

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 :** 4.1.1 ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในนาข้าวและ พืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน
ชื่อการทดลอง : Pesticide Residue Contaminated on the Body of Sprayer in Rice Field : 2,4-D in Paddy-Field Outside Irrigation Area
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : ปรีชา ฉัตรสันติประภา กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปพ.
ผู้ร่วมงาน : สิริพร เหลืองสุขกุล กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปพ.
ปภัศรา คุณเลิศ กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปพ.

5. บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นวัชพืช เพื่อประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว ได้ทำการศึกษาที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี โดยฉีดพ่นสารพิษ 2,4-D สูตร 84 เปอร์เซ็นต์ W/V SL จำนวน 1 ครั้ง ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7-10 วัน โดยใช้ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้ผู้ฉีดพ่นจำนวน 2 คน ภายหลังการฉีดพ่น ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดตามจุดต่างๆ ได้แก่ หมวก จมูก บ่า หน้าอก(นอก-ใน) ข้อศอก หลัง(นอก-ใน) ต้นขา และหน้าแข้ง(นอก-ใน) บนร่างกายของผู้ฉีดพ่นทั้งสอง รวมทั้งน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่น นอกจากนี้ยังตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ 2,4-D บนเสื้อผ้าและกางเกงของผู้ฉีดพ่นด้วย จากผลการทดลองพอสรุปได้ว่าจุดบนร่างกายของผู้ฉีดพ่นมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัชพืชมากที่สุดระหว่างการฉีดพ่นคือ บริเวณหน้าแข้งและต้นขาตรวจพบเฉลี่ย 418.74 และ 183.35 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตร รองลงมา

ได้แก่ค่า ศีรษะ หน้าอก และ หลัง ปริมาณที่พบเฉลี่ย 32.25, 27.80, 24.86 และ 19.82 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตร ส่วนข้อศอก และ จมูก มีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษลดลงตามลำดับ ปริมาณที่พบเฉลี่ย 6.86 และ 4.08 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังตรวจน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่น ภายหลังจากฉีดพ่นด้วย ปรากฏว่าตรวจพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ปริมาณที่ตรวจพบคือ 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่าชุดกางเกงของผู้ฉีดพ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความสูงของต้นวัชพืชอยู่ที่ระดับต่ำกว่าเอวของผู้ที่ฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่ส่วนล่างของผู้ฉีดพ่นจึงมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากกว่าส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่น และด้วยเหตุนี้ บริเวณจมูก ซึ่งผู้ฉีดพ่นมีความระมัดระวังพยายามหลบเลี่ยงสารพิษอยู่แล้ว จึงตรวจพบปริมาณวัตถุมีพิษตกค้างอยู่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ และเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษ การเกษตร ได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ค่า MOE = NOAEL/Risk exposure) ซึ่งมีความหมายว่า การใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในแปลงข้าว เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัตถุมีพิษที่ใช้บ้าง แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ฉีดพ่น

6. คำนำ

2,4-D เป็นสารกำจัดวัชพืช ซึ่งจัดอยู่ในสารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound เป็นหนึ่งในวัตถุมีพิษการเกษตรหลายชนิดที่เกษตรกรนิยมใช้กันแพร่หลายในการป้องกันกำจัดวัชพืชในนาข้าว และพืชชนิดอื่นๆอีกหลายชนิด ในปี 2555 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารพิษ 2,4-D ในปริมาณ 9,846 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,033 ล้านบาท นับได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดนี้ ถึงแม้ว่าสารพิษชนิดนี้มีความเป็นพิษจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderately toxic, WHO class II) และมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างน้อย (ADI inhuman = 0.3 mg/kg) แต่โอกาสที่ผู้ใช้สารพิษชนิดนี้จะสัมผัสกับสารพิษก็มีโอกาสสูงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะแปลงข้าวอยู่กลางแจ้งกว้าง ซึ่งย่อมต้องมีลมพัดอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อเกษตรกรทำการฉีดพ่นสารพิษชนิดนี้ก็ ย่อมมีโอกาสที่จะสัมผัสกับละอองของวัตถุมีพิษชนิดนี้มากไปด้วย ดังนั้นการฉีดพ่น 2,4-D ในแปลงนาข้าว นอกจากที่ละอองของสารพิษจะตกลงบนพืชที่เป็นเป้าหมายแล้ว สารพิษบางส่วนจะฟุ้งกระจายไปในอากาศ ตกลงบนพื้นดิน แหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่ไม่ใช่เป้าหมายในการป้องกันกำจัด (non-target organism) รวมถึงตัวผู้ฉีดพ่นเองด้วย ซึ่งผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้เคยมีการศึกษาถึงความเสี่ยงภัยมาก่อนแล้ว แต่ในการทดลองครั้งนี้เป็นข้อมูลต่างพื้นที่และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอยู่นอกเขตชลประทาน ดังนั้นจึงได้กำหนดให้มีการเฝ้าระวัง ศึกษาหาข้อมูลการได้รับผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษชนิดนี้อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบและประเมินความเสี่ยงภัยที่จะเกิดขึ้น ในเขตพื้นที่และฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อการควบคุมสารพิษชนิดนี้ทางกฎหมาย ตลอดจนการขออนุญาตขึ้นทะเบียน การจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำการศึกษารวบรวมข้อมูลของสารพิษ 2,4-D บนร่างกายผู้ฉีดพ่นรวมถึงผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าว เพื่อที่จะใช้ประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในแปลงนาข้าว และเป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตรเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D ในแหล่งปลูกข้าว สำหรับการขออนุญาตขึ้นทะเบียนในคราวต่อไป ทั้งนี้เพื่อ

ความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนนักวิจัย นักวิชาการ และประชาชนทั่วไปที่สนใจเพื่อใช้เป็นข้อมูล

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 cm² พร้อมเข็มกลัดซ่อนปลาย
2. ขวดแก้วและฝาปิดสำหรับใส่แผ่นผ้า
3. วัสดุเครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ
4. เครื่องชั่งหยาบและเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)
5. เครื่องสกัดวัตุภูมิพิษชนิด separatory funnel shaker
6. เครื่องเขย่า (reciprocal shaker)
7. เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator
8. เครื่องลดปริมาตร ชนิด nitrogen evaporator
9. เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้แก่ ตู้อบสารเคมี (digital oven) เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace) เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) และตู้ดูดความชื้น (desiccator)
10. เครื่อง Gas Chromatograph(GC)พร้อมหัวตรวจจับชนิด Electron Capture Detector (ECD)
11. สารมาตรฐานชนิดป้องกันกำจัดแมลง (insecticide standards) 2,4-D ความบริสุทธิ์สูง
12. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ในแปลงข้าว สารกลุ่ม chlorinated phenoxy compound - 2,4-D สูตร 84 เปอร์เซนต์ W/V SL ใช้อัตรา 45 มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร

วิธีการ

เลือกแปลงทดลองของเกษตรกรที่ทำนาข้าวในบริเวณพื้นที่นอกเขตชลประทาน และมีการใช้สารพิษ 2,4-D ในระหว่างการดูแลรักษา ได้แปลงข้าวที่มีความเหมาะสมสำหรับการทดลองที่ ตำบลลิ้มชั้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี เนื้อที่ขนาด 6 ไร่ 3 งาน ทำเป็นคันทนาสำหรับปลูกข้าว พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีร่องน้ำรอบคันทนา กว้าง 2.5 เมตร และลึกประมาณ 1 เมตร โดยจะทำการไถทำเทือกก่อน และหมักดินไว้ 2-3 วัน ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ตามอัตราฉีดพ่นที่แนะนำ คือ ฉีดพ่นภายหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว 7-10 วัน โดยใช้ความเข้มข้น 45 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้เวลาฉีดพ่น 55 นาที (ในช่วงที่ดูแลรักษาเกษตรกรมีการฉีดพ่นสารพิษชนิดอื่นๆอีก เพื่อกำจัดศัตรูพืชเป็นระยะๆ แต่ไม่ได้ใช้สาร 2,4-D อีก) โดยผู้ที่ทำการฉีดพ่น จะติดแผ่นผ้าไว้ตามจุดต่างๆของร่างกาย ได้แก่ หมวก จมูก บ่า หน้าอก(นอก-ใน) หลัง(นอก-ใน) ข้อศอก ต้นขา และหน้าแข้ง(นอก-ใน) เพื่อเป็นการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้างของวัตุภูมิพิษตามจุดต่างๆ บนร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน ระหว่างการฉีดพ่นวัตุภูมิพิษว่ามีปนเปื้อนอยู่ตามจุดต่างๆในปริมาณเท่าใด และทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างบนเสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่นด้วย นอกจากนี้ยังเก็บ

ข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การดูแลรักษาผลผลิต การใช้วัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ ระยะเวลาเกี่ยวข้าว ปริมาณน้ำฝน ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ตลอดจนอุณหภูมิ และอื่นๆ

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำ: โดยทั่วไปถ้าไม่มีลักษณะใส สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรกมากให้กรองด้วย Glass wool จนได้สารละลายใส

ตัวอย่างแผ่นผ้า : นำแผ่นผ้าที่เก็บจากแต่ละส่วนของร่างกายผู้ฉีดพ่น ใส่ในขวด Erlenmeyer flask ที่มีฝาปิดสนิทกันความชื้น

ตัวอย่างทั้งหมดถ้ายังไม่ทำการวิเคราะห์ในทันที ต้องเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสลายตัวของวัตถุมีพิษ และเมื่อจะนำออกมาตรวจวิเคราะห์ ต้องนำตัวอย่างออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง รอจนอุณหภูมิตัวอย่างเท่าอุณหภูมิห้อง จึงค่อยนำมาสกัดหาสารพิษตกค้างต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในน้ำและแผ่นผ้า

ใช้วิธีของ BASF, Agricultural Research Station, 1985. และ In-house method, 2004.

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ : ตวงน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ใส่ใน separatory funnel ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติมสารละลาย methanol:ethyl ether (2:8) 100 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง separatory funnel shaker ที่ความเร็วรอบ 75 รอบ/นาที นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้น ไช้ชั้นน้ำที่อยู่ชั้นล่างลงใน beaker ขนาด 1000 มิลลิลิตร สารละลายชั้นบนซึ่งเป็นชั้นของ ethyl ether ไช้ผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 250 มิลลิลิตร แล้วสกัดซ้ำด้วย methanol:ethyl ether (2:8) 50 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง นานครั้งละ 3 นาที กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาเติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นลดปริมาตรด้วย rotary evaporator นาน 35 นาที (ตั้งอุณหภูมิ water bath ที่ $60^\circ C$ ไม่เปิด vacuum) เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทรวมใน separatory funnel จากนั้นเติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ทิ้งชั้นล่าง (ชั้นของ dichloromethane) ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 125 มิลลิลิตร สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร เติม 5 มิลลิลิตรของ methanol:conc. H_2SO_4 (9:1) ลงใน round bottom flask เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม Hexane 10

มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ที่ชั้นล่าง เติม NaHCO_3 15 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ที่ชั้นล่าง กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduated tube 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแผ่นผ้า : นำแผ่นผ้าใส่ในขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม methanol:water (8:2) 100 มิลลิลิตร ปิดด้วย aluminum foil และปิดฝาขวด นำไปเขย่าเบาๆด้วยเครื่อง shaker นาน 30 นาที กรองสารละลายผ่าน anhydrous Na_2SO_4 เพื่อดูดความชื้น แล้วสกัดซ้ำด้วย methanol:water (8:2) 50 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง นานครั้งละ 15 นาที กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมดมาเติม 10 M NaOH 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นลดปริมาตรด้วย rotary evaporator นาน 35 นาที (ตั้งอุณหภูมิ water bath ที่ 60°C ไม่เปิด vacuum) เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทรวมใน separatory funnel จากนั้นเติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ที่ชั้นล่าง (ชั้นของ dichloromethane) ปรับ pH ให้ได้ ≤ 2 ด้วย 18 N H_2SO_4 เติม dichloromethane 25 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask 125 มิลลิลิตร สกัดด้วย dichloromethane 25 มิลลิลิตร ซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 1 มิลลิลิตร เติม 5 มิลลิลิตรของ methanol:conc. H_2SO_4 (9:1) ลงใน round bottom flask เขย่าเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม Hexane 10 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ที่ชั้นล่าง เติม NaHCO_3 15 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ที่ชั้นล่าง กรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ลงใน graduated tube 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC) ใช้หัวตรวจจับชนิด Electron capture detector (ECD)

ระยะเวลา

เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงนาข้าวนอกเขตชลประทานของเกษตรกรที่ ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จตุจักร กทม.

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดอยู่ตามส่วนต่างๆของร่างกายผู้ฉีดพ่น พบว่ามีการปนเปื้อนบนแผ่นผ้าที่ติดตามร่างกายในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 1) แต่จุดบนร่างกายที่ผู้ฉีดพ่นมีโอกาสสัมผัสกับ

ละอองวัฏภูมิพิษมากที่สุดระหว่างการฉีดพ่นคือ บริเวณหน้าแข้งและต้นขา พบเฉลี่ย 418.74 และ 183.35 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตร รองลงมาได้แก่ป่า ศีรษะ หน้าอก หลัง ปริมาณที่พบเฉลี่ย 32.25, 27.80, 24.86 และ 19.82 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตร ส่วนข้อศอก และจุ่มมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัฏภูมิพิษลดลงมาตามลำดับ ปริมาณที่พบเฉลี่ย 6.86 และ 4.08 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตรตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำการตรวจน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นภายหลังการฉีดพ่นด้วย พบว่าตรวจพบในน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ปริมาณที่ตรวจพบคือ 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่าชุดกางเกงของผู้ฉีดพ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความสูงของวัชพืชอยู่ที่ระดับต่ำกว่าเอวของผู้ที่ฉีดพ่น ดังนั้นบริเวณส่วนล่างของผู้ฉีดพ่นจึงมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัฏภูมิพิษมากกว่าส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่น โดยเฉพาะส่วนบนของร่างกายคือที่บริเวณใบหน้า ซึ่งผู้ฉีดพ่นมีความระมัดระวังพยายามหลบเลี่ยงสารพิษอยู่แล้ว จึงตรวจพบปริมาณวัฏภูมิพิษตกค้างอยู่น้อยที่สุด และเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัฏภูมิพิษการเกษตร ได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ค่า MOE = NOAEL/Risk exposure) ซึ่งมีความหมายว่า การใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชในแปลงข้าว เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัฏภูมิพิษที่ใช้บ้าง แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ฉีดพ่น แต่อย่างไรก็ดีเกษตรกรควรจะมีการป้องกันการที่จะได้รับสารพิษ โดยการสวมใส่ชุดป้องกันและใส่หน้ากากระหว่างที่ฉีดพ่น

ตารางที่ 1. ปริมาณ 2,4-D บนแผ่นผ้าที่ติดตามจุดต่างๆ บนร่างกายผู้ฉีดพ่น (ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร)

บริเวณปนเปื้อน	ปริมาณ 2,4-D บนแผ่นผ้า ($\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$)		
	ผู้ฉีดพ่นที่ 1	ผู้ฉีดพ่นที่ 2	เฉลี่ย
1. หน้าแข้ง	352.25	485.22	418.74
2. ต้นขา	226.97	139.72	183.35

3. บ่า	9.64	54.86	32.25
4. ศีรษะ (หมวก)	10.23	45.37	27.80
5. ออก	35.33	14.39	24.86
6. หลัง	22.32	17.31	19.82
7. ข้อศอก	10.54	3.19	6.86
8. จมูก	5.45	2.71	4.08

สาเหตุที่ปริมาณการปนเปื้อนที่หน้าแข้งและต้นขาของผู้ฉีดพ่นมากกว่าที่บริเวณอื่นๆ อาจเนื่องจากว่า ละอองวัตถุมีพิษที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เมื่อถูกลมพัดจะลอยมาในระดับของยอดต้นวัชพืช ซึ่งก็อยู่ประมาณ ระดับหน้าแข้งของผู้ฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่หน้าแข้งและต้นขาของผู้ฉีดพ่นจะสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษจึงมีมากไปด้วย และวัตถุมีพิษบางส่วนที่ฟุ้งกระจายอยู่ข้างบนก็มีโอกาสที่จะสัมผัสกับส่วนบนของร่างกายผู้ฉีดพ่นน้อยลงลดหลั่นลงมาตามลำดับ คือที่บ่า ศีรษะ หน้าอก หลัง ส่วนข้อศอกและจมูก เป็นบริเวณที่มีโอกาสจะสัมผัสกับวัตถุมีพิษลดน้อยลงตามลำดับ ส่วนน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าภายหลังการฉีดพ่นพบปริมาณสารพิษ 2,4-D ในปริมาณเฉลี่ย 344.62 และ 341.75 ไมโครกรัม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ปริมาณ 2,4-D ในน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าผู้ฉีดพ่น ภายหลังการฉีดพ่น (ไมโครกรัม)

เกษตรกรที่ฉีดพ่น	น้ำล้างมือ (μg)	น้ำล้างเท้า (μg)
ผู้ฉีดพ่นที่ 1	514.57	280.11
ผู้ฉีดพ่นที่ 2	174.66	403.38
เฉลี่ย	344.62	341.75

สาเหตุที่น้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าของผู้ฉีดพ่นพบปริมาณสารพิษ 2,4-D ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากว่าเมื่อทำการฉีดพ่นต้นวัชพืช ละอองวัตถุมีพิษจะฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ และจะลอยฟุ้งอยู่มากตั้งแต่ระดับเอวของผู้ฉีดพ่นลงมา ดังนั้นโอกาสที่วัตถุมีพิษจะสัมผัสกับส่วนล่างของร่างกายรวมทั้งมือของผู้ที่ฉีดพ่นจึงมี โอกาสสัมผัสกับวัตถุมีพิษมากกว่าส่วนอื่น ส่วนชุดที่ใช้สวมใส่ในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น พบว่ากางเกงของผู้ฉีดพ่นมี ปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อของผู้ฉีดพ่นเช่นกัน

ซึ่งเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร จะได้ค่า MOE เกินกว่า 100 (ตารางที่ 3) ซึ่งมีความหมายว่าการใช้สารพิษ 2,4-D ฉีดพ่นในแปลงนาข้าวที่อยู่นอกเขตชลประทาน เกษตรกรมีโอกาสที่จะสัมผัสกับวัตถุมีพิษ แต่ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะเกิดอันตรายต่อ เกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าว

ตารางที่ 3. ปริมาณการได้รับ 2,4-D เข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่น และระดับความเสี่ยงภัย

การฉีดพ่น ของคน ที่	2,4-D Dose abs. mg/kg.bw.	NOAEL mg/kg	MOE	ระดับความเสี่ยง
1	0.0162	5.0	308.64	ต่ำ
2	0.0335	5.0	149.25	ต่ำ

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้ 2,4-D ในนาข้าว พอสรุปได้ว่าการใช้สารพิษชนิดนี้ฉีดพ่นในแปลงนาข้าวมีความเสี่ยงภัยต่อผู้ฉีดพ่นอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือเกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลงมีโอกาสที่จะสัมผัสกับละอองของวัฏุมิพิชที่ใช้ แต่ปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะเกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้ที่ปฏิบัติงานในแปลง แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานในแปลงนาข้าวระหว่างที่ฉีดพ่นวัฏุมิพิช ควรจะระมัดระวังหลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือรับละอองวัฏุมิพิชในระหว่างที่ทำการฉีดพ่น ตลอดจนเสื้อผ้าที่สวมใส่ต้องปกปิดร่างกายให้มิดชิด และต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องป้องกันตัวให้เต็มที่ ทั้งนี้เพราะถึงแม้ว่าวัฏุมิพิชชนิดนี้ จะมีความเสี่ยงภัยต่อผู้ฉีดพ่นต่ำ แต่ในการฉีดพ่นแต่ละครั้ง เกษตรกรนิยมใช้วัฏุมิพิชหลายชนิดรวมกันในคราวเดียวกัน ซึ่งเป็นผลให้เกษตรกรมีโอกาสได้รับสารพิษชนิดอื่นเพิ่มมากขึ้นอีกหลายเท่าตัว และการที่เกษตรกรได้รับหรือสัมผัสกับสารพิษชนิดนี้บ่อยๆย่อมไม่สมควร เนื่องจากมีการศึกษาที่แสดงว่าสารพิษ 2,4-D อาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อตัวอ่อน ทำลายระบบต่อมไร้ท่อ การสร้างภูมิคุ้มกัน และระบบประสาท นอกจากนี้บางรายงานยังกล่าวว่าสารพิษ 2,4-D อาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง (Richard A Brain et al, 2005.) จากการศึกษาพบว่า 2,4-D สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ และจะทำให้เกิดอาการทางประสาทตามมา ทำให้เกิดผื่นคัน ทำลายเนื้อเยื่อตับและไต และยังเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) มีรายงานการทดลองในสัตว์พบว่า สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ทำให้เกิดมะเร็งและยังมีผลกระทบไปถึงลูกในรุ่นต่อไป ทำให้ทารกพิการแต่กำเนิด แม้ได้รับในปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำ ดังนั้นเกษตรกรจึงควรที่จะใช้สารพิษชนิดนี้อย่างระมัดระวัง โดยใช้ให้น้อยครั้งที่สุดเท่าที่จำเป็น และเมื่อจำเป็นต้องใช้วัฏุมิพิชทุกครั้ง ควรจะมีการป้องกันการที่จะได้รับสารพิษเป็นอย่างดี โดยการสวมใส่ชุดป้องกันและใส่หน้ากากระหว่างฉีดพ่น หรืออาจใช้วิธีเกษตรผสมผสานร่วมกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ หรือใช้สารชีวอินทรีย์ร่วมด้วย

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงภัยมาใช้แนะนำเกษตรกร และเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรในการการใช้สารพิษ ให้เป็นไปอย่างระมัดระวังและถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนสิ่งแวดล้อม

2. เป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร ใช้พิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ 2,4-D เพื่อใช้ประกอบการขอขึ้นทะเบียน หรือการห้ามใช้
3. เผยแพร่ข้อมูลที่ได้สู่สาธารณชน และหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป
4. เพื่อการบริหารจัดการควบคุมวัตถุพิษทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัยสูง ตามภารกิจของกรมวิชาการเกษตร

11. เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร
- กองจัดการสารอันตรายจากกากของเสีย, 2536. ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสารอันตรายจากเกษตรกรรม กรมควบคุมมลพิษ, 31 หน้า
- ปรีชา ฉัตรสันติประภา และณัฏฐ์ชยธร ชัดติยะพุดมิเมธ, 2552. ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นวัตถุพิษในแหล่งปลูกพริก: cypermethrin ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2552. เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- ปรีชา ฉัตรสันติประภา สิริพร เหลืองสุชนกุล และเอกราช สิทธิมงคล. 2553. ศึกษาความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุพิษทางการเกษตร cypermethrin ในแหล่งปลูกกะน้า ต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- In-house method, 2004. Determination residues of 2,4-D in soil and water. Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture.
- Richard A Brain, Angus N Crossan, Lesbia Smith and Keith R Solomon, 2005. The Toxicology of Substances Used in the Production and Refining of Cocaine and Heroin: A Tier- Two Hazard Assessment. (Appendices 6) CICAD OAS Washington, DC, USA. 481 p.
- U. koesukwiat, K. Sanguankaew, and N. Leepipatpiboon. 2008. Rapid Determination of Phenoxy Acid Residues in Rice by Modified QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. Anal Chem Acta, 626, 921-924.
- Wauchope RD, Buttler TM, Hornsby AG, Augustijn-Beckers PW, Burt JP. 1992. Pesticides properties database for environmental decision making, *Review of Environmental Contamination and Toxicology* 123:1-157.
- W. Keller and S. Otto. 1985. BASF, Agricultural Research Station, Limburgerhof, Germany

ภาคผนวก

ตารางที่ 1. ปริมาณสาร 2,4-D ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าที่จุดต่างๆตามร่างกายผู้ฉีดพ่น ($\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$)

บริเวณปนเปื้อน	ผู้ฉีดพ่นที่ 1	ผู้ฉีดพ่นที่ 2	ค่าเฉลี่ย
หมวก(ศีรษะ)	10.23	45.37	27.80
จมูก	5.45	2.71	4.08
บ่า	9.64	54.86	32.25
อก (ใน)	0.82	0.51	0.67
อก (นอก)	35.33	14.39	24.86
ข้อศอก	10.54	3.19	6.86
หลัง (ใน)	9.64	18.45	14.02
หลัง (นอก)	22.32	17.31	19.82
ต้นขา	226.97	139.72	183.35
หน้าแข้ง(นอก)	352.25	485.22	418.74
หน้าแข้ง(ใน)	15.37	78.37	46.87
น้ำล้างมือ (μg)	514.57	174.66	344.62
น้ำล้างเท้า (μg)	280.11	403.38	341.75

ตารางที่ 2. แสดงการคำนวณการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายของผู้ฉีดพ่น และค่าทางพิษวิทยา

Test No.	Total Expo.(μg)	Test(hr.) period	Work/Day(hr)	Adj. time	Potential Dose(μg)	% Abs.	Abs. dose(μg)	BW. kg	Dose abs. mg/kg.bw	NOAEL mg/kg	MOE	Risk
----------	------------------------------	------------------	--------------	-----------	---------------------------------	--------	----------------------------	--------	--------------------	-------------	-----	------

1	1943.23	1	1	1	1943.23	50	971.62	60	0.0162	5.0	308.6	accept
2	4022.88	1	1	1	4022.88	50	2011.44	60	0.0335	5.0	149.3	accept