 – 4 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.2.11 ล้างคอลัมน์ด้วย 2.5% NH_4Cl 50 มิลลิลิตร ไขทิ้งอัตราการไหล 3 – 4
มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.2.12 ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ไขทิ้งอัตราการไหล 3 – 4
มิลลิลิตรต่อนาที

4.2.2.13 ล้างคอลัมน์ด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์อิ่มตัว 50 มิลลิลิตร อัตราการ
ไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที รองรับสารละลายด้วยขวดปริมาตรที่มีฝาปิดขนาด 50 มิลลิลิตร

4.2.2.14 นำสารละลายที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของสารป้องกันกำจัด
วัชพืช พาราควอตด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ช่วงความยาวคลื่น 396 นาโนเมตร

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างสารป้องกัน
และกำจัดโรคพืชคาร์เบนดาซิมในตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของ

เครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ และวิธีการศึกษาค่อนข้างยุ่งยาก งบประมาณในการใช้จ่ายค่อนข้างสูง รวมถึงระยะเวลาที่จะทำการศึกษามีน้อย

5. การคำนวณหาปริมาณของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

5.1 การคำนวณหาความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดแมลง โดยวิธีการคำนวณของ Beroza and Sherma (1977)

เมื่อทราบชนิดของสารป้องกันกำจัดแมลง นำพื้นที่ใต้พีค (peak) ของสารละลายมาตรฐานเทียบกับสารละลายตัวอย่าง โดยคำนวณหาความเข้มข้นดังสูตรต่อไปนี้

ความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดแมลงในตัวอย่างน้ำ มีหน่วยเป็นส่วนต่อพันล้านส่วน (พีพีบี)

$$= \frac{CAa}{VBb} \times 10^3$$

ความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงในตัวอย่างดิน และ ตะกอนดิน มีหน่วยเป็นส่วนต่อล้านส่วน (พีพีเอ็ม)

$$= \frac{CAa}{WBb}$$

- เมื่อ
- C = ปริมาณสารป้องกันกำจัดแมลงในสารละลายมาตรฐาน (นาโนกรัม)
 - A = พื้นที่ใต้ peak ของสารละลายตัวอย่าง (ตารางเซนติเมตร)
 - B = พื้นที่ใต้ peak ของสารละลายมาตรฐาน (ตารางเซนติเมตร)
 - a = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ปรับครั้งสุดท้าย (มิลลิลิตร)
 - b = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ฉีดเข้าเครื่อง (มิลลิลิตร)
 - V = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)
 - W = น้ำหนักของตัวอย่างดิน และตะกอนดิน (กรัม)

5.2 การคำนวณหาความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดวัชพืชพาราควอต โดยวิธีการคำนวณของCorneliussen *et al.* (1984)

เมื่อทราบค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) นำมาเทียบกับสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่าง โดยคำนวณหาความเข้มข้นดังสูตรต่อไปนี้

ความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำ มีหน่วยเป็นส่วนต่อล้านส่วน (พีพีเอ็ม)

$$= \frac{V}{W} \times C$$

เมื่อ V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ปรับครั้งสุดท้าย (มิลลิลิตร)

C = ค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่ตรวจวัดได้ (พีพีเอ็ม)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดิน ตะกอนดิน และน้ำ (กรัมหรือมิลลิลิตร)

6. การหาประสิทธิภาพการคืนกลับ (% recovery)

เนื่องจากกระบวนการสกัดสารป้องกันกำจัดแมลงและสารป้องกันกำจัดวัชพืชมีความซับซ้อน ทำให้สารป้องกันกำจัดแมลง และสารป้องกันกำจัดวัชพืช มีการสูญหายจากการสกัด จึงจำเป็นต้องหาปริมาณสารป้องกันกำจัดแมลงและสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่แน่นอน เพื่อหาประสิทธิภาพการคืนกลับของวิธีการทดสอบที่ใช้สกัดตัวอย่างและความเชื่อถือของข้อมูลที่ได้ในการศึกษา และการคำนวณค่าประสิทธิภาพการคืนกลับของวิธีการทดสอบโดยหาได้จากสูตรของ Wells (1993) ดังนี้

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(\text{Spiked} - \text{Sample})}{\text{Amount added}} \times 100 \%$$

spiked = ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้ใส่ลงในตัวอย่างก่อนการสกัด

sample = ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่พบในตัวอย่างที่นำมาทำ recovery (control)

amount added = ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (ความเข้มข้นเดียวกับที่ใช้ใส่ลงในตัวอย่าง)

การหาประสิทธิภาพการคืนกลับของสารป้องกันกำจัดแมลงในตัวอย่างน้ำและดิน โดยนำตัวอย่างน้ำ 800 มิลลิลิตร และตัวอย่างดิน 20 กรัม มาเติมสารมาตรฐานอีโทอน โปรไทโอฟอส และไตรอะโซฟอส ชนิดละ 1.0 พีพีเอ็ม และสกัดตามวิธีการ 4.1.1 และ 4.1.2 สำหรับสกัดตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างดินตามลำดับ ทดสอบ 3 ซ้ำ และตรวจวิเคราะห์โดยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ หาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น และคำนวณเป็นประสิทธิภาพการคืนกลับของสาร แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินที่ไม่เติมสารป้องกันกำจัดแมลง พบว่าประสิทธิภาพการคืนกลับของสารป้องกันกำจัดแมลงในวิธีสกัดตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน มีค่า 78.80 และ 77.07 ตามลำดับ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางผนวกที่ ก8)

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ ประสิทธิภาพของเครื่องสามารถวิเคราะห์สารตกค้างได้ต่ำสุด คือ 0.01 พีพีเอ็ม

การหาประสิทธิภาพการคืนกลับของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ในตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน โดยนำตัวอย่างน้ำ 500 มิลลิลิตร และตัวอย่างดิน 25 กรัม เติมสารมาตรฐานพาราควอต 1.0 พีพีเอ็ม และสกัดตามวิธีการ 4.2.1 และ 4.2.2 สำหรับสกัดตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินตามลำดับ ตัวอย่างน้ำ ทดสอบ 3 ซ้ำ และตัวอย่างดินทดสอบ 2 ซ้ำ นำมาตรวจวิเคราะห์โดยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ หาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น และนำมาคำนวณเป็นประสิทธิภาพการคืนกลับของสาร แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำและดินที่ไม่เติมสารป้องกันกำจัดวัชพืช พบว่าประสิทธิภาพการคืนกลับของสารพาราควอต ในวิธีสกัดตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน มีค่า 79 .00 และ 87.94 ตามลำดับ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางผนวกที่ ก9)

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ประสิทธิภาพของเครื่องสามารถวิเคราะห์สารตกค้างได้ต่ำสุด คือ 0. 1 พีพีเอ็ม

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

7.1 นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในดินมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (univariate analysis of variance) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows เวอร์ชัน 12.0

7.2 นำปริมาณสารพิษตกค้างมาหาค่าโดยเฉลี่ย (ดังแสดงในตารางที่ 28, 29, 30, 31 และ 32) เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ต่อปริมาณการตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

8. สถานที่และระยะเวลาทำการศึกษาวิจัย

8.1. สถานที่ดำเนินการวิจัย

8.1.1 เก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างตะกอนดิน และตัวอย่างน้ำ ดำเนินการที่ สถานีวิจัยการพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง บ้านบวกจั่น ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

8.1.2 วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

8.2. ระยะเวลาทำการศึกษาวิจัย

เริ่มทำการศึกษาวิจัยตั้งแต่เดือน เมษายน พ.ศ. 2546 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547