

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย :** ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย :** การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
กิจกรรมที่ 4 : ศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรมย่อย : 4.2 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้ สารกำจัดวัชพืช กลุ่ม triazines ในพืชสวนและพืชไร่ ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และ สิ่งแวดล้อม
3. **ชื่อการทดลอง :** 4.2.3 ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม triazines ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่สับปะรด
ชื่อการทดลอง : Degradation and Accumulation of Triazine Herbicide in Soil, Water and Sediment: Atrazine Used in Pineapple Plantation
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง :	ประกิจ จันทรดี	กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร	สปผ.
ผู้ร่วมงาน :	ผกาสินี คล้ายมาลา	กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร	สปผ.
	วรวิทย์ สุจิธรรม	กลุ่มวิจัยวัชพืชการเกษตร	สปผ.

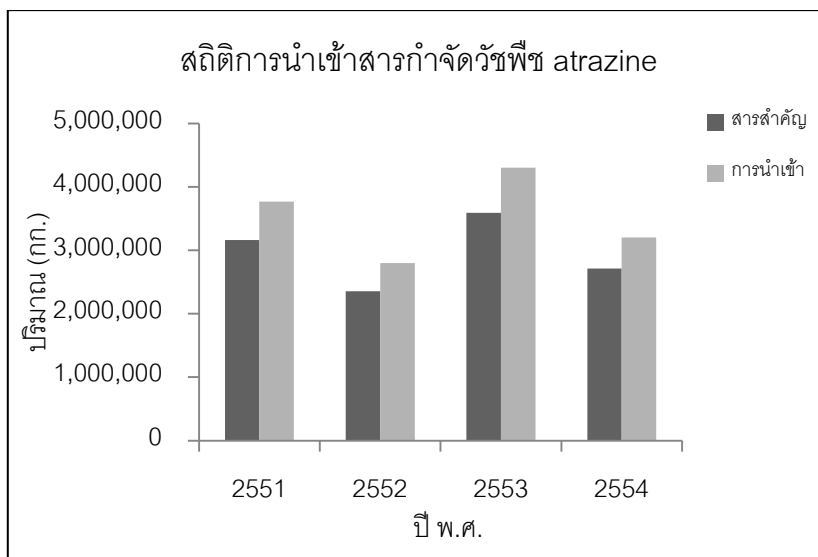
5. บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการสลายตัวและการสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ชนิด atrazine ในดิน น้ำ และตะกอนในไร่สับปะรด ทำการทดลองในไร่สับปะรดที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอปอพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine 90% WG ในแปลงปลูกสับปะรดในอัตรา 2700 กรัมต่อน้ำ 1000 ลิตร ฉีดพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบเครื่องยนต์จำนวน 2 ครั้งต่อฤดูปลูกโดยฉีดพ่นครั้งแรกเมื่อวัชพืชเริ่มงอกและมีความชื้นในดินเหมาะสม ฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อวัชพืชเริ่มงอกใหม่โดยห่างจากครั้งแรก 3 เดือน หลังจากฉีดพ่นเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ปริมาณ atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ผลการศึกษาพบว่าหลังการฉีดพ่น ตรวจพบ atrazine ในดินตั้งแต่วันที่ฉีดพ่นถึง 60 วันหลังการฉีดพ่น ปริมาณ 0.19 ถึง <0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบสารพิษในน้ำปริมาณ 0.54 ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในแหล่งน้ำในแปลงสับปะรด ต่ำกว่าค่าความเป็นพิษต่อปลาและสัตว์น้ำ (Median Lethal Concentration, LC₅₀) ที่จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลา พบสารพิษในตะกอนปริมาณค่อนข้างต่ำมากตั้งแต่วันที่ฉีดพ่น ค่าครึ่งชีวิต (half - life, t_{1/2}) ของสาร atrazine ในดินเท่ากับ 16 วัน และในน้ำเท่ากับ 10 วัน

6. คำนำ

atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชอยู่ในกลุ่ม Triazine มีสูตรทางเคมี คือ $C_8H_{14}ClN_5$ มีชื่อ IUPAC ว่า 6-chloro-N-ethyl-N'-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine เป็นสารที่มีความเป็นพิษระดับปานกลางทั้งทางปากและทางผิวหนัง ค่า acute oral LD_{50} 1,075 - 1,886 mg/kg (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2548) เป็นสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine disruptor chemical; EDC) ทำให้เกิดมลภาวะทางฮอร์โมนเพศ (sex-hormone pollution) เกิดพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศ มีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ ทั้งในคน ปลา และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ไม่เป็นพิษต่อผึ้งและนก เป็นพิษเล็กน้อยต่อปลาและสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ และมีระดับการสะสมสารพิษต่ำในปลา มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้ปานกลางถึงสูงในดินเหนียวหรือดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ๆ เพราะสามารถถูกดูดซับได้ไม่ดีในอนุภาคดิน มีครึ่งชีวิตยาวนานมีความสามารถในการปนเปื้อนสารพิษลงสู่ลำน้ำใต้ดินสูง (<http://www.dpiw.tas.gov.au>) ในประเทศไทยตามรายงานการตรวจพบ atrazine ในแม่น้ำบางปะกง ปริมาณ 0.01 - 0.61 ไมโครกรัมต่อลิตร (พกาสิณีและคณะ, 2549) ในบางประเทศตรวจพบ atrazine ในน้ำใต้ดิน ในระดับความเข้มข้น 0.01 - 6.00 ไมโครกรัมต่อลิตร US.EPA รายงานว่าพบ atrazine ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินในระดับสูง ในบางรัฐของอเมริกาที่มีการใช้ในแหล่งปลูก ยังพบการปนเปื้อนในน้ำผิวดิน เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำและลำธารในระดับสูงเช่นกัน สำหรับในดิน atrazine คงอยู่ในดินได้นานเป็นเดือน และสามารถเคลื่อนย้ายจากดินสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ในตะกอนยังไม่มีข้อมูลสารพิษตกค้างในตะกอน

atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้กันมากในปี 2554 มีปริมาณนำเข้าสูงถึง 3,203,285.1 กิโลกรัม คิดเป็นสารสำคัญออกฤทธิ์ (active ingredient ; a.i.) 2,710,026.0 กิโลกรัม มีมูลค่า 321.90 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2554) โดย atrazine ที่ใช้เป็นสูตร 90% WG ใช้ป้องกันกำจัดวัชพืช ใช้ก่อนวัชพืชงอกและหลังวัชพืชงอกแล้วในระยะเริ่มต้นในไร่อ้อย ข้าวโพด สับปะรด กำจัดพืชใบกว้าง เช่น หญ้าตีนกา หญ้าตีนนก ผักโขม ผักโขมหนาม การเพิ่มของวัชพืชหลายชนิดทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดวัชพืชมากขึ้น ทำให้แนวโน้มการนำเข้าสาร atrazine ในปี 2554 มีปริมาณเพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถิติการนำเข้า atrazine จากปริมาณการนำเข้าและปริมาณสารสำคัญ (กิโลกรัม, กก.) ในระหว่างปี 2551 - 2554

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง
 - 1.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (soil auger)
 - 1.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอน ได้แก่ แคร่งตักน้ำและตะกอน
 - 1.3 ขวดพลาสติกใส่น้ำ
 - 1.4 ขวดแก้วใสตะกอน
 - 1.5 ถังพลาสติกใสดิน
 - 1.6 เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ
 - 1.7 เครื่องที่มีระบบกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System; GPS)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
 - 2.1 เครื่องแก้วที่ใช้ในการสกัดได้แก่ separatory funnel, beaker, cylinder, Erlenmeyer flask, round bottom flask, graduated tube, glass vial for auto sampler, pipette, ขวดปริมาตร และ glass funnel เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารละลายของสารมาตรฐาน ได้แก่ auto pipette volumetric pipette และ volumetric flask class A
 - 2.2 เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารมาตรฐาน ได้แก่ auto pipette volumetric pipette และ volumetric flask class A

2.3 เคมีภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ สารเคมีชนิด analytical grade สำหรับใช้ในการสกัดตัวอย่าง ได้แก่ anhydrous sodium sulfate (anh. Na₂SO₄), acetone, ethyl acetate, hexane, methanol

2.4 สารพิษมาตรฐาน atrazine ความบริสุทธิ์ 98.50%

2.5 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่งละเอียด 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องสกัด วัตถุประสงค์ separatory funnel shaker เครื่อง shaker homogenizer เครื่อง food processor เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator เครื่องลดปริมาตรชนิด nitrogen evaporator ตู้อบสารเคมี เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) ตู้ดูดความชื้น (desiccator) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ตู้เย็นอุณหภูมิตั้งที่ 5 ± 3 องศาเซลเซียส ตู้แช่ (Freezer) อุณหภูมิตั้งที่ -20 ± 5 องศาเซลเซียส และเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ของบริษัท Agilent Technology รุ่น HP 6890 พร้อมหัวตรวจวัดชนิด และ μ - Electron Capture Detector (μ ECD)

วิธีการ

1. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 สำรวจพื้นที่เกษตรกรรมการทำแปลงสับปะรดที่ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ขนาด 30 ไร่ ที่พิกัด 47 P 556566 1604817 เริ่มทำการทดลองเมื่อสับปะรดมีอายุประมาณ 1 ปี เก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรด เมื่ออายุประมาณ 13 - 17 เดือน มีแหล่งน้ำไหลผ่านและติดกับพื้นที่แปลงปลูก สับปะรดเป็นบ่อเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตร

1.2 การเตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอน กำหนดจุดสำหรับสุ่มเก็บ ใช้เครื่องสุ่มตักตัวอย่างน้ำและตะกอนตามจุดที่กำหนด ให้เต็มขวดปริมาตร 1 ลิตร และขวดตะกอน ถ้าน้ำมีลักษณะใสสะอาด สามารถนำมาสกัดได้ทันที แต่ถ้ามีความขุ่นหรือสกปรก ให้กรอง เพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนออกก่อนการตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่างดิน ใช้ soil auger เก็บดินจากแปลงสับปะรด โดยใช้วิธีแบ่งพื้นที่ให้เป็น 10 ส่วน แล้วทำการสุ่มเก็บให้ได้ตัวอย่างละ ประมาณ 1 กิโลกรัม ผึ่งในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง ให้มีความชื้นประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วทุบให้ละเอียด ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนนำไปทดสอบและหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

1.3 การฉีดพ่นวัตถุประสงค์ การปลูกสับปะรดและดูแลรักษาตามแบบของเกษตรกร

1.4 การเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน เก็บตัวอย่างก่อนการฉีดพ่น และภายหลังการฉีดพ่น

2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

2.1.1 ในกรณีที่ตัวอย่างดินมีสิ่งอื่น ๆ ปนมา เช่น เศษหิน เศษพืช ให้เก็บออกก่อนนำไปชั่งเพื่อทดสอบ

2.1.2 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน นำตัวอย่างดินและตะกอนที่เก็บมาตากไว้ในที่ร่มจนมีความชื้นอยู่ในช่วง 10 - 20 % จากนั้นนำไปชั่งพร้อมกับการชั่งตัวอย่างเพื่อสกัด และคำนวณน้ำหนักตัวอย่างดินและตะกอนแห้ง

2.1.3 ชั่งตัวอย่างดิน 20.0 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask และ 50.0 กรัม ใส่ลงใน Petri dish และบันทึกน้ำหนัก Petri dish เปล่า

2.2 การหาความชื้นในตัวอย่างดิน

- 2.2.1 นำตัวอย่างดิน 50.0 กรัม ไปเข้าตู้อบ (Oven) โดยตั้งอุณหภูมิ 105 ± 5 °C นาน 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินไปเข้าตู้อบ (Oven) อีกครั้ง โดยตั้งอุณหภูมิ 105 ± 5 °C นาน 4 ชั่วโมง
- 2.2.2 นำตัวอย่างดินออกจากตู้อบ และใส่ไว้ใน Desiccator จนเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง
- 2.2.3 นำตัวอย่างดินไปชั่ง บันทึกน้ำหนักครั้งที่ 2
- 2.2.4 น้ำหนักของการอบทั้งสองครั้งจะต่างกันไม่เกิน 1% ถ้าต่างมากกว่านี้ จะต้องนำเข้าอบที่อุณหภูมิเดิมต่อจนน้ำหนักที่ชั่งได้แตกต่างกันไม่เกิน 1% นำไปคำนวณ % ความชื้น

2.3 การคำนวณ % ความชื้นดิน

$$2.3.1 \text{ \% ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}) \times 100}{(\text{น้ำหนักดินหลังอบ} - \text{น้ำหนัก Petri dish})}$$

โดย น้ำหนักดินก่อนอบ มาจาก น้ำหนัก Petri dish รวมกับ น้ำหนักดิน 50.0 กรัม
น้ำหนักดินหลังอบ มาจาก น้ำหนัก Petri dish รวมกับ น้ำหนักดินหลังอบที่ชั่งได้

$$2.3.2 \text{ น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - (\text{น้ำหนักดินเปียก} \times \% \text{ ความชื้นดิน})}{100}$$

2.4 การสกัดสารกำจัดวัชพืช atrazine ในตัวอย่างดิน/ตะกอน วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine ในดิน และตะกอน ประยุกต์ใช้วิธี ultrasonic (Babic, S. et. al., 1998)

- 2.4.1 ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม เติม ethyl acetate (AR) 75 มิลลิลิตร นำไปตั้งที่เครื่อง ultra sonic bath 25 นาที
- 2.4.2 ยกตั้งทิ้งไว้ แล้วกรองผ่านกระดาษกรองที่มี sodium sulfate
- 2.4.3 ล้างด้วย ethyl acetate (AR) 2 ครั้งๆละ 20 มิลลิลิตร
- 2.4.4 นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary evaporator ระเหยจนเกือบแห้ง
- 2.4.5 นำมาเปลี่ยน solvent เป็น hexane (iso-octane) ใช้ประมาณ 10 มิลลิลิตร ระเหยเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane (PR)
- ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในดินที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.06 และ 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.5 วิธีการตรวจวิเคราะห์ atrazine ในน้ำ ใช้วิธี In house method (2007)

ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.1 และ 1.11 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.6 การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง ในตัวอย่าง ดิน น้ำ และตะกอน ใช้สูตร

$$C = \frac{(R_x - B_0) \times V \times D}{A_0 \times W}$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง (น้ำ หน่วย ไมโครกรัมต่อลิตร ดินและตะกอน หน่วย มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

R_x คือ Response (area/height) ของสารในตัวอย่าง

B_0 คือ intercept ของ calibration curve

A_0 คือ slope ของ calibration curve

V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) หรือ ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

D คือ dilution factor

2.7 การคำนวณค่าครึ่งชีวิต (half- life, $t_{1/2}$) จากสมการ exponential ใช้สูตร

$$\text{half- life } (t_{1/2}) = -0.693/b$$

เมื่อ b คือ slope ของ curve จากสมการ exponential

$$y = ae^{bx}$$

2.8 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัด (% Recovery) ตามสูตร

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(C_1 - C_2) \times 100}{C_{\text{fortified}}}$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของสารใน Fortified sample

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารใน Sample blank

$C_{\text{fortified}}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงใน Fortified sample

2.9 ตรวจสอบวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph หัวตรวจวัดชนิด micro Electron Capture Detector (μ -ECD) วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผลการทดลอง

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2555

สถานที่ดำเนินการ แปลงสับปรดที่ใช้ในการทดลองของเกษตรกรนายสนาน แซ่อึ้ง ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพพื้นที่แปลงทดลองมีลักษณะเป็นที่ดอนมีความลาดชันปานกลาง มีสระน้ำด้านล่างแปลง การระบายน้ำดี ชนิดของดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยยูเรียสูตร 21-0-0 ผลการวิเคราะห์ดินพบว่า ดินเป็นกรดรุนแรง ค่า pH 4.0 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณโพแทสเซียมต่ำคือ 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับปานกลาง คือ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินมีลักษณะร่วนเหนียวปนทราย มีอินทรีย์วัตถุน้อย ควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยเทศบาล อัตรา 1-2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีโดยการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีในระยะเวลาเจริญเติบโตต่าง ๆ

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง atrazine ในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) หัวตรวจวัดชนิด micro - Electron Capture Detector (μ ECD) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในดินและตะกอนที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.06 และ 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่า recovery เฉลี่ย 82-100 % ปริมาณสารพิษต่ำสุดที่วิธีวิเคราะห์สามารถตรวจได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation ;LOQ) 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Recovery) ในน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.03, 0.1 และ 1.11 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ค่า recovery เฉลี่ย 84 - 100% ปริมาณสารพิษต่ำสุดที่วิธีวิเคราะห์สามารถตรวจได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation ;LOQ) 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างและใช้เป็นค่าอ้างอิงก่อนการฉีดพ่น atrazine ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชในแปลงสับปะรด ตัวอย่างดินเก็บดิน 2 ระดับ ดินบน 0-10 เซนติเมตร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างและดินล่าง 10-20 เซนติเมตร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine ตัวอย่างตะกอนตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine และตัวอย่างน้ำตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง atrazine

หลังการฉีดพ่นสารพิษครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ยังไม่สามารถเก็บผลผลิตสับปะรดได้ เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอนเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตามเวลาที่กำหนด คือ ตั้งแต่ 0 – 60 วัน ผลการตรวจวิเคราะห์ได้ดังนี้

ปริมาณสารพิษ atrazine ในดิน

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง < 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

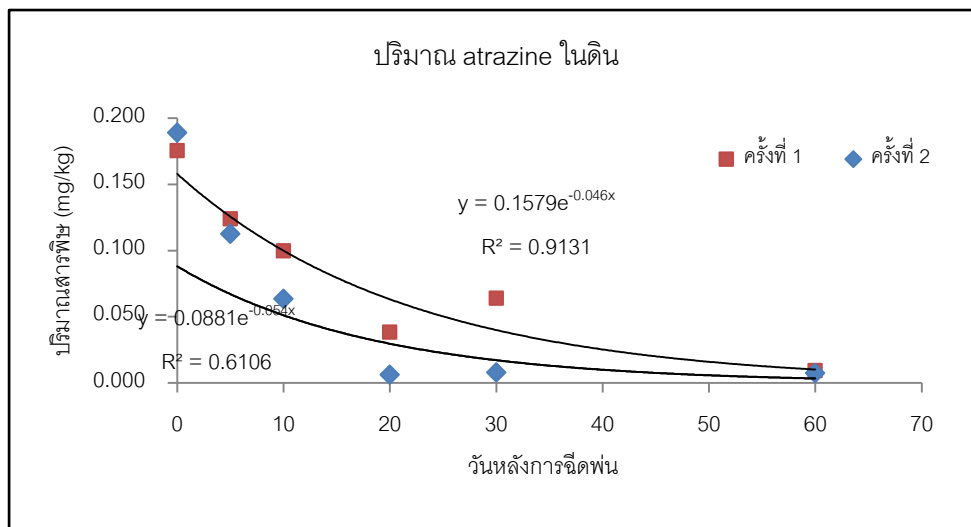
หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 2 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง < 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณสารพิษ atrazine ในดินในช่วงเวลาต่าง ๆ

วันหลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 (N=10)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 (N=10)
0	0.18	0.19
5	0.12	0.11
10	0.10	0.06
20	0.04	<0.03
30	0.06	<0.03

60	< 0.03	<0.03
----	--------	-------

นำข้อมูลที่ได้จากตาราง 1 ไปคำนวณหาค่าการสลายตัวของ atrazine และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่าง ๆ จะได้สมการการสลายตัวของสารพิษในรูป Exponential; $y = ae^{bx}$ จากสมการนำไปคำนวณระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวจนลดลงมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life) ด้วยสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ จากภาพที่ 2 จะได้ค่า b เท่ากับ -0.04 และ -0.05 ตามลำดับ เมื่อนำไปคำนวณจะได้ค่าครึ่งชีวิต (half life) ของสารพิษในดินเฉลี่ยเท่ากับ 15.6 วัน



ภาพที่ 2 ปริมาณสารพิษ atrazine ในดินในช่วงเวลาต่าง ๆ

ปริมาณสารพิษ atrazine ในตะกอน

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ตรวจวิเคราะห์สารพิษในตะกอนพบปริมาณต่ำมาก น้อยกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (<LOQ) ตั้งแต่หลังการฉีดพ่นวันแรกจนถึงวันที่ 60 ของการฉีดพ่น

ปริมาณสารพิษ atrazine ในน้ำ

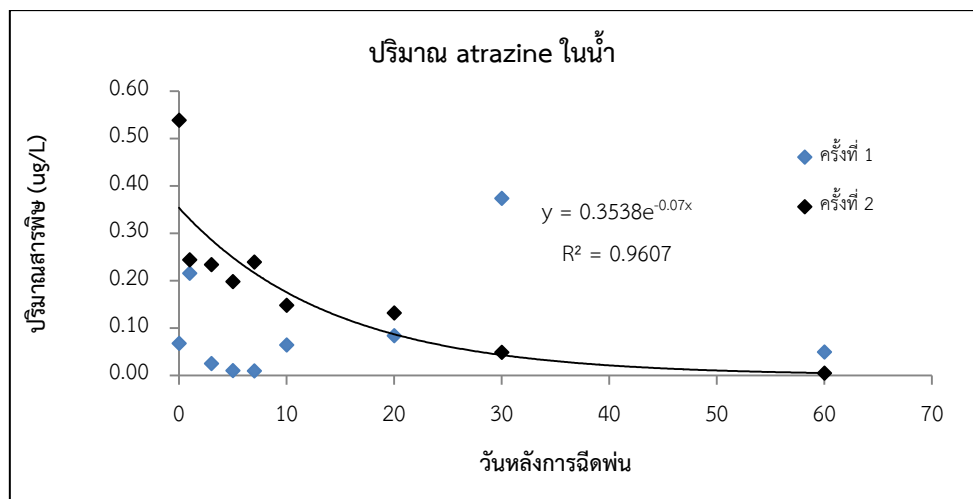
หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 1 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.37 ไมโครกรัมต่อลิตร ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร

หลังการฉีดพ่น atrazine ครั้งที่ 2 ตรวจพบสารพิษในวันที่ฉีดพ่น (0 วัน) จนถึงวันที่ 60 หลังการฉีดพ่น มีปริมาณเฉลี่ย (จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง 10 ซ้ำ) ตั้งแต่ 0.54 ไมโครกรัมต่อลิตร ถึง < 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารพิษ atrazine น้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ

วันหลังการฉีด พ่น (วัน)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 (N=10)	ปริมาณ atrazine เฉลี่ยในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 (N=10)
0	<0.09	0.54
1	0.22	0.24
3	<0.09	0.23
5	<0.09	0.20
7	<0.09	0.24
10	<0.09	0.15
20	<0.09	0.13
30	0.37	<0.09
60	<0.09	<0.09

นำข้อมูลที่ได้จากตาราง 2 มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ผลดังภาพที่ 3 เนื่องจากข้อมูลครั้งที่ 1 มีการกระจายตัวมากจึงไม่สามารถคำนวณค่าครึ่งชีวิตในการสลายตัวของสารพิษในน้ำได้ เพราะไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้เช่นเกิดฝนตกในวันหรือก่อนวันเก็บตัวอย่างทำให้ผลที่ได้ค่อนข้างมีข้อมูลที่กระจายตัว จึงใช้ผลการวิเคราะห์ในการฉีดพ่นครั้งที่ 2 จะได้สมการการสลายตัวของสารพิษในรูป Exponential; $y = ae^{bx}$ และจากสมการนำไปคำนวณระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวจนลดลงมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life) ด้วยสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ จากภาพที่ 2 จะได้ค่า b เท่ากับ -0.07 เมื่อนำไปคำนวณจะได้ค่าครึ่งชีวิต (half life) ของสารพิษในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 10 วัน



ภาพที่ 3 ปริมาณสารพิษ atrazine ในน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ

ทั้งนี้ปริมาณ atrazine ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ มีค่า LC_{50} (96 hour) ในปลา rainbow trout = 8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Douglas Hartley and Hamish Kidd, Unwin Bbrother, 1991) ซึ่งปริมาณสารพิษที่ตรวจพบในแหล่งน้ำในแปลงสับปะรดต่ำกว่าค่า LC_{50} ที่จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลา มาตรฐานคุณภาพดินของประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานสาร atrazine ในดิน ต้องไม่เกิน 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) ส่วนค่ามาตรฐาน atrazine ในน้ำ (MAC) 5.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำเพื่อการประมง U.S.EPA ได้กำหนดค่า maximum contaminant level (MCLs) ของ atrazine เท่ากับ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 3 ไมโครกรัมต่อลิตร (EPA, 2003 and ATSDR, 2006) ซึ่งสารพิษตกค้างที่ตรวจพบก็มีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากผลการศึกษาการสลายตัวและสะสมสาร atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกสับปะรด สรุปได้ว่าการฉีดพ่นสารพิษในสับปะรด ทำให้สารพิษปนเปื้อนและสะสมในสิ่งแวดล้อม แม้ว่าปริมาณการปนเปื้อนจะมีปริมาณไม่สูงมากและระยะเวลาในการสลายตัวอยู่ระหว่าง 10 - 16 วันซึ่งไม่นานมาก แต่สัตว์น้ำและพืชในแหล่งปลูกก็เป็นอาหารของมนุษย์ สำหรับสารพิษที่ตกค้างอยู่ในน้ำต่ำกว่าค่าความเป็นพิษต่อปลาทำให้ยังคงปลอดภัยต่อการเลี้ยงปลาในแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค ส่วนสารพิษที่ตกค้างอยู่ในดินอาจมีการชะละลายสารพิษที่ปนเปื้อนในดินลงสู่แหล่งน้ำบริเวณนั้น ถึงแม้ว่า atrazine จะมีความเป็นพิษปานกลางต่อคนและสัตว์ แต่เกษตรกรก็ต้องระมัดระวังระหว่างการปฏิบัติงาน ควรป้องกันตัวเองด้วยการสวมใส่อุปกรณ์ ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้วัตถุพิษการเกษตรและเพื่อป้องกันการกระจายวัตถุพิษการเกษตรสู่สิ่งแวดล้อมโดยการไม่ใช้เกินอัตราที่กำหนด

10. การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาการสลายตัวและสะสมสาร atrazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกสับปะรด นำไปเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดให้ทราบถึงการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อมในแหล่งปลูกพืชว่ามีปริมาณสารพิษตกค้างในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรและสิ่งมีชีวิตบริเวณใกล้เคียงหรือไม่ เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากผลกระทบ การใช้วัตถุพิษการเกษตร ที่มีต่อเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป และเผยแพร่ในหนังสือรายงานประจำปี และการประชุมวิชาการ

11. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2548. คำแนะนำการป้องกันกำจัดวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืชปี 2547.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. 133 น.

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

ผกาสินี คล้ายมาลา, ปรีชา ฉัตรสันติประภา และ พงศ์ศรี ไบอดุลย์. 2549. การสำรวจสารพิษตกค้างในแม่น้ำบางปะกง. ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.

ผกาสินี คล้ายมาลา, ประกิจ จันทร์ดีบ และ วรวิทย์ สุจิธรรม. 2554. ศึกษาการสลายตัวและสะสมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Triazine ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่ : ชนิด atrazine ในไร่อ้อย. ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.

ATSDR. 2006. Interaction Profile for: Atrazine, Desethylatrazine, Diazinon, Nitrate, and Simazine. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Division of Toxicology/Toxicology Information Branch. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. Atlanta, Georgia, U.S.A.

Babic, S., Petrovic, M. and Kastelan-Macan., K. 1998. Ultrasonic solvent extraction of Pesticides from soil. Journal of Chromatography Analysis. vol. 823 :1-2, Oct. 1998: 3-9.

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

Douglas Hartley and Hamish Kidd , Unwin Bbrother , The Agrochemical Handbook Third Edition Limited , Nottingham England, 1991.

EPA. 2003. Toxicological Profile for Atrazine. U.S. Department of Health and Human Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology/Toxicology Information Branch. Atlanta, Georgia, U.S.A.

In house method. 2007. Base on Organochlorine and Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. AOAC Official Method 970.52 (1995) กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้ วัตถุมีพิษการเกษตร. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

WHO. 2010. The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification. 2009. International Programme on Chemical Safety (IPCS) and Inter-organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC).

http://www.doa.go.th/ard/images/stories/stat/stat_413.pdf

[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter,nsf/Attachments/EGIL-57A2CL/\\$FILE/ATRAZINE.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter,nsf/Attachments/EGIL-57A2CL/$FILE/ATRAZINE.pdf)

http://www.epa.gov/teach/chem_summ/Atrazine_summary.pdf

<http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/10190387-0ya2oZ/webviewable/10190387.pdf>