

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย :** ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย :** การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
กิจกรรมที่ 4 : ศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรมย่อย : 4.1 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในนาข้าวและ พืชไร่ ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และ สิ่งแวดล้อม
3. **ชื่อการทดลอง :** 4.1.3 ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน
ชื่อการทดลอง : Risk Assessment of 2,4-D Used in Paddy Field
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : เอกราช สิทธิมงคล กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.
ผู้ร่วมงาน : วรวิทย์ สุจิธรรม กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.
สิริพร เหลืองสุนกุล กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.

5. บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัชพืชการเกษตร โดยศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน ทำการศึกษาที่ตำบลลี้ซัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูปลูกตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2555 – กันยายน 2555 โดยเกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83-84 เปอร์เซนต์ SL อัตราสูงสุดตามคำแนะนำบนฉลาก เพื่อเป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัชพืชชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario) การฉีดพ่น 2,4-D ใช้ถึงสัปดาห์หลัง จะเริ่มหลังจากข้าวออก 2 อาทิตย์ เพียงครั้งเดียว หลังจากฉีดพ่น เก็บตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษา มาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของ 2,4-D แล้วประเมินผลกระทบจากการฉีดพ่น 2,4-D ต่อสภาพแวดล้อม ตั้งแต่วันที่ฉีดพ่นถึง 15 วันหลังการฉีดพ่น ผลการศึกษาพบว่าหลังการฉีดพ่น 2,4-D ในนาข้าว ตรวจพบสารพิษ

2,4-D ในน้ำปริมาณ <0.02- 0.17 ไมโครกรัม/ลิตร ในดินพบ 2,4-D ปริมาณ <0.008-0.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในตะกอนพบ 2,4-D ปริมาณ <0.020-0.024 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งสารพิษ 2,4-D จะมีปริมาณลดลงหลังการฉีดพ่น พบสารพิษในน้ำปริมาณสูง ส่วนสารพิษในดินและในตะกอนตรวจพบในปริมาณค่อนข้างต่ำ ค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของ 2,4-D ในน้ำเท่ากับ 3 วัน ในดินเท่ากับ 8 วัน และในตะกอนเท่ากับ 58 วัน

6. คำนำ

ข้าวที่ชาวนาใช้ปลูกทั่วไป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ใช้ปลูกในประเทศไทยมากกว่า 100 พันธุ์ ข้าวปลูกเป็นพันธุ์ข้าวที่ถูกคัดเลือกให้มีลักษณะที่ต้องการเช่นผลผลิตสูง ข้าวสารมีสีขาว ใส คุณภาพหุงต้ม นุ่มและหอม ไปจนถึงร่วนแข็ง ต้านทานต่อโรคหรือแมลงที่สำคัญ ข้าวพันธุ์หนึ่งจะมีลักษณะทางการเกษตรต่างๆ เหมือนกันและคงตัว คือในพันธุ์เดียวกันจะมีลักษณะ สีใบ ทรงกอ ความสูง การออกรวง สีเปลือก สีข้าวกล้อง เหมือนกันและคงตัว และทุกพันธุ์จะมีลักษณะสำคัญคือเมล็ดจะสุกแก่ใกล้เคียงกันคือหลังบานดอกแล้วประมาณ 28-30 วัน พร้อมทั้งจะถูกเก็บเกี่ยวและถูกมัดให้หลุดจากรวง คือจะไม่สุกแก่ก่อนเวลาไม่หลุดร่วงเองได้ง่ายๆ และข้าวเปลือกจะไม่มีหางหรือถ้ามีก็จะสั้นมาก

ในประเทศไทยมีการทำนาหลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีวัชพืชหลายชนิด ที่มีความทนต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ จึงเป็นไปได้ยากที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้มีวัชพืชเกิดเลย วัชพืชในน่าน้ำฝน ได้แก่ หญ้าข้าวรก หญ้าดอกขาว ผักปอดนา ขาเขียด กกทราย ผักแว่น เป็นต้น (กรมการข้าว, 2550)

การควบคุมและกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าว ที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ส่วนใหญ่เป็นวิธีดั้งเดิม เช่น การเตรียมดินปลูกที่ดีและการใช้แรงงานถอนกำจัดวัชพืช แต่การถอนวัชพืชด้วยมือในนาหว่านข้าว จะกระทำได้อย่างสิ้นเปลืองแรงงาน มีค่าใช้จ่ายสูง และทำลายต้นข้าวขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชค่อนข้างต่ำอีกด้วย การจัดการวัชพืชแบบผสมผสาน (Integrated Weed Management) เป็นการควบคุมและกำจัดวัชพืชที่เป็นระบบอย่างต่อเนื่อง มีการนำวิธีการหลายๆ วิธีมาใช้ร่วมกัน องค์ประกอบของการจัดการวัชพืช เช่น การจำแนกชนิดวัชพืช วิธีการเขตกรรม การใช้อัตราปลูกที่เหมาะสม การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม การปลูกพืชร่วมระบบและการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ประโยชน์จากมวลชีวภาพมาใช้ร่วมกัน หรืออาจจะประสานกับการปฏิบัติด้านอื่นๆ ด้วย เพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์โดยประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่จะตามมาอีกด้วย

การควบคุมและกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแบบที่รวดเร็วและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรในประเทศไทยคือการใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม chlorophenoxyacetic acid ประโยชน์หลักใช้สำหรับกำจัดวัชพืชใบกว้าง (broad-leaf weed) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulator) ในพืชใบเลี้ยงคู่เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ในทางการค้า นอกจาก 2,4-D ในรูป acid ที่ใช้เป็นสารออกฤทธิ์แล้วยังมีอนุพันธ์ที่เป็นเกลือและเอสเทอร์จำนวนหลายสาร

2,4-D ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมถูกย่อยสลายไปอย่างรวดเร็ว ในอากาศทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน กับอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ในน้ำเกิดปฏิกิริยาการแตกสลายด้วยน้ำได้โดยมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในดินถูกย่อยสลายโดย

ชีวภาพ 2,4-D มีพิษเฉียบพลันน้อย หรือไม่มีพิษเฉียบพลัน ในสิ่งมีชีวิตในน้ำในสปีชีส์ต่างๆ และสะสมในน้ำในสิ่งมีชีวิตเล็กน้อย

ในสัตว์ทดลองการได้รับ 2,4-D ทางปากมีพิษเฉียบพลันน้อยถึงมีพิษเฉียบพลันปานกลาง 2,4-D ก่อให้เกิดมะเร็งเต้านมในหนู rat เพศเมีย มะเร็งต่อมน้ำเหลืองชนิด lymphosarcoma ในหนูทั้งสองเพศ เนื่องจากไม่มีข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยาการเกิดมะเร็งในมนุษย์อย่างแน่ชัด ดังนั้น International Agency for Research on Cancer (IARC) จึงกำหนดให้สารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม chlorophenoxy herbicides อยู่ในกลุ่ม 2B คืออาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (possibly carcinogenic to humans) อย่างไรก็ตามคณะกรรมการพิจารณาสารพิษก่อมะเร็งของ U.S. EPA กำหนดให้ 2,4-D เป็นสารในกลุ่ม (category) D ไม่เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (not classifiable as to human carcinogenicity)

ประเทศไทยได้มีประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อ วัตถุอันตราย พ.ศ. 2546 ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 กำหนดให้ 2,4-D; 2,4-D dimethylammonium; 2,4-D diolamine;

2,4-D olamine; 2,4-D trolamine; 2,4-D isopropyl; 2,4-D butotyl; 2,4-D butyl; และ 2,4-D isoctyl เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 หมายความว่า การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครอง ต้องได้รับใบอนุญาตจากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่

- 1.1 ผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83-84 เปอร์เซนต์ SL
- 1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอน ได้แก่ แครงตักน้ำและตะกอน
- 1.3 ขวดพลาสติกใส่น้ำ
- 1.4 ขวดแก้วใส่ตะกอน
- 1.5 ถังพลาสติกใส่ดิน
- 1.6 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (soil auger)
- 1.6 เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ
- 1.7 เครื่องที่มีระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System; GPS)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- 2.1 เครื่องแก้วที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ separatory funnel, erlenmeyer flask, cylinder, beaker, round bottom flask, filtering funnel และ pipette เป็นต้น

2.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารมาตรฐาน ได้แก่ volumetric flask, volumetric pipette

2.3 เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ สารเคมีสำหรับใช้ในการสกัด การเตรียมสารมาตรฐาน และปรับปริมาตรตัวอย่าง ชนิด analytical grade (AR) และ pesticide grade (PR) เช่น acetone, hexane, petroleum ether, ethyl acetate, dichloromethane, sulfuric acid, sodium sulphate (granule 12-16 mesh), aluminium oxide 90 active neutral (70-230 mesh), silica gel (20-120 mesh) etc.

2.4 สารพิษมาตรฐาน 2,4-D ความบริสุทธิ์ 98.50%

2.5 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่งหยาบ, เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance), เครื่อง ultrasonic bath, เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator, เครื่องลดปริมาตรชนิด

nitrogen evaporator และเครื่อง Gas Chromatograph (GC) พร้อมตัวตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD)

วิธีการ

1. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 สำรวจและเลือกพื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทานที่เหมาะสม เป็นนาข้าวของคุณสิทธิชัย สงวนทรัพย์ พื้นที่ 6 ไร่ 3 งาน พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ร่องน้ำรอบคันนาลึกประมาณ 1 เมตร เพื่อใช้เลี้ยงปลาธรรมชาติ น้ำมีลักษณะขุ่น โดยจะทำการไถหว่านนาข้าวในเดือนพฤษภาคม 2555 เพื่อรอช่วงต้นฤดูฝน ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 4 เดือน ฉีดพ่น 2,4-D ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร เพื่อป้องกันกำจัดวัชพืช 1 ครั้ง เพื่อเป็นการฉีดคุมวัชพืช จะเริ่มหลังจากข้าวออก 2 อาทิตย์ การฉีดพ่นสารพิษใช้เครื่องยนต์สะพายหลัง

1.2 สารพิษ 2,4-D ที่ใช้เป็นของเหลวใส สูตรเข้มข้น 83-84 เปอร์เซ็นต์ SL ใช้อัตราอัตราส่วนสูงสุดตามที่แนะนำบนฉลากในการฉีดพ่น เป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัตถุพิษชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario)

1.3 เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง นำขวดเก็บน้ำและขวดเก็บตะกอน ทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำและ acetone แล้วปล่อยให้แห้ง ส่วนดิน เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก เตรียมอุปกรณ์เก็บดิน แครงเก็บน้ำและตะกอน

1.4 เก็บดิน น้ำ และตะกอน ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในร่องน้ำก่อนเริ่มการฉีดพ่นสารพิษ ไปวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ซึ่งอาจมีตกค้างอยู่เดิมในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษก่อนเริ่มการทดลอง เป็นค่าตั้งต้นก่อนที่จะมีการใช้สารพิษในแปลง (Reference value)

1.5 เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ภายหลังจากฉีดพ่น ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D เพื่อหาอัตราการสลายตัวของ 2,4-D ในตัวอย่างต่างๆ เป็นระยะดังนี้

- 1) ภายหลังจากฉีดพ่น 0 วัน (1 ชั่วโมงภายหลังจากฉีดพ่น)
- 2) ภายหลังจากฉีดพ่น 1 วัน
- 3) ภายหลังจากฉีดพ่น 3 วัน
- 4) ภายหลังจากฉีดพ่น 5 วัน
- 5) ภายหลังจากฉีดพ่น 7 วัน
- 6) ภายหลังจากฉีดพ่น 15 วัน

2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเบื้องต้น

2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำ

โดยทั่วไปถ้าไม่มีลักษณะใส สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรกมาก ให้กรองด้วย Glass wool จนได้สารละลายใส

2.2 การเตรียมตัวอย่างดิน และตะกอน

กรณีที่ตัวอย่างดินมีสิ่งอื่นๆ ปนมา เช่น เศษหิน เศษพืช ให้เก็บออกก่อน หลังจากนั้นตากดิน และตะกอนในภาตสแตนเลสที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งดิน/ตะกอนมีความชื้นประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ แล้วบดย่อยให้กระจายเป็นก้อนเล็กจนละเอียด เทใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทกันความชื้น ถ้ายังไม่วิเคราะห์ในทันที ต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ ต้องตั้งตัวอย่างทิ้งไว้รอจนถึงอุณหภูมิห้อง จึงจะชั่งน้ำหนักดิน/ตะกอน และต้องชั่งใส่ petridish อีก 50 กรัม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเวลาเดียวกัน

3. การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน (Their *et al.*, 1996)

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำ ตวงน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปรับ pH ≤ 2 เติม 100 methanol : ethyl ether (2:8) เขย่าโดยใช้ separatory funnel shaker นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไซ methanol : ethyl ether (2:8) ชั้นบนกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม 10 M sodium hydroxide 10 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator แล้วเติม methanol : conc. Sulfuric acid (9:1) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม hexane 10 มิลลิลิตร และ sodium hydrogen carbonate 15 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในดิน และตะกอน ชั่งดิน 20 กรัม เติม 100 methanol : water (8:2) เขย่า โดยใช้ shaker นาน 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เติม 10 M sodium hydroxide 10 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร และ 3 M sulfuric acid 25 มิลลิลิตร กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator แล้วเติม methanol : conc. Sulfuric acid (9:1) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม hexane 10 มิลลิลิตร และ sodium hydrogen carbonate 15 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน sodium sulfate anhydrous

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/ECD

เครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษ 2,4-D ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

Mode : splitless

GLC column : DB 1701 capillary, ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร, สารเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector = 230 °C, detector = 300 °C

oven program : 80 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\text{ }^{\circ}\text{C/นาที}}$ 220 °C (2 นาที) $\xrightarrow{1\text{ }^{\circ}\text{C/นาที}}$ 235 °C (1 นาที) $\xrightarrow{20\text{ }^{\circ}\text{C/นาที}}$ 240 °C (1 นาที) $\xrightarrow{25\text{ }^{\circ}\text{C/นาที}}$ 265 °C (12 นาที) $\xrightarrow{20\text{ }^{\circ}\text{C/นาที}}$ 280 °C (8 นาที)

carrier gas : helium flow 1.4 มิลลิลิตร/นาที

make up gas : nitrogen flow 30 มิลลิลิตร/นาที

injection volume : 1 ไมโครลิตร

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 – เดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง

1. นาข้าวของคุณสิทธิชัย สงวนทรัพย์ พื้นที่ 6 ไร่ 3 งาน ตำบลลิ่งชัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
2. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D ในตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/ECD ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4-D ในตัวอย่าง

น้ำ ได้ค่า recovery อยู่ในช่วง 70-75 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1-2 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนในตัวอย่างดินละเอียดก่อน ได้ค่า recovery อยู่ในช่วง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.04-0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ก่อนเริ่มการฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D ได้เก็บตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในนาข้าวและร่องน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ซึ่งอาจมีตกค้างอยู่เดิมในสภาพแวดล้อม เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษก่อนเริ่มการทดลอง เป็นค่าตั้งต้นก่อนที่จะมีการใช้สารพิษในแปลง (Reference value) ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่าน้ำ ดิน และตะกอนในนาข้าว ไม่มีสารพิษทางการเกษตร 2,4-D ตกค้าง หลังจากนั้นได้เริ่มการปฏิบัติงานฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ในแปลงทดลอง โดยจะฉีดพ่นเพียงครั้งเดียวก่อนการหว่านเมล็ดข้าวเพื่อกำจัดวัชพืช ใช้เกษตรกรจำนวน 2 คนในการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D สูตร 83-84 เปอร์เซ็นต์ SL ซึ่งเป็นของเหลวใส ใช้อัตราอัตราส่วนสูงสุดตามที่แนะนำบนฉลากในการฉีดพ่น เป็นการศึกษาหาข้อมูลในกรณีที่มีการใช้วัชพืชชนิดนี้อย่างเต็มที่ (worst case scenario) ใช้ถังสะพายหลังฉีดพ่น ในขณะที่ฉีดพ่นมีกระแสลมแรงปานกลาง ทำให้มีการฟุ้งกระจายของสาร 2,4-D ในบริเวณกว้าง

ภายหลังการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ได้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำรอบแปลงทดลอง รวมทั้งดิน และตะกอน ในแปลงทดลอง นำตัวอย่างทั้งหมดมาสกัดสารพิษตกค้างตามวิธีการของตัวอย่างแต่ละชนิด ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง 2,4-D ด้วยเครื่อง GC/ECD ผลการวิเคราะห์หลังฉีดพ่น 1, 3, 5, 7, 10 และ 15 วัน ในตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ตรวจพบสารพิษตกค้าง 2,4-D เฉลี่ย สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ได้ดังนี้

หลังการฉีดพ่น 2,4-D ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) ปริมาณ 0.16 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนหลังการฉีดพ่น 2,4-D ในวันแรกตรวจพบสารพิษ 2,4-D 0.39 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งมีปริมาณมากกว่าวันฉีดพ่น เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน จึงทำให้มีการชะล้างของสารพิษ 2,4-D บนต้นข้าวลงสู่ น้ำ และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงตามลำดับ จนถึงวันที่ 7 หลังการฉีดพ่น และหลังจากนั้นตรวจไม่พบสารพิษในทุกตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 1

ในตัวอย่างดิน ตรวจพบสารพิษ 2,4-D ในวันที่ฉีดพ่นในปริมาณ 0.031 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงตามลำดับ จนถึงวันที่ 15 หลังการฉีดพ่นมีปริมาณ 0.008 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 2,4-D ในดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และหลังจากนั้นตรวจไม่พบสารพิษในทุกตัวอย่าง ส่วนในตัวอย่างตะกอน ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่นในปริมาณ 0.022 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณสารพิษค่อยๆ ลดลงถึงวันที่ 3 หลังการฉีดพ่น จนมีปริมาณค่อนข้างคงที่ ถึงวันที่ 15 หลังการฉีดพ่น เนื่องจากสารพิษ 2,4-D ได้ถูกชะโดยน้ำฝนจากต้นข้าว และดินในแปลงลงสู่แหล่งน้ำ จากนั้นสารพิษ 2,4-D จะค่อยๆ ตกค้างในตะกอน เมื่อเวลาผ่านไป 3-15 วันหลังการฉีดพ่น จึงทำให้ปริมาณสารพิษ 2,4-D ยังคงมีปริมาณคงที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง

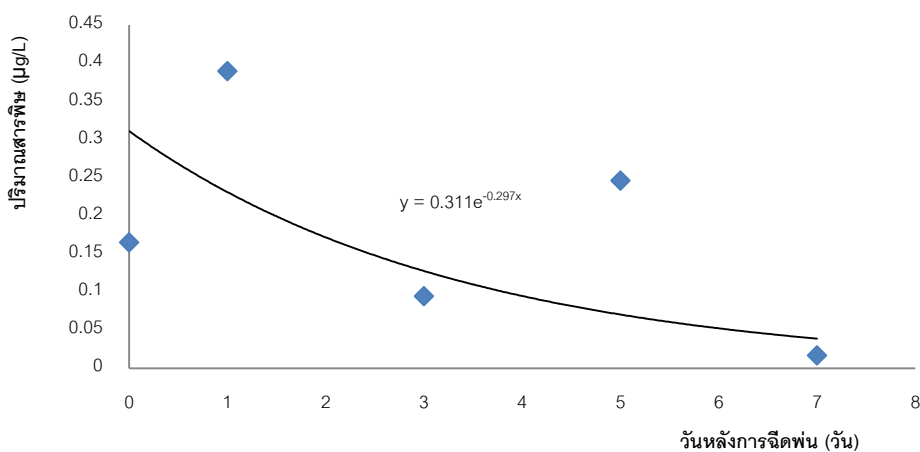
ตารางที่ 1 ค่าปริมาณเฉลี่ยสารพิษตกค้าง 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน ในช่วงเวลาต่างๆ

วันหลังการฉีด พ่น (วัน)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยใน น้ำ (มก/ลิตร)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยใน ดิน (มก/กก)	ปริมาณ 2,4-D เฉลี่ยใน ดิน (มก/กก)
0	0.17	0.031	0.024
1	0.39	0.014	0.022
3	0.09	0.013	0.020
5	0.25	0.034	0.019
7	0.02	0.013	0.018
10	ND	0.008	0.019
15	ND	0.008	0.020

หมายเหตุ : ND = Non Detectable หมายถึงตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

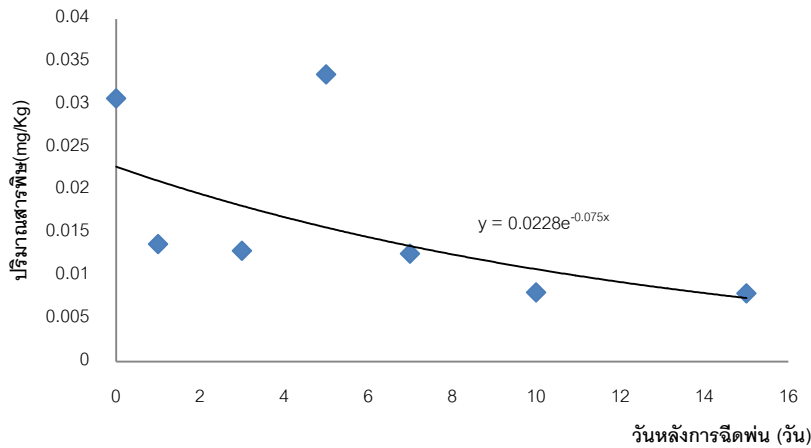
การคำนวณค่าครึ่งชีวิต (half- life, $t_{1/2}$) ของสาร 2,4-D ในน้ำ ดิน และตะกอน ในการทดลองซึ่งคำนวณจากข้อมูลปริมาณสารพิษเฉลี่ยที่ตรวจพบในการฉีดพ่น โดยเก็บตัวอย่างหลังฉีดพ่น 1, 3, 5, 7, 10 และ 15 วัน นำมาคำนวณการสลายตัวหลังการฉีดพ่น ได้ค่า half-life ของ 2,4-D ในน้ำเท่ากับ 3 วัน ในดิน เท่ากับ 8 วัน และในตะกอนเท่ากับ 58 วัน ดังแสดงในภาพที่ 1-3

ปริมาณ 2,4-D ในน้ำ



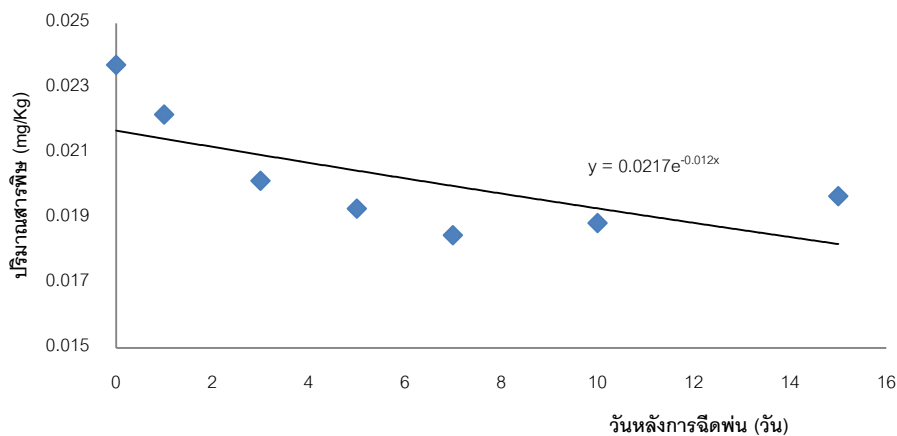
ภาพที่ 1 ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในน้ำช่วงเวลาต่าง ๆ

ปริมาณ 2,4-D ในดิน



ภาพที่ 2 ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในดินช่วงเวลาต่าง ๆ

ปริมาณ 2,4-D ในตะกอน



ภาพที่ 3 ปริมาณสารพิษ 2,4-D ในตะกอนช่วงเวลาต่าง ๆ

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว นอกเขตชลประทาน พบว่าหลังการฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D ในนาข้าว สูตร 83-84 เปอร์เซ็นต์ SL เพื่อกำจัดวัชพืชนาข้าว ทำให้สารพิษปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน และตะกอน อีกทั้งเป็นฤดูฝน อาจมีการชะสารพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียง และอาจถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหารไปยังสัตว์น้ำและพืชน้ำได้ ซึ่งพืชน้ำและสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารของมนุษย์ด้วยเช่นกัน แม้ว่าปริมาณการปนเปื้อนจะค่อนข้างต่ำ การสลายตัวค่อนข้างเร็ว มีความเป็นพิษในระดับพืชน้ำน้อยถึงพืชน้ำ

ปานกลางก็ตาม เกษตรกรควรระมัดระวัง และป้องกันตนเองจากการได้รับพิษขณะฉีดพ่น ต้องสวมใส่อุปกรณ์ ในการป้องกันการได้รับสารพิษ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลาก เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการใช้ วัฏภูมิพิษ และเพื่อเป็นการบริหารจัดการควบคุมวัฏภูมิพิษทางการเกษตรตามภารกิจและจุดประสงค์ของกรม วิชาการเกษตรต่อไป

10. การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลจากการใช้วัฏภูมิพิษการเกษตรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและมีประโยชน์ต่อการศึกษาด้านผลกระทบของวัฏภูมิพิษการเกษตร ถ่ายทอด ความรู้แก่นักศึกษา นักวิจัยในหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. เป็นข้อมูลของสารกลุ่มเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตรเพื่อที่ใช้ในการบริหารความเสี่ยง
4. เผยแพร่ในหนังสือรายงานประจำปี และการประชุมวิชาการ

11. เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2550. คู่มือการป้องกันกำจัดวัชพืชในนาข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2550. หน้า 1.

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. 2,4- ไดคลอโรฟีนอกซีอะซีติก แอซีด (2,4-ดี). เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของ สารเคมีเฉพาะเรื่อง. พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2553. หน้า 1.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2547. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. ใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ ตุลาคม 2547.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2556. “องค์ความรู้เรื่องข้าว วัชพืชในนาข้าว.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.brrd.in.th/rkb/weed/index.php-file=content.php&id=43.htm>.(30 เมษายน 2556)

Thier, H.P. and J. Kirchhoff, 1996. 2,4-D, Dichlorprop (2,4-DP). In Manual of Pesticide Residue Analysis, Volume II. **Working group analysis, Pesticide Commission**, VCH, Germany.

Fanous, A., Weiland, F., Luck, C., Gorg, A., Friess, A., and Parlar, H. A proteome analysis of *Corynebacterium glutamicum* after exposure to the herbicide 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). **Chemosphere** 69 (2007) 25–31.

Bukowska, B. Effects of 2,4-D and its metabolite 2,4-dichlorophenol on antioxidant enzymes and level of glutathione in human erythrocytes. **Comparative Biochemistry and Physiology**

Part C 135(2003)435–441.

Aksakal, O., Erturk, F.A., Sunar, S., Bozari, S., and Agar, G., Assessment of genotoxic effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on maize by using RAPD analysis. **Industrial Crops and Products** 42 (2013) 552– 557.