

แบบรายงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2555  
แผนงานวิจัยและพัฒนากระบวนการสู่มาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหาร( Food Safety)  
Research and Development on Food Safety  
โครงการวิจัย การศึกษาเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง [MRLs]  
Study for Maximum Residue Limit Establishment : MRL  
กิจกรรม ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์เกษตรเพื่อกำหนดค่าปริมาณ  
สูงสุดของสารพิษตกค้าง [MRLs]  
กิจกรรมย่อย ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผัก  
ชื่อการทดลอง วิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่า  
ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 5 และ 6  
Residue Trial of Prothiophos in Egg Plant to Establish Maximum  
Residue Limit (Trial 5 and 6)

หัวหน้าการทดลอง	จินตนา ภู่มงกุฏชัย	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน	พนิดา ไชยยันต์บุรณ์	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	บุญทวีศักดิ์ บุญทวี	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

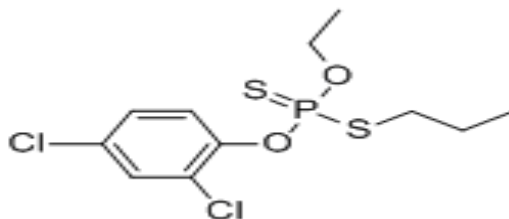
**บทคัดย่อ**

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาว ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่การทดลอง ครั้งที่ 5 และ ครั้งที่ 6 การทดลองครั้งที่ 5 ทำการทดลองในแปลงมะเขือยาวของเกษตรกรที่ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2555 การทดลองครั้งที่ 6 ที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมิถุนายน - สิงหาคม 2555 แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลองย่อย ได้แก่ แปลงควบคุม (ไม่พ่น prothiophos) และแปลงที่พ่น prothiophos ตามอัตราแนะนำ (50 ml./น้ำ 20 L) ทำการพ่น prothiophos ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละครั้งจำนวน 3 ครั้ง เก็บผลผลิตที่ระยะเวลาต่างๆหลังจากพ่นครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บมะเขือยาวตามระยะเวลาที่กำหนด และนำเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiophos ด้วย GC/FPD จากการทดลองครั้งที่ 5 พบปริมาณ 0.78, 0.39, 0.17, 0.14, 0.03, 0.01, 0.02 และ ND mg/kg และการทดลองครั้งที่ 6 พบปริมาณ 1.38, 0.86, 0.37, 0.23, 0.11, 0.01, ND และ ND mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14 วันตามลำดับ จากฉลากกำหนดให้เก็บผลผลิตหลังการพ่น prothiophos 14 วันไม่พบปริมาณตกค้างของทั้ง 2 การทดลอง เนื่องจาก ผู้บริโภคจะมีความปลอดภัย

ต่อการกินไม่เกิดอาการเฉียบพลันจาก prothiophos ตกค้าง แต่การได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังจะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมมากกว่านี้ จึงจะประเมินได้ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRLไว้ ซึ่งค่าทั้ง 2 นี้จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของ Codex, Asean และ National ต่อไป จากการทำแปลงทดลองได้การสลายตัวของ prothiophos มีอัตราการลดลง 0.36 และ 0.49 mg/kg/d. ของการทดลองครั้งที่ 5 และ 6 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้สุ่มสำรวจมะเขือยาว จากแหล่งจำหน่าย จำนวน 31 ตัวอย่าง จากจังหวัดนครปฐม ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ ระยอง จันทบุรี สุพรรณบุรี เพชรบุรี ชลบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม วิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 10 ชนิด และกลุ่ม endosulfan 3 isomer ร้อยละ 42 ของจำนวนตัวอย่างไม่พบสารตกค้าง ส่วนที่เหลือตรวจพบสารพิษตกค้าง 9 ชนิด ปริมาณ 0.01 – 0.45 mg/kg ได้แก่ cypermethrin ร้อยละ 42 ปริมาณ 0.01 – 0.45 mg/kg ethion ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.01 – 0.05 mg/kg chlorpyrifos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.01 – 0.04 mg/kg deltamethrin ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.01-0.05 mg/kg profenofos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.03-0.06 mg/kg fenvalerate ร้อยละ 3 ปริมาณ 0.03 mg/kg bifenthrin ร้อยละ 3 ปริมาณ 0.19 mg/kg triazophos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.14 mg/kg และ prothiophos ร้อยละ 3 ปริมาณ 0.01 mg/kg

### คำนำ

Prothiophos เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดออร์กาโนฟอสฟอรัส มี sulphur เป็นองค์ประกอบทำให้สารชนิดนี้มีกลิ่นเฉพาะ มีชื่อทางเคมีตามระบบ IUPAC ว่า O-2,4-dichlorophenyl O-ethyl s-propyl phosphorodithioate มีชื่อทางการค้าว่า โตกูไรออน (Tokuthion) มีน้ำหนักโมเลกุล 345.2 จุดเดือด 125-128 °C /13Pa สามารถละลายน้ำได้ 0.07 mg/l (20°C)



Prothiophos เป็นสารยับยั้งการทำงานของ cholinesterase (cholinesterase inhibitor) เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและออกฤทธิ์ในกระเพาะอาหาร ป้องกันกำจัดหนอนกินใบ, เพลี้ยไฟ เป็นต้น มีความเป็นพิษทางปาก (การกิน) LD<sub>50</sub> สำหรับหนู 1390-2200 mg/kg มีค่า ADI/ARfD (acute daily intake / acute reference dose) 0.0001 mg/kg bw และ WHO จัดระดับความเป็นพิษอยู่ใน Class II

ความเป็นพิษในสิ่งแวดล้อมสำหรับนก acute LD<sub>50</sub> สำหรับ Japanese quail 100-200 mg/kg ปลา LC<sub>50</sub> (96 h) สำหรับ golden orfe 4-8, rainbow trout 0.5-1 mg/l (500g/l EC formulation) Daphnia LC<sub>50</sub> (48 h) 0.014 mg/l สาหร่าย ErC<sub>50</sub> สำหรับ *Scenedesmus subspicatus* 2.3 mg/l และไม่เกิดพิษต่อผึ้งเมื่อใช้ตามคำแนะนำ ในสัตว์ทดลองถ้าได้รับสารจะถูกดูดซึมและเกิด metabolise อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้น 72 ชั่วโมง 98% ของปริมาณสารที่ได้รับจะถูกขับออกจากร่างกาย (excrete) prothiophos จะถูกจับอย่างแข็งแรงในดินโดยมี DT<sub>50</sub> 1-2 เดือน (สภาพแปลงทดลอง) และจะเกิดปฏิกิริยาจนกลายเป็น CO<sub>2</sub> ในที่สุด ส่วนในพืชเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับในดิน (BCPC, 2003)

มะเขือยาวเป็นพืชผักที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Solanum melongena* อยู่ใน Family Solanaceae มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น eggplant ใช้เรียกใน USA , ออสเตรเลีย, นิวซีแลนด์และแคนาดา aubergine ใช้เรียกใน อังกฤษ brinjal ใช้เรียกใน อินเดีย แอฟริกาใต้ มาเลเซีย และสิงคโปร์ มะเขือยาวมีต้นกำเนิดจากประเทศเนปาล อินเดีย บังคลาเทศ ปากีสถาน และศรีลังกา มะเขือยาวผลดิบมีรสขมเล็กน้อย มะเขือยาวมีหลายสีตั้งแต่สีเหลือง เขียว ม่วงแดง ถึงม่วงเข้ม แล้วแต่พันธุ์ต่างๆ และมีหลายรูปทรงทั้งทรงรีแบบไข่, ผอมยาว แต่มะเขือยาวมีเมล็ดขนาดเล็กและนุ่มสามารถบริโภคได้ ใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิดได้แก่ ผัด ทอด แกง ในครัวอาหารของอินเดีย เรียกมะเขือยาว (brinjal) ว่าเป็น ‘ King of Vegetables’ ประเทศจีน อินเดียและอียิปต์ปลูกได้มากที่สุด มะเขือเทศพริก และมันฝรั่งเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับมะเขือ มะเขือยาวมีสาร nicotinoid สารต้านอนุมูลอิสระ และเป็นพืชผักที่ให้ folic acid และ โปแตสเซียม (Wikipedia) แมลงศัตรูของมะเขือยาวได้แก่ เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi*) หนอนเจาะผลมะเขือ (*Leucinodes orbonalis*) เพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttula biguttula*) (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) และมีโรคหลายชนิด ได้แก่ โรคโคนเน่า โรคเหี่ยวต่างลาย โรคต้นและใบแห้งไหม้ โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) และโรคผลเน่าดำ (Fruit rot) (คลีนิกพืช)

การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาวโดยดำเนินการศึกษาในแปลงทดลองตามวิธีการใช้วัตถุอันตรายอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นพร้อมสำหรับการกำหนดค่า MRL ในสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของประเทศไทย นำไปกำหนดค่า maximum residue limits (MRL) ประกอบการพิจารณายอมรับและต่อรองกับคณะกรรมการระหว่างประเทศ ในกลุ่ม Asean และ Codex เป็นการรักษาสภาพประโยชน์ในการค้าผลผลิตทางการเกษตรระหว่างประเทศ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาใช้ในการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมทั้งการใช้วัตถุอันตรายที่ถูกต้องและปลอดภัย

## วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

### อุปกรณ์

1. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลง prothiophos ชนิด 50% EC มีชื่อการค้า โตกุไรออน 50% อีซี

2. สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด ได้แก่ DDVP, omethoate, dicrotophos, monocrotophos, pirimiphos-methyl, pirimiphos - ethyl, parathion - methyl, parathion, chlorpyrifos, chlorpyrifos - methyl, malathion, methidathion, profenofos, azinphos - ethyl, ethion, acephate, triazophos, phosalone, diazinon, methamidophos, EPN, fenitrothion, mevinphos, dimethoate และ prothiophos

สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, L-cyhalothrin และ permethrin

สารมาตรฐานกลุ่ม endosulfan 3 isomer ได้แก่ a-endosulfan, b- endosulfan และ endosulfan-sulfate

3. สารเคมีต่างๆ ได้แก่

ethyl acetate ( PR grade), acetone (AR และ PR grade), dichloromethane (AR และ PR grade), hexane (AR และ PR grade), silica gel และ sodium sulphate ชนิด anhydrous granular ขนาดเม็ด 12-60 mesh ก่อนใช้ต้องอบที่อุณหภูมิ 130 °C นาน 24 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นใน desiccator

4. เครื่องปั่นและผสมอาหาร (Food Processer)

5. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ flat bottom flask, volumetric flask, reagent bottle, pipet

6. เครื่องสกัดวัตถุที่มีพิษโดยการปั่น (homoginizer)

7. เครื่องเขย่าสาร (Shaker)

8. เครื่องระเหยสารละลาย (Rotary vacuum evaporator)

9. Vortex mixer

10. เครื่องชั่งไฟฟ้า (electronic balance) สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0.00001 g. และ 0.01 g.

11. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุที่มีพิษ gas liquid chromatograph (GLC) ที่มีหัวตรวจ (detector) ชนิด flame photometric detector (FPD) และชนิด electron capture detector (ECD)

### วิธีดำเนินการ

ในการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

## 1. การดำเนินงานในแปลงทดลอง

### 1.1 การวางแผนการทดลองและการทำแปลงทดลอง

คัดเลือกและทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลอง ครั้งที่ 5 และ ครั้งที่ 6 ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 5 ที่ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ระหว่างเดือน มกราคม - มีนาคม 2555

การทดลองครั้งที่ 6 ที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2555

ทำการทดลองตาม Supervised residue trial แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลอง คือ

- แปลงเปรียบเทียบ (Control) เป็นแปลงที่ไม่ใช้ prothiophos
- แปลงที่พ่น prothiophos ตามอัตราแนะนำตามฉลาก (recommended dose) คือ

50 ml ต่อน้ำ 20 L

แต่ละแปลงทดลองมี 3 ซ้ำ (replication) การทดลองครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 มี 8 วิธีการ (treatment) คือ ระยะเวลาเก็บหลังการพ่น prothiophos ครั้งสุดท้ายได้แก่ 0, 1, 3, 5, 7, 9, 10, 12 และ 14 วัน

การเก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแปลงทดลองในแต่ละวันที่กำหนดตามระยะเวลาต่างๆ หลังการพ่นวัตถุพิษครั้งสุดท้าย โดยเก็บมะเขือยาวแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงให้ได้ 12 ลูก และมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 2 kg

### 1.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiophos ในมะเขือยาว

#### 1.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เข้าเครื่องหั่นและผสมอาหาร (food processer) ปั่นให้ละเอียด คลุกเคล้า ให้เข้ากัน และชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 25 g

#### 1.2.2 การสกัดตัวอย่าง (ตามวิธี modified Steinwandter, 1985)

ชั่งตัวอย่างมะเขือยาว 25 g. เติม acetone และปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาทีและเติม dichloromethane และ sodium sulphate ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที กรองสารละลายผ่าน  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  และแบ่งปริมาตร 50 ml. นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate 5 ml. นำไปฉีด GC-FPD เพื่อวิเคราะห์หา prothiophos

#### 1.2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

i) เตรียมสารละลายมาตรฐานของ prothiophos ที่มีความบริสุทธิ์ 94 % ใน ethyl acetate (PR grade) ให้ได้ความเข้มข้น 1,000  $\mu\text{g/ml}$

ii) เจือจาง stock standard solution ที่มีความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  เป็น intermediate standard solution และเจือจางเป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มีหัวตรวจชนิด FPD

#### 1.2.4 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐาน ของ prothiophos (working standard solution) ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ฉีดเปรียบเทียบกันด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุที่มีพิษด้วย GC รายละเอียดดังนี้

GC model : Agilent 6890N

Column : HP -1701P : 0.25 um film thickness ,30 m. length , 0.32 mm.id.

Temperature : injector 200 ° C , detector , 250 ° C

Oven temperature program :

100° C ( 1 min)  $\xrightarrow{20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}}$  200° C ( 5 min)  $\xrightarrow{15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}}$  250° C (11 min)

Inject mode : splitless ( purge on time = 1 min)

Carrier gas : helium , flow rate 1 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 15 ml/min

H<sub>2</sub>/Air ratio : 75/150 ml/min

Injection volume : 1 ul

หลังจากฉีดสารละลายมาตรฐานของ prothiophos (working standard solution ) 5 ระดับ ความเข้มข้น นำค่าพื้นที่ใต้ peak และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน prothiophos มาสร้างเป็น กราฟเส้นตรง (calibration curve) โดยมี  $R^2 > 0.995$  คำนวณปริมาณของสารพิษตกค้าง prothiophos จาก calibration curve ด้วยการนำค่าพื้นที่ใต้ peak ของสารที่ตรวจวิเคราะห์ไปอ่าน ค่าความเข้มข้นจากกราฟ

## 2. การดำเนินการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย

เก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จากจังหวัดนครปฐม ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ ชลบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี สุพรรณบุรี ระยอง และจันทบุรี รวมจำนวน 31 ตัวอย่าง ๆ ละ 1 kg ระหว่าง มกราคม - กันยายน 2555 นำมาสกัดและตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiophos และสารชนิดอื่นในกลุ่ม organophosphate pyrethroid และ endosulfan โดยมีการเตรียมตัวอย่าง การสกัดตัวอย่าง และการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างดังนี้

### 2.1 การสกัดตัวอย่าง ( modified Steinwandter, 1985)

ซังตัวอย่างมะเขือยาวที่มีการเตรียมตัวอย่าง 25 g. เติม acetone และปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาทีและเติม dichloromethane และ sodium sulphate ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที กรอง สารละลายผ่าน Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> และแบ่งปริมาตร 50 ml. นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate 5 ml. แบ่งออก 2 ml. ส่วนที่เหลือนำไปฉีด GC-FPD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม organophosphate ส่วนที่แบ่งออก 2 ml. นำไปลดปริมาตรจนแห้ง เปลี่ยนมาใช้ mixture ของ hexane : dichloromethane ละลาย นำไป clean up ด้วย silica 1 g. ที่ deactivated ด้วยน้ำ

10% โดย elute ด้วย hexane : dichloromethane 4:1 5 ml. และ hexane : dichloromethane 1:1 10 ml. นำปริมาตรทั้งหมดที่ได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย hexane 2 ml. ฉีดด้วย GC-ECD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan

## 2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

2.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของสารกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด ใน ethyl acetate (PR grade) สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 ชนิด เตรียมใน iso-octane ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 µg/ml

2.2.2 mix stock standard solution แยก 2 กลุ่มตามชนิดของ solvent และเจือจางให้มีความเข้มข้นประมาณ 50-100 µg/ml เป็น intermediate standard solution

2.2.3 เจือจาง intermediate standard solution เป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC

## 2.3 การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างด้วย GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐานแต่ละกลุ่มฉีดเปรียบเทียบกันด้วย GC ดังนี้

สารกลุ่ม organophosphate ใช้ GC ที่มี detector เป็น FPD

สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ใช้ GC ที่มี detector เป็น ECD

GC model : Agilent 6890 N

Column (FPD) : HP -1701 (14%-Cyanopropylphenyl-86%-Dimethylsiloxane)  
0.25 µm film thickness , 30 m. length , 0.32 mm.id.

(ECD) : Ultra 1 0.17 µm filter thickness, 25m length, 0.32 mm id.

Temperature : injector 200 °C , detector , 250 °C

Oven temperature program :

100 °C (1 min) → 20 °C/min 200 °C (5 min) → 15 °C/min

250 °C (11 min)

Inject mode : splitless (purge on time = 1 min)

Carrier gas : helium , flow rate 1 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 15 ml/min

H<sub>2</sub>/Air ratio (FPD) : 75/150 ml/min

Injection volume : 1 µl

## ระยะเวลา

เริ่มต้น : ตุลาคม 2554

สิ้นสุด : กันยายน 2555

## สถานที่ดำเนินการ

ทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลองดังนี้  
การทดลองครั้งที่ 5 ที่ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2555  
การทดลองครั้งที่ 6 ที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2555  
และตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิต  
ทางการเกษตร

## ผลการทดลองและวิจารณ์

มะเขือยาวที่ไม่พ่น prothiophos (แปลงควบคุม) ตรวจไม่พบสารตกค้าง ในขณะที่มะเขือยาวที่พ่นด้วย prothiophos ในอัตราแนะนำ (50 ml ต่อน้ำ 20 L) หลังการพ่นครั้งสุดท้าย 2 ชั่วโมง นำผลมะเขือยาวที่ได้รับการพ่นมาตรวจวิเคราะห์ จากการทดลองครั้งที่ 5 พบปริมาณสารตกค้างของ prothiophos ลดลงจาก 0.78, 0.39, 0.17, 0.14, 0.03, 0.01, 0.02 และ ND mg/kg และการทดลองที่ 6 ลดลงจาก 1.38, 0.86, 0.37, 0.23, 0.11, 0.01, ND และ ND mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อนำปริมาณสารตกค้างและระยะเวลาที่เก็บมะเขือยาวหลังการพ่นครั้งสุดท้าย มา plot หา regression ในลักษณะ exponential พบอัตราการสลายตัวของ prothiophos เท่ากับ 0.36 mg/kg / วัน ของการทดลองครั้งที่ 5 (ภาพที่ 1) และ 0.49 mg/kg /วัน ของการทดลองครั้งที่ 6 (ภาพที่ 2) การสลายตัวของ prothiophos มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บผลผลิต โดยเฉพาะช่วงวันแรกๆ การสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนวันท้ายๆ ของการทดลองการสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ prothiophos ไว้ (FAO/WHO ,2010) ซึ่งปริมาณสารตกค้างที่ระยะเวลาปลอดภัยที่เวลา 14 วัน : PHI (ตามฉลากกำหนด) ไม่พบ prothiophos จากทั้ง 2 การทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 -4 ที่พบปริมาณสารตกค้างน้อยมาก ซึ่งจะปลอดภัยต่อการบริโภคที่ 14 วัน ไม่เกิดอาการจากการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันมีความปลอดภัยต่อการบริโภค สำหรับปริมาณสูงสุดของสารตกค้าง prothiophos ในมะเขือยาวของสหภาพยุโรป (EU MRL) และประเทศญี่ปุ่น (Jap MRL) ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้ ทำให้ทั้ง 2 กลุ่มนี้ใช้ค่า default คือ 0.01 mg/kg ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำมาก

จากการสุ่มตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 31 ตัวอย่าง 10 จังหวัด ตรวจวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 25 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด และ endosulfan 3 isomer พบร้อยละ 42 ของตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารตกค้าง ส่วนที่เหลือ 9 ชนิด พบสารตกค้างปริมาณ 0.01 – 0.45 mg/kg (ตารางที่ 2) ได้แก่ cypermethrin ร้อยละ 42 ปริมาณ 0.01 – 0.45 mg/kg ethion ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.01 – 0.05 mg/kg chlorpyrifos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.01 – 0.04 mg/kg deltamethrin ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.01-0.05 mg/kg rofenofos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.03-0.06 mg/kg fenvalerate ร้อยละ 3 ปริมาณ 0.03 mg/kg bifenthrin ร้อยละ 3

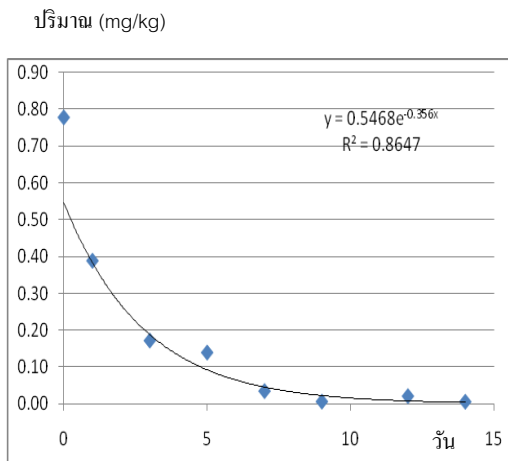


ปริมาณ 0.19 mg/kg triazophos ร้อยละ 6 ปริมาณ 0.14 mg/kg และ prothiophos ร้อยละ 3 ปริมาณ 0.01 mg/kg จากแหล่งจำหน่ายทั้ง 10 จังหวัดที่สุ่มเก็บมะเขือยาวเฉลี่ยจังหวัดละ 3 ตัวอย่าง พบสารตกค้างทุกตัวอย่างจาก สมุทรปราการและราชบุรี จังหวัดที่พบปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี พบ cypermethrin ปริมาณ 0.45 mg/kg (ตารางที่ 3) มีเพียงตัวอย่างเดียวที่พบเกิน ทั้ง 2 มาตรฐานที่กำหนด MRL ไว้ สารตกค้างที่ตรวจพบที่ Codex ไม่กำหนดค่า MRL ของ prothiophos, ethion, triazophos และ bifenthrin ส่วนค่า MRL ที่ EU ไม่กำหนด ของ prothiophos และที่กำหนดค่า MRL ไว้ที่ detection limit ของ ethion profenofos triazophos และ fenvalerate และ ประเทศญี่ปุ่นไม่กำหนดค่า MRL ของ prothiophos และ triazophos จึง ทำให้จำนวนตัวอย่างที่มีสารตกค้างเกินมาตรฐาน และไม่มีค่า MRL กำหนดของแต่ละมาตรฐานแตกต่างกัน เช่น Codex จำนวน 10 ตัวอย่าง EU 7 ตัวอย่าง และประเทศญี่ปุ่น 1 ตัวอย่าง เมื่อประเทศไทย ส่งออกมะเขือยาวจะทำให้มีโอกาสตรวจพบตัวอย่างที่เกินมาตรฐานแตกต่างกัน ซึ่งผู้ส่งออกจะต้อง ตระหนักถึงและมีความเข้าใจดีต่อการเตรียมตัวอย่างเพื่อการส่งออกในแต่ละกลุ่มประเทศ นอกจากนี้มี เพียง 1 ตัวอย่างที่ตรวจ prothiophos ตกค้าง สารตกค้างที่พบ 9 ชนิดจาก 35 ชนิดที่ตรวจวิเคราะห์ ถึงแม้ว่าจำนวนชนิดที่พบจะไม่มากก็ตาม แต่แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร หลายชนิดมาก ประกอบกับมะเขือยาวเป็นพืชที่ไม่ได้เก็บผลผลิตในครั้งเดียว เกษตรกรจะเก็บผลผลิตทุก 4 – 6 วัน การใช้วัตถุอันตรายจะต้องมีการวางแผนอย่างดีและใช้สารที่มีระยะปลอดภัยต่อการเก็บเกี่ยว จึง จะไม่พบสารพิษตกค้างมากชนิด กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กลุ่มกีฏและสัตว วิทยา (2553) แนะนำให้ใช้ prothiophos และ cypermethrin ในการกำจัดเพลี้ยไฟ หนอนเจาะผล มะเขือ ในมะเขือยาว ส่วนสารพิษตกค้างอีก 8 ชนิดที่พบ เช่น chlorpyrifos profenofos triazophos bifenthrin ethion deltamethrin และ fenvalerate ไม่มีกำหนดในคำแนะนำของ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช จากตารางที่ 2 พบว่า cypermethrin chlorpyrifos profenofos deltamethrin และ fenvalerate เป็นวัตถุอันตรายที่ทั้ง 3 มาตรฐานกำหนดค่า MRL ของแต่ละ ประเทศแตกต่างกัน

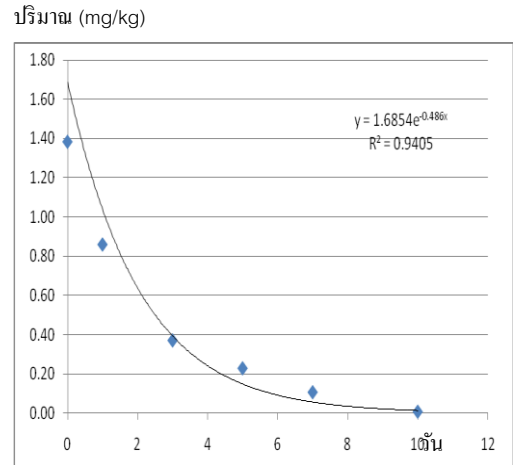
**ตารางที่ 1** ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ prothiophos ในมะเขือยาว การทดลองที่ 5 และ 6

ระยะเวลา หลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาว (mg/kg)	
	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 6
0	0.78	1.38
1	0.39	0.86
3	0.17	0.37
5	0.14	0.23
7	0.03	0.11
9	0.01	0.01
12	0.02	ND
14	ND	ND

หมายเหตุ Codex MRL ไม่กำหนดค่า prothiophos ในมะเขือยาว , PHI = 14 วัน



ภาพที่ 1 การทดลองครั้งที่ 5 การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาวที่ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม



ภาพที่ 2 การทดลองครั้งที่ 6 การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาว ที่ อ. กำแพงแสน จ.นครปฐม

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในมะเขือยาว 31 ตัวอย่าง พ.ศ.2555

ชนิดของสารพิษตกค้าง	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณที่พบ	จำนวนตัวอย่างที่พบเกินมาตรฐาน		
			Codex	Japan	EU
cypermethrin	42	0.01 – 0.45	10	-	-
prothiophos	3	0.01	-	-	-
ethion	10	0.01 – 0.05	-	-	2
chlorpyrifos	6	0.01 – 0.04	-	-	-
deltamethrin	10	0.01-0.05	-	-	-
bifenthrin	3	0.19	-	-	-
profenofos	6	0.03-0.06	-	-	2
fenvalerate	3	0.03	-	-	1
triazophos	6	0.14	-	-	2
9 ชนิด			10	1	7

ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย 2555

จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง		ปริมาณ (mg/kg)
	ที่ตรวจ	ที่พบ	
นครปฐม	4	3	0.03 - 0.37
สมุทรสงคราม	3	1	0.14
ราชบุรี	3	3	0.01-0.06
ฉะเชิงเทรา	3	1	0.05
สมุทรปราการ	3	3	0.01-0.19
เพชรบุรี	3	1	0.10
สุพรรณบุรี	3	1	0.45
ชลบุรี	3	3	0.01-0.12
ระยอง	3	1	0.04 – 0.17
จันทบุรี	3	1	0.43
รวม	31	18	0.01 – 0.45

#### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาวที่ระยะปลอดภัย (PHI) คือ 14 วัน ไม่พบปริมาณสารตกค้าง ซึ่งมีความปลอดภัยต่อการบริโภค เกษตรกรต้องหยุดการใช้ prothiophos ก่อนเก็บมะเขือยาว 14 วัน แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้สารเพื่อป้องกันกำจัดแมลงระหว่างนี้ควรใช้สารที่มีระยะปลอดภัยที่สั้นกว่า รวมถึงการใช้สารที่สกัดจากธรรมชาติที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อสารตกค้างที่อาจตรวจพบหลังการใช้ได้เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1-4 ผลของการทดลองสารตกค้างทั้ง 6 การทดลองสามารถนำไปกำหนดค่า MRL ของ National Asean และ Codex MRL ได้ การเฝ้าระวังสารตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย 10 จังหวัด จำนวน 31 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างรวม 9 ชนิด ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL และเกินมาตรฐานจำนวน 10 ตัวอย่าง EU 7 ตัวอย่าง และประเทศญี่ปุ่น 1 ตัวอย่างและตรวจพบ prothiophos ตกค้าง 1 ตัวอย่าง ในปี 2555 หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (EFSA) มีความเห็นว่าประเทศไทยส่งออกมะเขือยาวพืชตระกูลกะหล่ำมีความปลอดภัยมากขึ้นจึงจะลดความเข้มของการตรวจสอบสินค้านำเข้ามะเขือยาวที่ด่านจากร้อยละ 50 เหลือเป็นร้อยละ 20 ซึ่งจะมีการประชุมและดำเนินการต่อไปในปี 2556 อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังต้องเข้มงวดต่อการส่งออกมะเขือยาวมากเช่นเดิม เพื่อให้คงคุณภาพสินค้าจากประเทศไทยให้ดีขึ้นต่อไป

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำผลการทดลองทั้ง 6 ครั้งเปรียบเทียบกัน และกำหนดค่า Codex , Asean และ National MRL
2. ผลการทดลองการสำรวจสารพิษตกค้างจากแหล่งจำหน่ายนำเสนอกรมวิชาการเกษตร นำข้อมูลร่วมพิจารณากำหนดแนวทางในการแนะนำ การใช้วัตถุพิษในมะเขือยาวให้แก่เกษตรกรต่อไป
3. นำข้อมูลชนิดของสารพิษตกค้างที่พบแต่ไม่มีกำหนดในฉลาก นำเสนอกรมวิชาการเกษตรเพื่อแนะนำ การเลือกใช้วัตถุอันตรายของเกษตรกร และหาเครือข่ายการให้คำแนะนำการใช้ฯ ที่ถูกต้องจากร้านจำหน่ายวัตถุอันตรายทางการเกษตร
4. นำเสนอกรมวิชาการเกษตรเพื่อกำหนดแนวทางและทิศทางการใช้วัตถุอันตรายในอนาคต และกำหนดนโยบายด้านวัตถุอันตรายตั้งแต่การขึ้นทะเบียนถึงการใช้ของสารที่เป็นปัญหาต่างๆ

### เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

คลินิกพืช. <http://forecast.doae.go.th/web/eggplant.html>

British Crop Protection Council : BCPC, 2003. The e-Pesticide Manual (Thirteenth Edition 13) Version 3

DG SANCO, 2008. [http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index)

FAO, 2002. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO and WHO, 2010. <http://www.codexalimentarius.net/mrls/> .

Steinwandter H., 1985. Universal 5 min on line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius. Z.Anal. Chem. No.1155.

The Japan Food Chemical Research Foundation.

<http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html>

Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant>