

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย** : การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมี
ป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
- กิจกรรม** : ศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สาร
ป้องกันกำจัดศัตรูพืช
- กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)** : การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม
organophosphorus ในพืชผักและไม้ผล ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดแมลง กลุ่ม
ออร์กาโนฟอสฟอรัส ชนิด อีไทออน ในแปลงส้ม
4. **ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** : Degradation and Accumulation of Organophosphorus
insecticide, Ethion in Tangerine Orchard
5. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสิริพร เหลืองสุขนกุล
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน : นายนพดล มะโนเย็น
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาวจันทิมา ผลกอง
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
6. **บทคัดย่อ**

การสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิด อีไทออน ได้ทำการทดลองในแปลงส้ม ที่มีการใช้ อีไทออน เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟพริก ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของส้ม ความเข้มข้นของ อีไทออนที่พ่น จะใช้อัตราตามที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ โดยช่วงเวลาก่อนและหลังการพ่นอีไทออนที่ระยะเวลา 0 1 3 5 7 9 10 15 และ30 วัน ทำการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และมาสกัด อีไทออน ที่ตกค้าง การสกัดตัวอย่างน้ำใช้วิธีวิเคราะห์ตาม General Multiresidue Methods. AOAC Official Method 970.52 (AOAC, 1995) ส่วนตัวอย่างดินและตะกอน ใช้วิธีสกัดของ Standard Operation Procedure (TNO,1993) ตัวอย่างที่สกัดแล้วจะนำไปวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดหัวตรวจวัด Flame Photometric Detector (GC/FPD) นำผลตรวจวิเคราะห์ อีไทออน ที่ตกค้างในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน มาคำนวณปริมาณ อีไทออนที่สะสม และ

การสลายตัว หรือเวลาที่สารกำจัดแมลงสลายตัวไปครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) ผลการทดลองพบว่า อีไธออน มีค่า $t_{1/2}$ ในน้ำเท่ากับ 7.70 วัน (ความเข้มข้นของอีไธออนอยู่ระหว่าง 0.018 ± 0.005 ถึง 1.560 ± 0.390 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในดินมีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 4.62 วัน (ความเข้มข้นของอีไธออนอยู่ระหว่าง 0.008 ถึง 0.230 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และในตะกอนมีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 33 วัน (ความ

รหัสการทดลอง 03-06-54-05-04-01-03-57

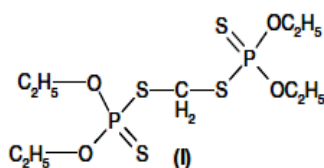
เข้มข้นของอีไธออนอยู่ระหว่าง 1.881×10^{-3} ถึง 7.537×10^{-3} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ ซึ่งจากรายงานค่า $t_{1/2}$ ของอีไธออนในดินในสภาวะจำลองที่เคยได้ศึกษาไว้ คือ 10.66 วัน (สิริพร และคณะ 2558) ซึ่งมีความมากกว่าค่า $t_{1/2}$ ของ อีไธออนในดินในแปลงส้ม ($t_{1/2}$ เท่ากับ 4.62 วัน) ดังนั้นปัจจัยที่น่าจะทำให้อีไธออนมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในดินเกิดจากการชะล้างอีไธออนจากดิน (Run-off) จากการรอน้ำของเกษตรกรและฝนตก และการที่ อีไธออน ตกค้างในตะกอนมีแนวโน้มสลายตัวช้า อาจมีผลมาจากการเกิดกลไกการชะล้าง (run-off) ของ อีไธออน จากดิน

Abstract

A field study was conducted to study the degradation and accumulation of Organophosphorus Insecticide; ethion in the tangerine orchard. Ethion was applied to kill a serious pest in tangerine , Chlli thrips, Scirtothrips dorsalis Hood. Ethion concentration was used following to the recommendation of Department of Agriculture. The environmental samples; soil ,water ,sediment, were collected before and after ethion spraying at 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 30 days. All samples were extracted follow the General Multiresidues Method of AOAC Official Method (AOAC, 1995) for water samples and the Standard Operation Procedure (TNO, 1993) for soil and sediment samples. The extracted samples were analyzed ethion residue by Gas Chromatograph coupled with Flame Photometer Detector (GC/FPD). Ethion residues were calculated the accumulation amount and the degradation time or Half-life ($t_{1/2}$). As the results, the $t_{1/2}$ of ethion in the soil was 4.62 days (ethion concentration varies from 0.008 to 0.230 mg kg⁻¹), sediment was 33 days (ethion concentration varies from 1.881×10^{-3} to 7.537×10^{-3} mg kg⁻¹) and water was 7.70 days (ethion concentration varies from 0.018 ± 0.005 to 1.560 ± 0.390 mg L⁻¹) respectively. However, the Half-life ($t_{1/2}$) of ethion in the soil under laboratory condition that reported from the previous study ($t_{1/2} = 10.66$ days) (Siriporn, *et al*, 2558) was higher than $t_{1/2}$ of ethion in the soil from tangerine orchard ($t_{1/2} = 4.62$ day). Thus, it can imply that ethion may rapidly degrade in the soil that may cause by run-off process via pouring and raining. In case of sediment that showed less accumulation but long degradation period. It may be resulted from the influence of run-off process.

7. คำนำ

ส้ม (Tangerine, *Citrus reticulata* Balanco) เป็นพืชเศรษฐกิจมีการปลูกอย่างแพร่หลาย มีแหล่งปลูกใหญ่ในเขตจังหวัด นครปฐม สมุทรสงคราม ซึ่งในการผลิตส้มที่มีคุณภาพจะต้องมีการจัดการปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งศัตรูพืชที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายมาก คือ เพลี้ยไฟพริก โดยการทำลายของเพลี้ยไฟ จะทำให้เกิดความเสียหายต่อส้ม ทำให้ยอดหัก ดอกร่วง และไม่ติดผล หรือทำให้ผลส้มเสียหาย ดังนั้นในปัจจุบันเกษตรกรจึงนิยมใช้ อีไทออน กันแพร่หลายในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ข้อมูลทั่วไปของ อีไทออน จัดอยู่ในสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสฟอรัส และมีชื่อทางเคมี (IUPAC) คือ O',O'.O'-tetraethyl S,S'-methylene bis(phosphorothioate) มีสูตรโมเลกุลคือ $C_9H_{22}O_4P_2S_4$ มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 384.5 จัดเป็นกลุ่มตามกลไกหรือตำแหน่งการออกฤทธิ์ตาม Insecticide Resistance Action Committee ; IRAC คือ กลุ่ม 1B อีไทออน เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช และไร ประเภทไม่ดูดซึม จะออกฤทธิ์เมื่อสัมผัสผู้สูดดมและกิน ค่า LD_{50} ทางการกินในหนู เท่ากับ 208 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จัดสารพิษชนิดนี้มีความเป็นพิษจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderately toxic, WHO class II) อีไทออน มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง (Tomlin, 2012)



ภาพที่ 1. โครงสร้างของ อีไทออน (Tomlin, 2012)

คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของ อีไทออน คือ ละลายน้ำได้น้อย มีการเคลื่อนย้ายต่ำ (low mobility) มีความคงทนสูง) และอ็อกซิไดส์สู่อากาศได้น้อย จากการตรวจเอกสารเกี่ยวกับพฤติกรรมของ อีไทออน หลังเข้าสู่สิ่งแวดล้อม พบว่า อีไทออน จะจับได้ดีกับดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง (มากกว่า 3%) อีไทออนมีแนวโน้มจะไปสะสมในตะกอนมากกว่าคงอยู่ในน้ำ การสลายตัวของ อีไทออน ในดิน น้ำ และตะกอน จะเกิดขึ้นด้วยกระบวนการ hydrolysis เป็นหลัก ซึ่งทั้งนี้ขึ้นกับสองปัจจัย คือ pH และอุณหภูมิ เช่น ถ้าในภาวะที่ pH เป็นกรด และอุณหภูมิต่ำ อีไทออน จะมีความคงทน (persistence) มากกว่าในภาวะที่ pH สูงๆ เช่นใน สภาวะน้ำผิวดิน ที่ pH เท่ากับ 7.7 อีไทออนจะมีค่าการสลายตัว (half-life; $t_{1/2}$) เท่ากับ 16-18 สัปดาห์ แต่ที่ pH 10 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 1 วัน และที่ pH 8 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจะมีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 8.4 สัปดาห์ ส่วนการเคลื่อนย้าย (mobility) พบว่า อีไทออน มีการเคลื่อนย้ายได้เพียงเล็กน้อย แต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้ด้วยกระบวนการชะ

ล้าง (run-off) และกระบวนการ leaching สู่น้ำผิวดิน (Racke, 1992; Thomas, 1990; Dierberg and Pfeuffer, 1983; Sharom et al., 1980a; Kenaga, 1980)

ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การสลายตัว และการสะสมของ อีโทอน ในดิน น้ำ และตะกอนในแปลงส้ม ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ทำนายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นจากการใช้สารกำจัดแมลง ในสวนส้ม ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้จะจัดทำเป็นรายงานเสนอต่อกรมวิชาการเกษตร เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่มีอันตราย เพื่อความเข้มงวดในการใช้ การจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

8. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว

1. ถุงพลาสติกเก็บดิน ขวดเก็บน้ำชนิด polyethylene ขวดแก้วเก็บตะกอน ถาดตากตะกอน และกระดาษกรองเบอร์ 1 ฯลฯ

2. Gas chromatography accessories ได้แก่ column, liner, o-ring, septum, GC vial, injection syringe ฯลฯ

3. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ volumetric flask, volumetric pipette, separatory funnel, Erlenmeyer flask, cylinder, beaker, round bottom flask, filtering funnel, petri-dish, glass vial, centrifuge tube ฯลฯ

4. อุปกรณ์วัดพารามิเตอร์ในดินและน้ำ ได้แก่ pH meter, Do test kit, conductivity meter

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดอีโทอน ได้แก่ acetone, ethyl acetate, anh. sodium sulphate, magnesium sulfate, primary secondary amine (PSA), sodium chloride ethyl acetate

2. สารมาตรฐานชนิดป้องกันกำจัดแมลง ชนิด อีโทอน ความบริสุทธิ์สูง

3. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลง ชนิด อีโทอน สูตร 50 เปอร์เซ็นต์ W/V EC

เครื่องมือ

1. เครื่องมือชั่งหยابและเครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)

2. เครื่องเขย่าชนิด separatory funnel shaker และชนิด reciprocal shaker

3. เครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator และชนิด nitrogen evaporator

4. เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน (centrifuge)

5. เครื่อง Gas Chromatograph พร้อมหัวตรวจจับชนิด Flame Photometer Detector (GC/FPD)

- วิธีการ

1. สํารวจข้อมูลแปลงสํม เพื่อค้ดเลือกเป็นแปลงทดลอง โดยออกสํารวจในเขตพื้นที่ อําเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จำนวน สามแปลง และได้ค้ดเลือกแปลงสํมที่เหมะสม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เจ้าของแปลง : นายวีรยุทธ์ อําโพธิ์ศรี

ที่ตั้งแปลง : เลขที่ 38/10 หมู่ 7 ต.บึงบา อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ลักษณะทางกายภาพของแปลง : ดินในแปลงเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีอินทรีย์วัตถุสูงปานกลาง

มีค่า pHดิน ประมาณ 5.1 ถึง 6.2

น้ำในร่องน้ำในแปลง มีค่า pH ระหว่าง 6.9 ถึง 7.2 มีค่า

conductivity ระหว่าง 1,300 ถึง 1,600 μs มีค่า Total

Dissolved Solid ระหว่าง 294 ถึง 298ppm และค่า

Dissolved Oxygen ระหว่าง 517 ถึง 698 mg/L

สารกำจัดแมลงที่ศึกษา : ethion 50 % w/v EC

อัตราการใช้ยา : ใช้อัตราตามที่เกษตรกรที่ใช้ คือ 20 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร

เทคนิคการพ่นสารกำจัดแมลง : พ่นด้วยเครื่องพ่นสารแรงดันสูงติดตั้งในเรือ

การดูแลแปลง : รดน้ำแปลงสํม วันละหนึ่งครั้ง รดวันเว้นวัน ส่วนวันที่พ่นยาให้เว้นรดน้ำสองวัน

2. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

2.1 แปลงสํมทดลอง มีขนาดกว้าง 3.5 เมตร ยาว 400 เมตร มีร่องน้ำรอบแปลง ในหนึ่งแปลงแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยจำนวน 6 แปลง และสุมเก็บตัวอย่างดิน น้ำและตะกอน ช่วงเวลา ก่อนพ่นสาร และภายหลังการพ่นสารไปแล้ว (0 1 3 5 7 10 16 20และ30 วัน)

2.2 ตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกชนิด (Polypropylene) ขนาด 1 ลิตร ตัวอย่างตะกอนใส่ขวดแก้ว และตัวอย่างดินเก็บใส่ถุงพลาสติก ตัวอย่างทั้งหมดจะแช่ใส่ถังน้ำแข็งนำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการเพื่อเข้าสู่กระบวนการตรวจวิเคราะห์ อีไทออน

3. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ อีไทออน ใช้วิธีตาม Organophosphorus pesticide. General Multiresidue Methods. AOAC Official Method 970.52,1995 และตรวจวิเคราะห์ อีไทออน ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ชนิดหัวตัววัด Flame Photometer Detector

3.2 การเตรียมตัวอย่างดินและตะกอนสำหรับวิเคราะห์ อีไทออน ใช้วิธีตาม TNO 1993. Standard Operation Procedure, Zeist. The Netherlands และตรวจวิเคราะห์ อีไทออน ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ชนิดหัวตัววัด Flame Photometer Detector

3.2.1 การหาความชื้นในดินและตะกอน

การหาความชื้นในดินและตะกอน อ้างวิธีการตาม Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties (Back, 1965) มีขั้นตอนโดยสังเขป คือ ชั่งแบ่งดินหรือตะกอนที่นำมาทำการสกัดปริมาณ 50 กรัม ใส่ petri dish (ซึ่งน้ำหนัก petri dishด้วย) นำไปอบใน

ต้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำ petri dish ที่มีตัวอย่างดินหรือตะกอน ออกมาใส่ใน desiccator ที่ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่าง และนำน้ำหนักที่ บันทึกไว้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักตัวอย่างดินและตะกอนแห้ง

3.2.2 การสกัด อีไธออน ที่ตกค้างในน้ำ

การสกัด อีไธออน จากตัวอย่างน้ำ อ้างวิธีการสกัดตาม General Multiresidue Methods. AOAC Official Method 970.52 (AOAC, 1995) มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร และเติม ethyl acetate 100 มิลลิลิตร นำไปเขย่า ด้วย separatory funnel shaker นาน 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไซ้เก็บสารละลายชั้นบนมากรองผ่าน anh. Na₂SO₄ สารละลายชั้นล่างนำมาเติม ethyl acetate 50 มิลลิลิตร เขย่าด้วย separatory funnel shaker นาน 3 นาที ไซ้เก็บสารละลายชั้นบนมากรองผ่าน anh. Na₂SO₄ เก็บรวมกับครั้งแรก นำไปลด ปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator และ nitrogen evaporator และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษอีไธออน ด้วยเครื่อง GC/FPD

2) ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สาร อีไธออน ในตัวอย่างน้ำพบว่ามีค่าร้อยละการกลับคืน (recovery) เฉลี่ยอยู่ที่ 94 ที่ช่วงความเข้มข้น 0.01 ถึง 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร

3.2.3 การสกัดสารพิษ อีไธออน ตกค้างในดินและตะกอน

การสกัด profenofos และ อีไธออน จากตัวอย่างดินและตะกอน อ้างวิธีการสกัดตาม Standard Operation Procedure, Zeist. The Netherlands (TNO, 1993) มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างดินและตะกอน 20 กรัมใส่ flask เติม ethyl acetate (AR) 75 มิลลิลิตร นำไปเขย่า ด้วย shaker นาน 5 ชั่วโมง กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate anhydrous กลั้วขวดใส่ตัวอย่างด้วย ethyl acetate 20 มิลลิลิตร 2 ครั้ง กรองสารละลายเก็บใน flask ใบเติม และนำไปลดปริมาตรโดยใช้ rotary evaporator และ nitrogen evaporator ตามลำดับและ ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษอีไธออน ด้วยเครื่อง GC/FPD

2) ประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษ อีไธออน ในตัวอย่างดินพบว่ามีค่าร้อยละการ กลับคืน (recovery) เฉลี่ยอยู่ที่ 94 ตามลำดับ ที่ช่วงความเข้มข้น 0.01 ถึง 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การวิเคราะห์ สารพิษอีไธออน ด้วยเครื่อง GC/FPD ปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง GC ดังนี้

Mode	Splitless
GC column	column DB 1701 capillary, 30 m x 0.25 mm id, 0.25 μ m film thickness
Temperature	injector = 230 °C, detector = 250 °C
Oven temperature program	80 °C (1 min) $\xrightarrow{20^\circ\text{C}/\text{min}}$ 194 °C (1 min) $\xrightarrow{2^\circ\text{C}/\text{min}}$ 197 °C (1 min) $\xrightarrow{5^\circ\text{C}/\text{min}}$ 200 °C (1 min) $\xrightarrow{1^\circ\text{C}/\text{min}}$ 210 °C (2 mins) $\xrightarrow{60^\circ\text{C}/\text{min}}$ 250 °C (2 mins)
Carrier gas	helium flow 1.2 mL/min
Make up gas	nitrogen flow 60 mL/min
Ignite gas	H ₂ 110 mL/min, Air 150 mL/min

Inject volume 1 μ L

3.3 การแปรผลแบ่งออกเป็นค่าคำนวณปริมาณของ อีไธออน ที่ตรวจวิเคราะห์จากตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ค่าคำนวณ และเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half-life, $t_{1/2}$) ดังนี้

3.3.1 ปริมาณ ในตัวอย่างน้ำ ดิน และ ตะกอน ค่าคำนวณได้จาก

$$\text{ethion ในน้ำ}(\mu\text{g/L}) = \frac{\text{ethion ที่วัดได้จาก GC (mg/L)} \times \text{ปริมาตรก่อนวิเคราะห์ด้วย GC (ml)}}{\text{ปริมาตรที่นำมาสกัด (ml)}}$$

$$\text{ethion ในดิน}(\text{mg/kg}) = \frac{\text{ethion ที่วัดได้จาก GC (mg/L)} \times \text{ปริมาตรก่อนวิเคราะห์ด้วย GC (ml)}}{\text{น้ำหนักดินแห้งที่นำมาสกัด (g)}}$$

$$\text{ethion ในตะกอน}(\text{mg/kg}) = \frac{\text{ethion ที่วัดได้จาก GC (mg/L)} \times \text{ปริมาตรก่อนวิเคราะห์ด้วย GC (ml)}}{\text{น้ำหนักตะกอนแห้งที่นำมาสกัด (g)}}$$

3.3.2 เวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half-life, $t_{1/2}$) ค่าคำนวณได้จากสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ โดย b ได้มาจากสมการ $y = ae^{bx}$ ซึ่งหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษและระยะเวลาหลังการพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ

3.4 การรายงานผลการทดลองเป็นข้อมูลปริมาณสารกำจัดแมลง อีไธออน ที่ตกค้างในน้ำ ดิน และตะกอนในแปลงส้ม และเวลาที่สารกำจัดแมลงชนิด อีไธออน จะสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน ในแปลงส้ม ในรูปแบบตารางและกราฟเส้น

- เวลาและสถานที่ เดือนตุลาคม 2557 ถึง เดือนกันยายน 2558

แปลงส้มของเกษตรกรที่ ต.บึงบา อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัฏภูมิพิษ การเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จตุจักร กทม.

9. ผลการทดลองและวิจารณ์

การสะสม และสลายตัวของ อีไธออน

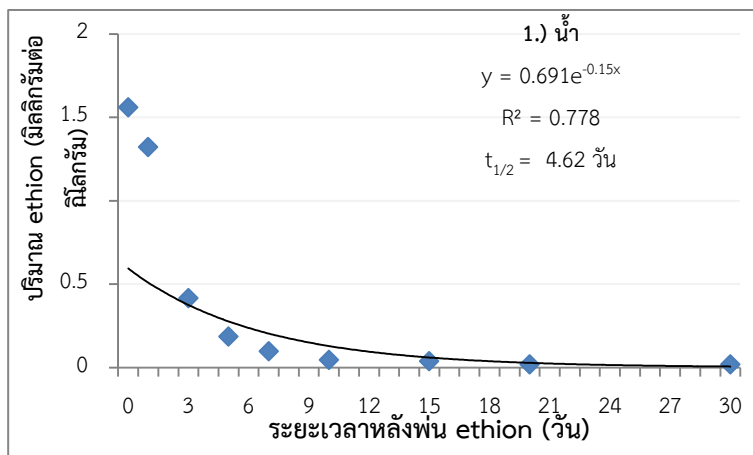
ผลการตรวจวิเคราะห์สาร อีไธออน ในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน จากแปลงส้ม ก่อนและหลังพ่นสาร อีไธออน ไปแล้ว 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 วัน ตรวจพบ อีไธออน ตกค้างในตัวอย่างน้ำ ความเข้มข้นระหว่าง 0.018 ถึง 1.560 ไมโครกรัมต่อลิตร ในตัวอย่างดินตรวจพบ อีไธออน ตกค้างที่ความเข้มข้นระหว่าง 0.008 ถึง 0.230 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในตัวอย่างตะกอนตรวจพบ อีไธออน ตกค้างที่ความเข้มข้นระหว่าง 1.881×10^{-3} ถึง 7.537×10^{-3} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

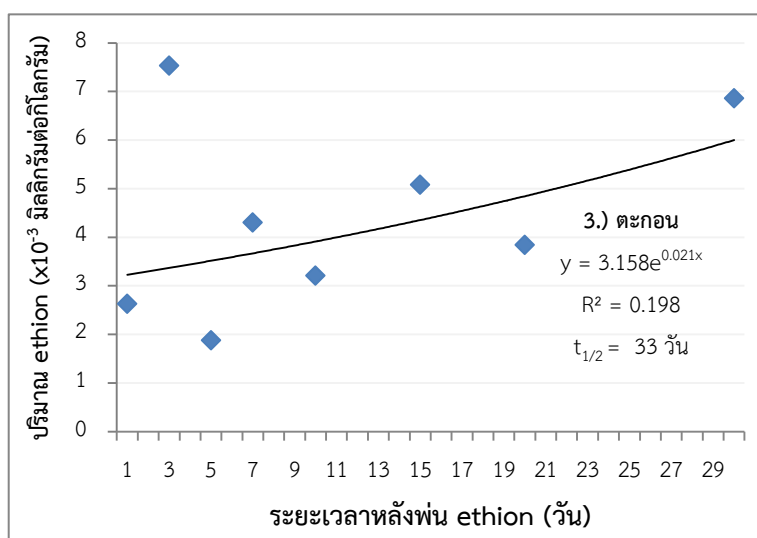
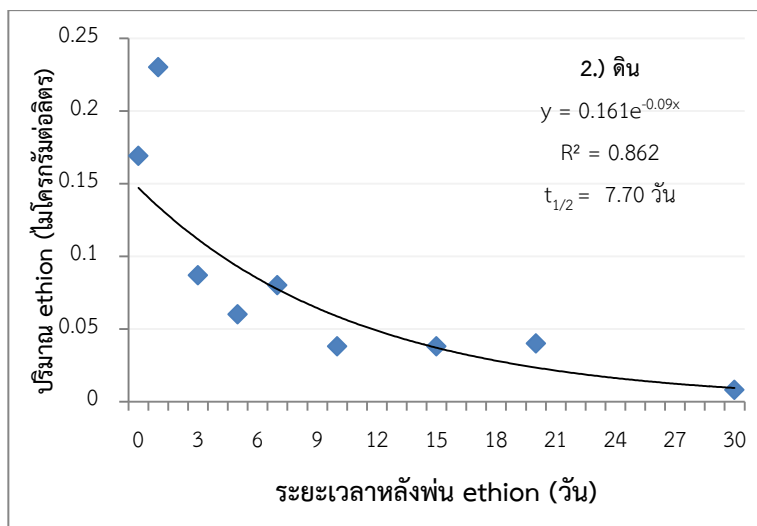
ตารางที่ 1 สารพิษ อีโทอน ตกค้างในตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน จากแปลงส้ม หลังจากการพ่นไปแล้ว 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, และ 30 วัน

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่น สารพิษ อีโทอน	น้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ตะกอน ($\times 10^{-3}$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ก่อนพ่น อีโทอน	0.003 \pm 0.005	ไม่พบ	ไม่พบ
0 วัน	1.560 \pm 0.390	0.169 \pm 0.106	ไม่พบ
1 วัน	1.322 \pm 0.394	0.230 \pm 0.138	2.632* \pm 1.184
3 วัน	0.417 \pm 0.130	0.087 \pm 0.122	7.537* \pm 3.435
5 วัน	0.186 \pm 0.030	0.060 \pm 0.040	1.881* \pm 1.301
7 วัน	0.097 \pm 0.031	0.080 \pm 0.050	4.309* \pm 4.746
10 วัน	0.046 \pm 0.027	0.038 \pm 0.052	3.215* \pm 1.775
15 วัน	0.037 \pm 0.008	0.038 \pm 0.030	5.083* \pm 5.89
20 วัน	0.018 \pm 0.005	0.040 \pm 0.022	3.847* \pm 2.538
30 วัน	0.018 \pm 0.005	0.008* \pm 0.006	6.863* \pm 0.946

หมายเหตุ * limit of Quantitation (LOQ) ในน้ำ เท่ากับ 0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร

** limit of Quantitation (LOQ) ในดิน เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม





ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษ อีไธออน ที่ตกค้างใน 1.) น้ำ 2.) ดิน และ 3.) ตะกอน กับ ระยะเวลาหลังการพ่น 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 วัน

เมื่อนำความเข้มข้นของ อีไธออน ตกค้างในตัวอย่างดิน น้ำ และ ตะกอน มาคำนวณหาเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half-life, $t_{1/2}$) พบว่า ดิน น้ำ และ ตะกอน มีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 4.62 วัน 7.70 วัน และ 33 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 2) ซึ่งเห็นได้ว่าค่า อีไธออน ในดิน และน้ำ มีค่าเวลาสลายตัวที่สั้น ซึ่งจากรายงานค่า $t_{1/2}$ ของอีไธออนในดินในสภาวะจำลองที่เคยได้ศึกษาไว้ คือ 10.66 วัน (สิริพร และคณะ 2558) ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $t_{1/2}$ ของ อีไธออนในดินในแปลงส้ม ($t_{1/2}$ เท่ากับ 4.62 วัน) และรายงานของที่มีผู้ศึกษาไว้ในดินจะมีค่า $t_{1/2}$ เท่ากับ 90 วัน (BCPC, 2012) ซึ่งการที่ อีไธออน ตกค้างในตะกอนมีแนวโน้มสลายตัวช้า อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยจากการเกิดกลไกการชะล้าง (run-off) ของ อีไธออน จากดินซึ่งเกิดจากอิทธิพลของฤดูกาล

10. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

อีโทอน มีการสลายตัว ใน ดิน น้ำ อย่างรวดเร็ว ยกเว้นตะกอน ($t_{1/2}$ เท่ากับ 4.62, 7.70 และ 33 วัน ตามลำดับ (pH ในน้ำระหว่าง 6.9 ถึง 7.2 และในดินระหว่าง 5.1 ถึง 6.2) อีโทอน ที่สะสมในตะกอนมีแนวโน้มสลายตัวช้า เนื่องจากปัจจัยจากการเกิดกลไกการชะล้าง (run-off) ของอีโทอนจากดินลงสู่ น้ำ และอีโทอนจากในน้ำจะไปจับกับตะกอน การใช้สารกำจัดแมลงชนิด อีโทอน ในแปลงส้ม ในเขตพื้นที่ อำเภอบึงบา จังหวัดปทุมธานี นั้น ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวและการสะสมของ อีโทอน ในสิ่งแวดล้อม ก็คือ อิทธิพลจากฤดูกาล (ฝนตก) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ อีโทอน สลายตัวได้ไว อย่างไรก็ตามในการใช้ อีโทอน เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟพริก ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่มีการระบาดตามปกติในช่วง อากาศแห้งแล้ง คือฤดูหนาวหรือฤดูร้อน จะเป็นช่วงเวลาที่ปลอดภัยจากฝนตก การสลายตัวของ อีโทอน น่าจะเกิดขึ้นได้ช้า และ อีโทอน อาจจะมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมมาก ดังนั้นในการใช้ อีโทอน ในช่วงเวลาที่ไม่ใช่ฝนตก เกษตรกรจึงต้องควรระมัดระวังในการใช้ อีโทอน คือควรใช้และปฏิบัติตนให้ เป็นไปตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และต่อ สิ่งแวดล้อม

11. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาในครั้งนี้จะจัดทำเป็นรายงานเสนอต่อกรมวิชาการเกษตร สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร เพื่อเป็นการบริหารจัดการ ความคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตร และรวมทั้งผลการศึกษาในครั้งนี้จะนำไปเผยแพร่แนะนำเกษตรกรในการ ใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร ให้เป็นไปอย่างระมัดระวังถูกต้อง และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผล การศึกษาดังกล่าวนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับหน่วยงานวิจัยหรือนักวิจัย หรือผู้ที่สนใจทั่วไป

12. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณ นายวิรุทธิ์ อำไพศรี เกษตรกรแปลงส้ม ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร กองวิจัย พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ช่วยปฏิบัติงานทดลองในขั้นตอนต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

13. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูศัตรูพืชปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการ อารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

กองจัดการสารอันตรายจากกากของเสีย. 2536. ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของสารเคมีป้องกันกำจัด ศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสารอันตรายจากเกษตรกรรม กรมควบคุมมลพิษ.

- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2555. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2556. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 402. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สิริพร เหลืองสุขนกุล, นภดล มะโนเย็น, และผกาสินี คล้ายมาลา. 2558. เอกสารประชุมวิชาการประจำปี 2558 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajbasher, D., and Schenck, F. J. 2003. Fast and Easy Multiresidues employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive solid-Phase Extraction” for determination of Pesticide Residues in Produce. J.AOAC. vol. 86 no.2, p. 412-431
- Back C. A. 1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Dierberg, F. E, and Pfeuffer, R. J. 1983. Fate of Ethion in canals draining a Florida citrus grove. J. Agric Food Chem. 31 (4):704-709.
- Holfman, D. J. and the others. 1995. Handbook of Ecotoxicology. CRC Press Inc. Insecticides : Direct and indirect effects. Environmental Pollution. 147:14-25
- Kenaga, E. E. 1980. Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals. Ecotoxicol Environ Saf 4:26-38.
- Kuhnelt, W. 1976. Soil Biology with Special Reference to the Animal Kingdom. Western Printing Services Limited, London. 483 p.
- Racke, K. D. 1992. Degradation of organophosphorous insecticides in environmental matrices. In: Chambers JE, Levi PE, eds. Organophosphates - Chemistry, Fate, and Effects. Academic Press, 47-78.
- Sharom, M. S, Miles, J. R. W, and Harris, C. R. 1980a. Persistence of 12 insecticides in water. Water Res 14:1089-1093.
- Thomas, R. G. 1990. Volatilization of water. In: Lyman WJ, Reehl WF, and Rosenblatt DH, eds. Handbook of chemical property estimation methods: Environmental behavior of organic compounds. Washington, DC: American Chemical Society.
- TNO, 1993. Standard Operation Procedure, Zeist. The Netherlands)

Tomlin, C. 2012. Ethion. In: The pesticide manual: A world compendium. 16th ed.
British Crop Protection Council Publications and the Royal Society of
Chemistry. 480-482.

Tomlin C. 2012. Profenofos. In: The pesticide manual: A world compendium. 16th ed.
British Crop Protection Council Publications and the Royal Society of
Chemistry. 480-482.

USEPA, 1998. Reregistration Eligibility decision Environmental Risk assessment for
Ethion. Retrieved March 9, 2014, from
[www.epa.gov/opp00001/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-111401_Jan
2014_052.pdf](http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-111401_Jan
2014_052.pdf).
