

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

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 :** 4.1.4 ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน  
**ชื่อการทดลอง :** Ecological Risk Assessment of 2,4-D Used on in paddy field in non-irrigated area
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**  
**หัวหน้าการทดลอง :** สิริพร เหลืองสุขนกุล กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.  
**ผู้ร่วมงาน :** ปรีชา ฉัตรสันติประภา กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.  
ปภัสรรา คุณเลิศ กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร สปผ.

### 5. บทคัดย่อ

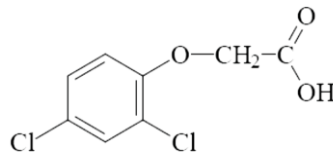
การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ชนิด 2,4-D ในแหล่งปลูกข้าวนอกเขตชลประทาน ทำการศึกษาที่ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ช่วงฤดูการเพาะปลูก เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม 2555 ฉีดพ่น สาร 2,4-D dimethyl ammonium 83% w/v SL ในอัตราตามที่แนะนำบนฉลากคือ 450 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ฉีดพ่น 1 ครั้งหลังต้นข้าวออก 10 วัน หลังจากฉีดพ่นสาร 2,4-D ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน ปลาตุ๊ก ปลาช่อน และผักบุ้งอยู่ในแปลงนา มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสาร 2,4-D พบว่าสาร 2,4-D ในตัวอย่างน้ำ ปลาตุ๊ก ปลาช่อน และผักบุ้ง มีแนวโน้มลดลงภายหลังการฉีดพ่น และตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ในขณะที่ตัวอย่างตะกอนตรวจไม่พบสาร 2,4-D เมื่อคำนวณค่าความอันตราย Hazard Quotien (HQ) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเสี่ยงจากสาร 2,4-D ต่อสิ่งแวดล้อมในแปลงนา พบว่าภายหลังฉีดพ่นสาร 2,4-D ไปจนถึง 3 วัน ค่า HQ น้อยกว่า 10 ซึ่งบ่งชี้ได้ว่า ปริมาณสาร 2,4-D อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย แต่ภายหลังฉีดพ่นสาร

2,4-D ผ่านไปแล้ว 5 วัน พบว่าค่าHQ น้อยกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาร 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนาไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นจึงสรุปผลการทดลองได้ว่า ปริมาณ 2,4-D ตามอัตราที่แนะนำให้ฉีดพ่นมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบริเวณรอบแปลงนาข้าวเพียงเล็กน้อย

รหัสโครงการ 03-06-54-05-04-01-04-55

## 6. คำนำ

2,4-D จัดว่าเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้มากในนาข้าว โดยใช้ป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดใบกว้างหลายชนิดได้แก่ ตาลปัตรฤาษี เทียนนา ผักปราบ และวัชพืชกลุ่มกก จากสถิติการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายระบุว่าในปี 2554 วัตถุดิบอันตรายที่มีการนำเข้าสูงสุด 10 อันดับแรกนั้น มีการนำเข้า 2,4-D ในรูปของ 2,4-D dimethylammonium และอันดับ 5 ในรูปของ 2,4-D sodium salt คิดเป็นปริมาณ 4,852.16 และ 3,818.83 ตันตามลำดับ คิดเป็นมูลค่า 359.14 และ 353.14 ล้านบาท ตามลำดับเช่นเดียวกัน 2,4-D มีวิธีการใช้โดยการฉีดพ่น ดังนั้นโอกาสที่สารพิษจะฟุ้งกระจายปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจึงเกิดขึ้น (ภิญญาและคณะ, 2555) ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่มีการใช้ 2,4-D ได้



ภาพที่ 1 โครงสร้างของ 2,4-D

2,4-D เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound อยู่ในรูปของ acid (ภาพที่ 1 โครงสร้างของ 2,4-D) มีหลายอนุพันธ์ ได้แก่ อนุพันธ์ที่เป็นเกลือและเอสเทอร์ เมื่อ 2,4-D เข้าสู่สิ่งแวดล้อมในดินจะถูกสลาย (photodegradation และ hydrolysis) กลายเป็น 2,4-D อนุพันธ์เอสเทอร์ และ อีออน ภายในวันแรก และสุดท้ายจะได้ metabolite สุดท้ายคือ 2,4-dichlorophenol ทั้งนี้การสลายตัวขึ้นอยู่กับ pH กล่าวคือ ถ้า pH สูงกว่า 9 การสลายตัวจะยิ่งเกิดขึ้นเร็ว ดังนั้นสภาวะปกติทั่วไปที่มี pH เท่ากับ 6 - 8 ดังนั้น 2,4-D จะมีความคงตัวในน้ำมาก จะได้ 2,4-Dichlorophenol ในน้ำ 2,4-D จะถูกสลาย (photodegradation และ hydrolysis) metabolites ที่ได้จากการสลายตัวของ 2,4-D ในน้ำ ได้แก่ 2,4-dichlorophenol และ ก๊าซ CO<sub>2</sub> ส่วน 2,4-D อนุพันธ์เอสเทอร์ ในน้ำ ก็จะทำให้การระเหยไปมากกว่าการเกิด Hydrolysis ส่วนกระบวนการสลายตัวในสิ่งมีชีวิต เช่น ปลาพบว่า 2,4-D สามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอนุพันธ์ของ 2,4-D แต่ในมนุษย์ 2,4-D ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่จะถูกขับออกทางไตโดยตรง 2,4-D อนุพันธ์เอสเทอร์จะมีแนวโน้มสะสมในเนื้อเยื่อมากกว่าจะถูกขับออก ดังนั้น 2,4-D อนุพันธ์ เอสเทอร์ (เช่น 2,4-D รูป butyl ester) จึงมีความเป็นพิษ

ในสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์มากกว่าอนุพันธ์ ส่วนในพืชน้ำ พบว่า 2,4-D (ยกร้วนอนุพันธ์ ester) จะทำหน้าที่เป็น plant growth regulator คล้ายกับ auxin (Walter J.,\_\_ )

ความเป็นพิษของ 2,4-D ในสัตว์ทดลอง การได้รับ 2,4-D ทางปาก มีพิษเฉียบพลันน้อยถึงพิษเฉียบพลันปานกลาง เช่น Lethal dose (LD<sub>50</sub>) ในหนู rat มีค่าเท่ากับ 375 – 666 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวหนู ในสุนัขมีค่า Lethal dose (LD<sub>50</sub>) มีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวสุนัข ส่วนในปลาน้ำจืดมีค่า Lethal dose (LD<sub>50</sub>) มีค่าอยู่ประมาณ 80.24-22.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักปลา (ขึ้นอยู่กับชนิดปลา และชนิดอนุพันธ์ของ 2,4-D) ลักษณะพิษที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับสาร 2,4-D โดยการกิน ได้แก่ ความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต และระบบขับถ่าย (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ปลาตุ๊ก สกุล *Clarius batrachus* ปลาช่อน สกุล *Channa striata* และผักบุง สกุล *Ipomoea aquatic Forsk.* จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบทั่วไปในนาข้าว และมักถูกนำมาบริโภค ดังนั้นจึงใช้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ เป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตในการประเมินความเสี่ยงของ 2,4-D ต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงนา และต่อผู้บริโภค

## 7. วิธีดำเนินการ

### 1. อุปกรณ์

- 1.1 ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน
- 1.2 ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างปลา และผักบุง
- 1.3 ชุดอุปกรณ์ผ่าตัดตัวอย่างปลา
- 1.4 ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง 2,4-D สูตร 83 % w/v/SL
- 1.5 เครื่องแก้ว volumetric flask, separatory funnel, Erlenmeyer flask, beaker
- 1.6 กระชังปลา
- 1.7 ลูกปลาตุ๊ก สกุล *Clarius batrachus* ลูกปลาช่อน สกุล *Channa striata* และผักบุง สกุล *Ipomoea aquatic Forsk.*
- 1.8 ข้าวพันธุ์ กข. 51

### 2. เคมีภัณฑ์

- 2.1 Methanol
- 2.2 Acetonitrile
- 2.3 Dichloromethane
- 2.4 Sulfuric acid
- 2.5 ethyl ether
- 2.6 hexane

- 2.7 Sodium sulfate
- 2.8 Sodium hydrogencarbonate
- 2.9 สารพิษมาตรฐาน 2,4-D

### 3. เครื่องมือ

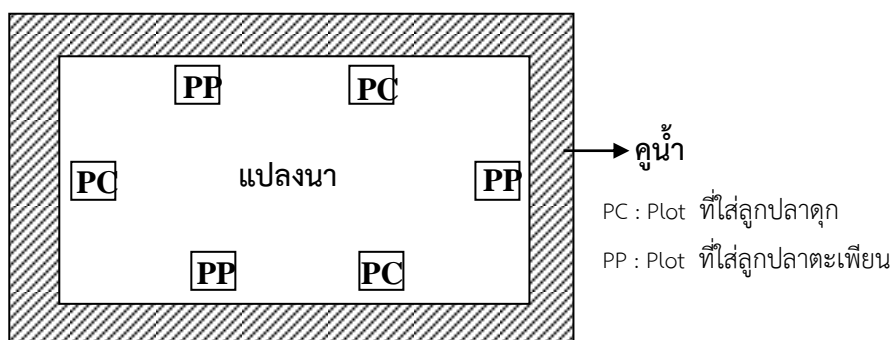
- 3.1 Gas chromatograph ชนิดตัวตรวจวัด Electron Capture Detector (ECD)
- 3.2 Rotary evaporator
- 3.3 N<sub>2</sub> – evaporator
- 3.4 Deep freezer
- 3.5 Homogenizer

### 4. วิธีการ

#### 4.1 การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

4.1.1 ติดต่อแปลงนาที่อยู่นอกเขตชลประทาน ในท้องที่ตำบลลิ้นจี่ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 9 ไร่ มีคูน้ำล้อมรอบ เนื้อดินเป็นดินร่วน แหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกมาจากน้ำฝน

4.1.2 ทำการขุดหลุมขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และลึก 1 เมตร สำหรับวางกระชังขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร ลึก 60 เซนติเมตร สำหรับเลี้ยงลูกปลาตุ๊ก และลูกปลาช่อนในนาข้าว ชนิดละ 3 กระชัง (ภาพที่ 2) ปล่อยน้ำเข้าบ่อที่ขุดไว้ในวันที่หวานเมล็ดพันธุ์ข้าว และนำปลาตุ๊กความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร และลูกปลาช่อนความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ที่เลี้ยงปรับสภาพไว้แล้ว 1 สัปดาห์ มาปล่อยไว้กระชังละ 100 ตัว และนำผักบุ้งมาปลูกไว้ข้างกระชัง ตลอดการทดลองจะให้อาหารปลาวันละ 1 ครั้ง



ภาพที่ 2 แสดงรูปแบบการวางกระชังปลาตุ๊กและปลาช่อนในแปลงนา

4.1.3 หลังจากทำเทือก ปรับพื้นที่นา ปล่อยน้ำเข้านาให้ดินชุ่มๆ ทิ้งไว้ 1 คืน หวานเมล็ดข้าว ทิ้งไว้ จนข้าวงอกประมาณ 10 วัน ปล่อยน้ำเข้าให้ท่วมสูง 1/3 ของความสูงของต้นข้าวก็ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืช 2,4-D

4.1.4 เก็บตัวอย่างปลาตุก ผักบู่ และตะกอนก่อนปน 2,4-D และหลังปน 2,4-D ที่ระยะเวลา 1, 12, 24 ชั่วโมง และวันที่ 3, 5, 7, และ 10 วัน ในการเก็บตัวอย่างจะเก็บปลาชนิดละ 10 ตัว ต่อกระชัง และตัวอย่างตะกอนจะเก็บที่บริเวณก้นกระชัง ส่วนตัวอย่างผักบู่จะตัดเฉพาะยอดจำนวน 5 ยอด

#### 4.2 การตรวจวิเคราะห์ 2,4-D ในปลาตุก ปลาช่อน และผักบู่

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างปลาเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D

หลังจากเก็บตัวอย่างปลามาจากกระชัง นำมาทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว จากนั้นจึงทำการแล่นเนื้อปลา นำไปบดด้วยเครื่อง Blender ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปชั่งใส่ในขวดตัวอย่างละ 20 กรัม ทำการสกัดสาร 2,4-D ตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก Lehotay S. J. et al, 2010 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างปลาพบว่ามีการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 70-78 %

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างตะกอนเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D

หลังจากเก็บตัวอย่างตะกอนมา ให้ผึ่งตะกอนในที่ที่อากาศไม่ร้อน รอจนได้ตะกอนหมาดๆ จึงนำมาชั่งเพื่อหาความชื้นตามวิธีการของ Back C.A. 1965 และสกัดหาสาร 2,4-D ในการสกัดหาสาร 2,4-D จะใช้ตะกอน 20 กรัม นำมาสกัดตามวิธีของวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก BASF, 1985 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างตะกอนพบว่ามีการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 68-77 %

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำ ให้ตวงใส่ separatory funnel (ขนาดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร) จำนวน 1,000 มิลลิลิตร แล้วสกัดตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก BASF, 1976 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างปลาพบว่ามีการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 74-82 %

การเตรียมตัวอย่างและสกัดตัวอย่างผักบู่เพื่อตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D

หลังจากเก็บตัวอย่างผักบู่ นำมาทำความสะอาด ชั่งน้ำให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก จากนั้นจึงนำไปบดด้วยเครื่อง Blender ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วชั่งใส่ในขวดตัวอย่างละ 10 กรัม นำไปสกัดสาร 2,4-D ตามวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก Urairat et al, 2008 และนำสารละลายที่สกัดได้ไปตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ด้วยเครื่อง GC-ECD ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ในตัวอย่างผักบู่พบว่ามีการเอากลับคืน (recovery) ของสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 88-92 %

#### 4.3 การคำนวณค่าความเสี่ยงต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ( Ecological Risk Assessment ; ERA) ของสาร 2,4-D

โดยคำนวณหาค่าความอันตราย (Hazard Quotient; HQ) (IPCS, 2010) จากสูตรคำนวณ

$$HQ = \text{Predicted Environmental Concentration (PEC)}$$

## Predicted No Effect Concentration (PNEC)

โดย PNEC จะคำนวณมาจาก ค่า No Observed Effect concentration; NOEC คูณด้วย assessment factor คือ 1,000 ในการทดลองนี้ใช้ปลาน้ำจืด 2 ชนิด เป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตที่พบในนาข้าว จึงเลือกใช้ค่า NOEC ของปลาน้ำจืด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (Shannon borges et al., 2004) ดังนั้น ค่า PNEC เท่ากับ  $6.340 \times 10^4$  มิลลิกรัมต่อลิตร

หากความเสี่ยงจากสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมมาจากหลายแหล่ง สามารถคำนวณหาค่า HQ รวมได้จากสมการ

$$HQ_{รวม} = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n$$

โดย  $n =$  แหล่งของที่มาของความเสี่ยง ในการทดลองนี้ แหล่งของที่มาของความเสี่ยงได้แก่ น้ำ และตะกอน

ค่า HQ ที่คำนวณได้ หากมีค่าน้อยกว่า 1 ถือว่าสารพิษนั้น ไม่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม หาก HQ มากกว่า 1 แต่ไม่เกิน 10 ถือว่ามีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย แต่หากมีการเพิ่มปริมาณสารพิษที่ใช้ ต้องคำนึงถึงความเสี่ยงมากขึ้น ถ้า HQ มากกว่า 10 แต่ไม่เกิน 100 ถือว่ามีความเสี่ยง ต้องทำการลดความเสี่ยง และถ้ามากกว่า 100 ถือว่ามีความเสี่ยงมากและจำเป็นต้องลดความเสี่ยงนั้นทันที

### ระยะเวลา

เริ่มการทดลอง ตุลาคม 2554 สิ้นสุดการทดลอง กันยายน 2555

### สถานที่ดำเนินการ

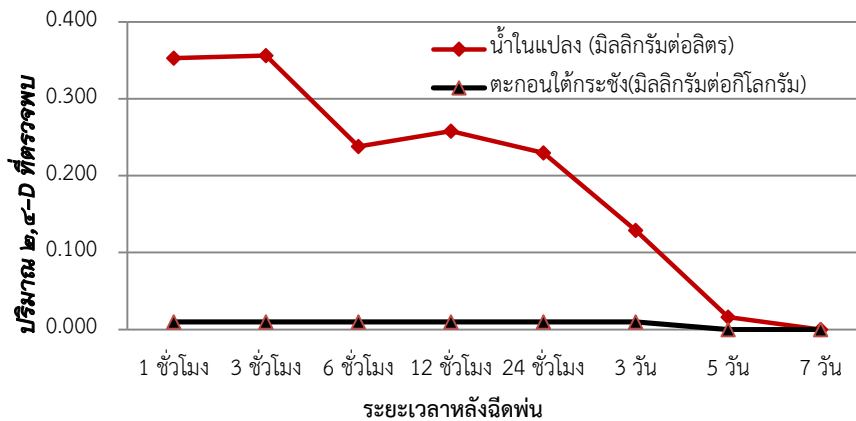
แปลงนาข้าวของเกษตรกร ตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

## 8. ผลการทดลอง

ภายหลังการฉีดพ่น สาร 2,4-D ตรวจพบ สาร 2,4-D ในน้ำ มีแนวโน้มลดลง และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อภายหลังฉีดพ่นไปเพียง 24 ชั่วโมง และตรวจไม่พบสาร 2,4-D เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ในขณะที่สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตะกอนตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึงวันที่ 5 มีค่าไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลดลงจนตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน

จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในนาข้าว พบว่า สาร 2,4-D ในน้ำลดลงอย่างชัดเจนในช่วง 6 ชั่วโมงภายหลังการฉีดพ่น ( ภาพที่ 3 ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น (ตอนเที่ยงวัน) และการดึงเอาสาร 2,4-D

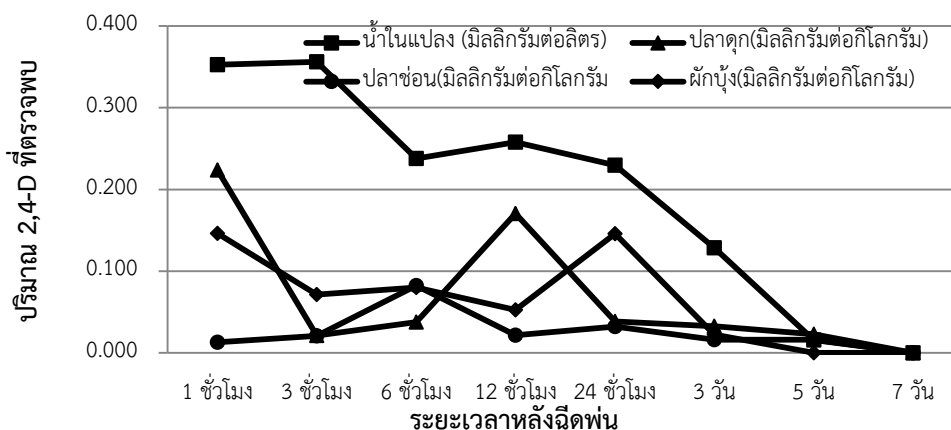
เข้าสู่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในนาข้าว ซึ่งสอดคล้องกับสาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตัวอย่างผักบุ้ง ปลาตุก และปลาตะเพียน ( ภาพที่ 4 ) อย่างไรก็ตาม สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในตะกอนมีปริมาณน้อยมาก ( $< 0.01$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของ 2,4-D ที่ละลายน้ำได้ดี และค่า pH ของน้ำในแปลงน้อยกว่า 9 (pH อยู่ระหว่าง 6.8 - 7.2) ซึ่งทำให้ 2,4-D สลายตัวได้ช้า



ภาพที่ 3 จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในน้ำและตะกอนในนาข้าว

สาร 2,4-D ตรวจพบในปลาตุกและปลาช่อนภายหลังการฉีดพ่นตั้งแต่ 1 ชั่วโมงจนถึงวันที่ 5 โดยปลาตุก ตรวจพบสาร 2,4-D อยู่ระหว่าง 0.023 - 0.224 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปลาช่อนตรวจพบสาร 2,4-D อยู่ ระหว่าง 0.013 - 0.083 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในผักบุ้งตรวจพบสาร 2,4-D สูงสุด ภายหลังการฉีดพ่น 1 ชั่วโมง และลดลงเรื่อยๆ และกลับมาเพิ่มสูงอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง และลดลงจนตรวจไม่พบเมื่อเวลา ผ่านไป 5 วัน

สาร 2,4-D ที่ตรวจพบในปลาตุกและปลาช่อน ภายหลังจากฉีดพ่น 1 ชั่วโมง จะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ใน ปลาตุกจะมีการเพิ่มขึ้นของสาร 2,4-D อีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ( ภาพที่ 4 ) การลดลงของสาร 2,4-D ในปลาตุกและปลาช่อนอาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของสาร 2,4-D ของปลา (...) และการเพิ่มของสาร 2,4-D ในปลาตุกน่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับสาร 2,4-D ซ้ำ (re-exposure)



ภาพที่ 4 จลศาสตร์ของสาร 2,4-D ในปลาและผักบุ้งในนาข้าว

ในการหาค่า HQ ซึ่งใช้บ่งบอกถึงความเสี่ยงจากสาร 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนาต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถคำนวณได้จากเพียงแหล่งเดียวคือคำนวณจากค่าของสาร 2,4-D ที่ตรวจพบในน้ำ เนื่องจากค่าที่ตรวจพบในตะกอนนั้นต่ำกว่าค่า LOQ (น้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ถือว่าไม่เป็นแหล่งที่มาของความเสี่ยง จากการคำนวณพบว่า Hazard Quotient (HQ) ซึ่งบ่งบอกถึงความเสี่ยงจากยา 2,4-D ที่ตกค้างในแปลงนา แล้วหลังฉีดพ่นสาร 2,4-D ไปแล้ว 3 วันพบว่า HQ อยู่ระหว่าง 2.03 ถึง 5.62 ซึ่งถือว่าน้อยกว่า 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเพียงเล็กน้อย และเมื่อผ่านไปแล้ว 5 วัน พบว่า HQ น้อยกว่า 1 ซึ่งบ่งชี้ว่าสาร 2,4-D ที่ตกค้างอยู่นั้นไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ( ตารางที่ 1 )

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณ 2,4-D ที่ตรวจพบในตัวอย่างจากแปลงนา และค่าความอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในนาข้าว

เวลา	ปริมาณ 2,4-D					ค่าความอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในนาข้าว (Hazard Quotient; HQ)	
	น้ำในนา (มก/ลิตร)	ตะกอน (มก/กก)	ผักบุ้ง (มก/กก)	ปลาดุก (มก/กก)	ปลาช่อน (มก/กก)		
ชุดควบคุม*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-
1 ชั่วโมง	0.353	ต่ำกว่า 0.01	0.146	0.224	0.013	5.56	HQ= 1- 10ถ้ามีเพิ่ม ปริมาณ 2,4-D อาจ เกิดผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิต หรือมี ผลกระทบเพียงเล็กน้อย
3 ชั่วโมง	0.356		0.071	0.022	0.021	5.62	
6 ชั่วโมง	0.238		0.080	0.038	0.083	3.75	
12 ชั่วโมง	0.258		0.053	0.170	0.022	4.07	
24 ชั่วโมง	0.230		0.146	0.038	0.032	3.62	
3 วัน	0.129		0.022	0.033	0.016	2.03	
5 วัน	0.016	ต่ำกว่า 0.01	0.01	0.023	0.016	0.25	HQ < 1ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
7 วัน	ต่ำกว่า 0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	-	
10 วัน	ต่ำกว่า 0.01					-	

\*ชุดควบคุม หมายถึง ตัวอย่างที่เก็บมาตรวจวิเคราะห์สาร 2,4-D ก่อนการฉีดพ่น

ความเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่บริโภคปลาที่ปนเปื้อนสาร 2,4-D

ปริมาณของสาร 2,4-D ที่คนจะได้รับโดยการกินต่อวัน สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$ADD = (Cx A) / Bw$$

โดย ADD คือ ปริมาณของสาร 2,4-D ที่ผู้บริโภคได้รับจากการกินปลา (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว ต่อวัน)



C คือ ปริมาณของสาร 2,4-D ในเนื้อปลา (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในที่นี้ใช้ ปริมาณสาร 2,4-D สูงสุดที่ตรวจพบคือ 0.224 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเนื้อปลา

A คือ ปริมาณปลาที่บริโภคต่อวัน (มิลลิกรัมต่อวัน) จากสถิติของสมาคมผู้เพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด อัตราการบริโภคปลาน้ำจืดของคนไทยปี 2552 เท่ากับ 11.90 กิโลกรัมต่อปี

Bw คือ น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย เท่ากับ 65 กิโลกรัม

ดังนั้น  $ADD = (0.224 \times 11.90) / (65 \times 365)$

$= 0.0011$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

ความเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่บริโภคปลาที่ปนเปื้อนสาร 2,4-D คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Hazard; HQ} = ADD / RfD_0$$

โดยที่ HQ คือ ค่าความอันตราย หากค่า  $HQ < 1$  ถือว่า ปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค (ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ (Adverse effect) หาก  $HQ > 1$  ถือว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นมีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค RfD คือ ค่า Reference dose โดยการกิน สำหรับ สาร 2,4-D เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อวัน ([www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris))

$$\text{ดังนั้น } HQ = 0.0011 / 0.01$$

$$= 0.11$$

ซึ่ง HQ ที่คำนวณได้น้อยกว่า 1 ถือว่าปริมาณสาร 2,4-D ที่ฉีดพ่นไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค (ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ (Adverse effect)

## 9. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณ 2,4-D ตามอัตราที่แนะนำให้ฉีดพ่นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณในแปลงนาข้าวเพียงเล็กน้อย
2. ปริมาณ 2,4-D ที่ตกค้างในปลาตุ๊กและปลาช่อน ไม่มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

## 10. การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรให้ทราบถึงการปนเปื้อนของสาร 2,4-D และความเสี่ยงจากการใช้สาร 2,4-D ต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค รวมทั้งเพื่อให้เกษตรกรมีความตระหนักถึงความปลอดภัย และมีความระมัดระวังในการใช้สาร 2,4-D อย่างถูกต้อง

## 11. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ 2553 เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง 2,4- ไดคลอโรฟีนอกซีอะซิติกแอซิด (2,4-ดี) พิมพ์ครั้งที่ 1 พิมพ์ที่โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์

ภิญญา จุลินทร และคณะ 2555 ศึกษาผลกระทบจากการใช้สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม Chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่ : ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทาน รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554 เล่ม 2 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

สมาคมผู้เพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด 2552 อัตราการบริโภคปลาน้ำจืดของคนไทย [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.thaifeedmill.com> ( 22 พฤษภาคม 2556)

Back C.A. 1965. "Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties". American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

BASF, Agricultural Research Station, 1985

EPA (1987) Reregistration Eligibility Decision for 2,4-D List A Case 0073 [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา [http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/24d\\_red.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/24d_red.pdf) (22 พฤษภาคม 2556)

IPCS (2010). WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards (IPCS harmonization project document no. 8) World Health Organization

Lehotay S. J., Son K. A., Kwon H., Koesukwiwat U., Fu W., Mastovska K., Hoh E., Leepipatpiboon N. 2010. Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables J. Chromatogr. A (1217) 2548–2560

Shannon Borges, Cara Dzubow, Greg Orrick, Ann Stavola. 2004. 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.epa.gov/espp/litstatus/effects/24d/24d-analysis.pdf> ( 22 พฤษภาคม)

U.koesukwiwat, 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

Walter J. \_\_\_\_\_. Environmental Fate of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid. [เอกสารออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/24-d.pdf>  
<http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/24-d.pdf>

(22 พฤษภาคม 2556)