

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2561

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้ และผัก  
**กิจกรรม** : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง  
**กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)** : -
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (Lambda-Cyhalothrin) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง  
**ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** : Pesticide Residue Trial of Chlorpyrifos in Orange to Establish Maximum Residue Limits (MRLs)
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**  
**หัวหน้าการทดลอง** : นางสาวพรนภัส วิชานณะณานนท์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
**ผู้ร่วมงาน** : นายประชาติปัทย์ พงษ์ภิญโญ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
นางสาวเพชร เมินหา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

### 5. บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในส้ม ทำแปลงทดลองส้ม 2 แปลง กำหนดเป็นแปลงทดลองที่ 1 และ 2 โดยทั้งสองแปลงทดลองทำที่อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ในแต่ละแปลงทดลองแบ่งเป็น 2 แปลงทดลองย่อย ได้แก่ แปลงทดลองที่ไม่ใช้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินเป็นแปลงควบคุมและแปลงทดลองที่ใช้แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน 2.5% อี.ซี. อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในอัตราการใช้ 3 ลิตรต่อต้น พันสารทุกๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างส้มหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินด้วยวิธี QuEChERS (EN15662: 2008) พบว่า แปลงทดลองที่ 1 พบสารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน 0.07, 0.07, 0.05, 0.06, 0.04, 0.04 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงทดลองที่ 2 พบสารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน 0.08, 0.08, 0.06, 0.06, 0.05, 0.05 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ โดยตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในแปลงควบคุมและประสิทธิภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแลมบ์ดา-ไซฮาโลทรินในส้มจากแปลงทดลองมีร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 101-114%

### Abstract

The study of lambda-cyhalothrin residue in orange was conducted in 2 trial fields where were located in Nong Sua district, Pathum Thani province. Both of field trials each consisted of two plots which were treated and untreated with 15 milliliters of lambda-cyhalothrin 2.5% EC

per 20 liters of water with spray volume 3 liters for each durian tree. The formulation was applied with 3 times to treated plots at 7 day intervals. After the last treatment, orange fruits were collected to determine lambda-cyhalothrin residue by QuEChERS method (EN15662:2008). Untreated samples were analyzed for lambda-cyhalothrin residue and in all cases not detected. Treated samples were collected and their lambda-cyhalothrin residue was determined at day 0, 3, 7, 14 and 21. The samples were found to contain residues of 0.91, 0.42, 0.26, 0.14 and 0.11 mg/kg, and 0.50, 0.20, 0.14, 0.09 and 0.05 mg/kg, respectively. The recoveries of lambda-cyhalothrin residue in orange determination were ranged in 101-114%.

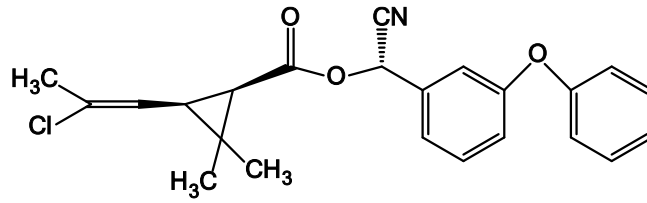
## 6. คำนำ

ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในผลิตผลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Maximum Residue Limits หรือ MRLs) หมายถึง ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้าเกษตร มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัม สินค้าเกษตร (mg/kg) ในการกำหนดค่า MRLs ของ Codex Alimentarius (Codex MRLs) นั้น เป็นการพิจารณาร่วมกันของคณะกรรมการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ ซึ่งถูกจัดตั้งขึ้นจากความร่วมมือของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization หรือ WHO) โดยจะพิจารณาจากข้อมูลผลการทดลองของประเทศสมาชิกที่ทำการศึกษภายใต้แนวทางการปฏิบัติเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practices หรือ GAP) ในการพิจารณา MRLs นั้นจะพิจารณาตามชนิดของวัตถุดิบพืชและชนิดของพืช โดยคณะกรรมการส่วนใหญ่จะพิจารณาพืชและวัตถุดิบพืชที่ใช้กันมากในยุโรปและประเทศในซีกโลกตะวันตก ดังนั้น ประเทศไทยจึงต้องทำการทดลองพืชเมืองร้อน เพื่อให้มีการกำหนดค่า MRLs ซึ่งเป็นประโยชน์ในการต่อรองทางการค้า และป้องกันการกีดกันทางการค้าสำหรับพืชและวัตถุดิบพืชที่ Codex ไม่มีการกำหนดค่า MRLs ไว้ (มกอช., 2557)

ส้มเป็นพืชตระกูล Rutaceae สกุล Citrus ให้รสชาติเปรี้ยวหวานและอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินดี ธาตุแคลเซียม ธาตุโพแทสเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก และคอลลาเจน นอกจากนี้ยังมีใยอาหารที่ช่วยในระบบขับถ่าย และมีสรรพคุณช่วยในเรื่องต่างๆ เช่น ช่วยรักษาเลือดออกตามไรฟัน ช่วยล้างสารพิษในร่างกายด้วยสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ส้มจึงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ และนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ซึ่งสามารถมีจำหน่ายทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป

ประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการปลูกส้ม จึงมีแหล่งเพาะปลูกกระจายทั่วไปในทุกภูมิภาคของประเทศ เกษตรกรมีการบังคับส้มให้มีการแตกยอด ออกดอก และติดผลในช่วงเวลาต่างๆตามต้องการ ดังนั้น การปลูกส้มในประเทศไทยมีการเจริญเติบโตในสภาพที่มีการแตกยอดหรือแตกใบอ่อนหลายรุ่น ประกอบกับประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น ทำให้การปลูกส้มต้องประสบปัญหาการระบาดของแมลงและไรศัตรูพืชตลอดทั้งปี ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารป้องกันกำจัดแมลงต่างๆในการปลูกส้ม เช่น imidacloprid,

tiamethoxam, acetamiprid, carbosulfan และ lambda cyhalothrin เป็นต้น (สำนักวิจัยพัฒนาการ  
อารักขาพืช, 2557)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ Lambda-cyhalothrin

Lambda-cyhalothrin เป็นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชในกลุ่มไพเรทรอยด์ (Pyrethroid) มีกลไกการออกฤทธิ์รบกวนความสมดุลของโซเดียม (Sodium channel modulators) Lambda-cyhalothrin มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชต่างๆ เช่น หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยไถ้ เพลี้ยจักจั่นมะม่วง เพลี้ยไฟพริก และเพลี้ยไถ้ส้ม เป็นต้น ดังนั้นในการปลูกส้ม จึงมีคำแนะนำให้ใช้ Lambda-cyhalothrin ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไถ้ส้ม (asian citrus psyllid) (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2557)

## 7. วิธีดำเนินการ

### 7.1 อุปกรณ์

#### 7.1.1 การทำแปลงทดลอง

- 1) ผลิตภัณฑ์คาราเต้ ซึ่งมี Lambda-cyhalothrin 2.5% EC
- 2) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว เป็นต้น
- 3) เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร 3 สูบ (Piston Power Sprayer)
- 4) ชุดป้องกันสารพิษ
- 5) นาฬิกาจับเวลา
- 6) Metronome
- 7) เครื่องวัดความเร็วลม
- 8) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Temperature Data Logger)
- 9) เทอร์โมมิเตอร์
- 10) ตู้แช่ตัวอย่าง  $-20\pm 5^{\circ}\text{C}$
- 11) เชือกฟางและหมุดหัวน็อต
- 12) ป้ายบ่งชี้แปลงทดลองย่อย
- 13) ป้ายกำกับตัวอย่าง
- 14) ถูพลาสติกและหนังยาง

#### 7.1.2 ห้องปฏิบัติการ

- 1) สารมาตรฐาน Lambda-cyhalothrin ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 99.1%
- 2) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น autosampler vial กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว ขวดปรับปริมาตร และแท่งแก้วคนสาร เป็นต้น
- 3) หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
- 4) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 5 ตำแหน่ง
- 5) ไมโครปิเปตขนาด 10-100 ไมโครลิตร และ 100-1,000 ไมโครลิตร

- 6) ไชริงค์ ฟิลเตอร์ PTFE 0.2 ไมครอน
- 7) เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Homogenizer และ Centrifuge
- 8) สารเคมีต่างๆ ได้แก่ Acetonitrile, C18, Ethyl acetate, Magnesium sulphate anhydrous ( $MgSO_4$ ), Primary-secondary amine (PSA), Sodium acetate ( $CH_3COONa$ ), Sodium chloride ( $NaCl$ ), Sodium citrate dihydrate ( $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$ ) และ Di-sodium hydrogen citrate esequihydrate ( $C_6H_6Na_2O_7 \cdot 1.5H_2O$ )
- 9) เครื่องตรวจวิเคราะห์ Gas chromatography tandem mass spectrometer (GC/MS-MS)

## 7.2 วิธีการ

### 7.2.1 การทำแปลงทดลอง

- 1) สำรวจและเลือกแปลงทดลอง แต่ละแปลงทดลองต้องห่างกันอย่างน้อย 20 เมตร และพิจารณาเลือกแปลงทดลองที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น อายุ ชนิดของดินที่ปลูก และการดูแลรักษา
- 2) วางแผนการทดลอง เป็นแบบ Supervised Trial แบ่งการทดลองเป็น 2 กรรมวิธี (treatment) กำหนดให้เป็นแปลงทดลองย่อย คือ  
กรรมวิธีที่ 1 แปลงทดลองที่ไม่ใช้วัชตฤมิพิช Lambda-cyhalothrin เป็นแปลงควบคุม ทำจำนวน 1 ซ้ำ (Replication)  
กรรมวิธีที่ 2 แปลงทดลองที่ใช้วัชตฤมิพิช Lambda-cyhalothrin ที่ระดับความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ ทำจำนวน 2 ซ้ำ
- 3) ทำแปลงทดลองสัมเขียวดำเนินจำนวน 2 แปลงในพื้นที่อำเภอหนองเสือ จังหวัด ปทุมธานี ในแต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม ซึ่งเป็นแปลงที่ไม่ใช้วัชตฤมิพิช Lambda-cyhalothrin และแปลงที่ใช้วัชตฤมิพิช Lambda-cyhalothrin 2.5% EC 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในอัตราการใช้น้ำ 3 ลิตรต่อต้น
- 4) ก่อนการพ่นวัชตฤมิพิช Lambda-cyhalothrin จะทำการ Calibrate เครื่องพ่นวัชตฤ อันตรายและปรับการเดินของผู้พ่นวัชตฤอันตราย เพื่อให้การพ่นสารมีความแม่นยำและสม่ำเสมอ ในการทำ Calibrate เครื่องพ่นวัชตฤอันตราย ทำโดยการพ่นน้ำเป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง หากค่าเฉลี่ย ส่วนการปรับการเดินของผู้พ่นวัชตฤอันตราย จะจับเวลาการเดิน ในทุกๆการเดินจะเดินสไลด์ไปทางด้านซ้ายมือและมี Metronome ช่วยควบคุมจังหวะการเดิน ทำซ้ำ 3 ครั้ง หากค่าเฉลี่ย ซึ่งในการทำ Calibrate เครื่องพ่นวัชตฤอันตรายและปรับการเดินของผู้พ่นนั้น แต่ละครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 5% จากการทำการทดลองติดต่อกัน 3 ครั้ง จึงจะอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ

5) การพ่นวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ในแปลงที่ 1 พ่นวันที่ 7, 14 และ 21 พฤศจิกายน 2560 และแปลงที่ 2 พ่นวันที่ 8, 15 และ 22 มีนาคม 2561

6) การเก็บตัวอย่างหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย เก็บหลังการพ่นสารที่ 0, 1, 3, 5, 7 และ 14 วัน ในการสุ่มเก็บตัวอย่างสัปดาห์เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin แต่ละตัวอย่าง จะสุ่มเก็บอย่างน้อย 2 กิโลกรัมต่อตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำต่อการเก็บแต่ละครั้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงควบคุม และแปลงที่ใช้วัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ตามลำดับ

7) หลังการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลอง ขนส่งตัวอย่างจากแปลงทดลองไปยังห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร และหั่นตัวอย่าง แล้วเก็บในตู้แช่ตัวอย่าง  $-20\pm 5^{\circ}\text{C}$  เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin

#### 7.2.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างปริมาณ Lambda-cyhalothrin

1) การเตรียมตัวอย่าง บดเนื้อและเปลือกตัวอย่างสับด้วยไนโตรเจนเหลวโดยเครื่องปั่นตัวอย่าง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $-20\pm 5^{\circ}\text{C}$

2) วิเคราะห์ (QuEChERS Method, EN 15662:2008) สุ่มซังตัวอย่างสับ 10 กรัม ใส่หลอดเซนต์ปีทริกพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร สกัดด้วย acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที เติม  $\text{MgSO}_4$  4 กรัม  $\text{NaCl}$  1 กรัม  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1 กรัม และ  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$  0.5 กรัม แล้วเขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำไป centrifuge ด้วยความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นดูดสารละลาย 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดเซนต์ปีทริกขนาด 15 มิลลิลิตรที่มี  $\text{MgSO}_4$  225 มิลลิกรัม PSA 30 มิลลิกรัม และ C18 มิลลิกรัม เขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำไป Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองสารละลายที่ได้ด้วยไซริงค์ ฟิลเตอร์ใส่ขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่ได้ 0.5 มิลลิลิตรใส่ autosampler vial และเป่าให้แห้งด้วยเครื่อง nitrogen evaporator แล้วเติม ethyl acetate 0.5 มิลลิลิตรลงไป นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง GC/MS-MS

3) การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS/MS: Agilent 7890A Series และ Agilent 7000B Triple Quadrupole GC/MS-MS มีรายละเอียด ดังนี้

#### Gas Chromatograph

Column:	Agilent 19091S-431UI: J&W HP-5ms UI 15 m × 0.25 mm × 0.25 μm
Carrier gas:	Helium
Gas flow:	1 mL/min
Injection volume:	2 μL
Inlet:	Set point temperature at 280°C

Splitless mode

Post run temperature at 280°C

Oven:	Rate (°C/min)	Temperature (°C)	Hold time (min)	Run time (min)
	Initial	60	1	1
	50	180	0	3.4
	15	310	3	15.067

Mass Spectrometer

Source temperature: 300°C

Quadrupole temperature: 180°C

Detection gain: 10

MS/MS Scan Parameter: Multi Reaction Monitoring (MRM)

	Precursor ion	Product ion	Dwell (ms)	CE (V)
Chlorpyrifos	208	181	10	5
	197	161	10	5
	197	141	10	10
	181.1	152	10	25

4) การเตรียมสารละลายมาตรฐานของวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ด้วย matrix blank ที่ 8 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.005, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 และ 1.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Lambda-cyhalothrin (แกน x) กับ peak area (แกน y) ซึ่งมีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.9995

5) การตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในตัวอย่างจากแปลงทดลองที่ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.01, 0.1 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### 7.3 เวลาและสถานที่

เวลา: ตุลาคม พ.ศ. 2560-กันยายน พ.ศ. 2561

สถานที่: การทดลองในแปลงทดลองทำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ที่อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และการทดลองในห้องปฏิบัติการทำระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2560 ที่ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้ม แบ่งผลการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ ผลการทดลองในแปลงทดลองและในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังนี้

### 8.1 แปลงทดลอง

การพ่นสาร Lambda-cyhalothrin ในแปลงทดลองส้มทั้ง 2 แปลง แปลงละ 3 ครั้ง แต่ละครึ่งห่างกัน 7 วัน โดยเดินพ่นสาร 2 ด้านตามแนวต้นทุเรียน มีการพิจารณาประสิทธิภาพการพ่นสาร ซึ่งแสดงถึงปริมาณวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ที่แปลงทดลอง พบว่า การประเมินปริมาณวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ที่แปลงทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ อยู่ระหว่าง 95-110% ของปริมาณวัตถุมีพิษ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของการพ่นวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ในแปลงส้ม

แปลงทดลอง	ประสิทธิภาพการพ่นสาร (%)		
	1	2	3



---

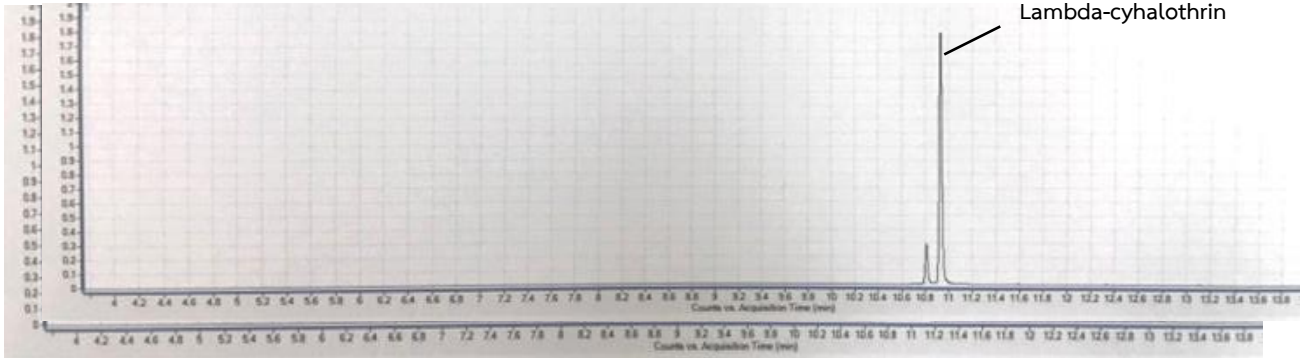
1	101	100	101
2	99	100	100

---

## 8.2 ห้องปฏิบัติการ

### 8.2.1 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ด้วยเครื่อง GC/MS-MS

การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ด้วยเครื่อง GC/MS-MS แสดง  
โทเทิลไอออนโครมาโตแกรม (Total ion chromatogram หรือ TIC) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Total Ion Chromatogram (TIC) ของ Lambda-cyhalothrin

### 8.2.2 การศึกษาประสิทธิภาพของการวิเคราะห์

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในตัวอย่างส้มด้วยวิธี QuEChERS (EN15662: 2008) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.1 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ร้อยละการกลับคืน (% Recovery) อยู่ระหว่างร้อยละ 96-112 และค่าร้อยละเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD) อยู่ระหว่างร้อยละ 3-6 อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ (Eurachem, 2014) ดังแสดงในตารางที่ 2 และปริมาณต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้ม (Limited of Quantification หรือ LOQ) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในตัวอย่างส้ม

ระดับความเข้มข้น (มก./กก.)	ร้อยละการกลับคืน (%)	ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืน (%)	%RSD
0.01	108, 101, 108, 106, 107, 104, 110, 110, 109 และ 112	107	3
0.10	97, 96, 100, 97, 96 และ 103	98	3
1.0	105, 112, 107, 103, 94 และ 98	103	6

### 8.2.3 การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลอง

ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในตัวอย่างส้ม พบว่าตัวอย่างจากแปลงควบคุมหรือแปลงทดลองที่ไม่ใช้วัฏภูมิพิษ Lambda-cyhalothrin ทุกตัวอย่างตรวจพบ

ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin น้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของวิธีทดสอบที่สามารถวิเคราะห์ได้ในตัวอย่าง (Limit of quantification หรือ LOQ) และจากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย Lambda-cyhalothrin ตามอัตราแนะนำในส้ม พบปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ในแปลงที่ 1 และ แปลงที่ 2 อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.07 และ 0.05 ถึง 0.008 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 3 และพบว่าปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ลดลง เมื่อจำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการสลายตัวของวัตถุพิษ Lambda-cyhalothrin เมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3

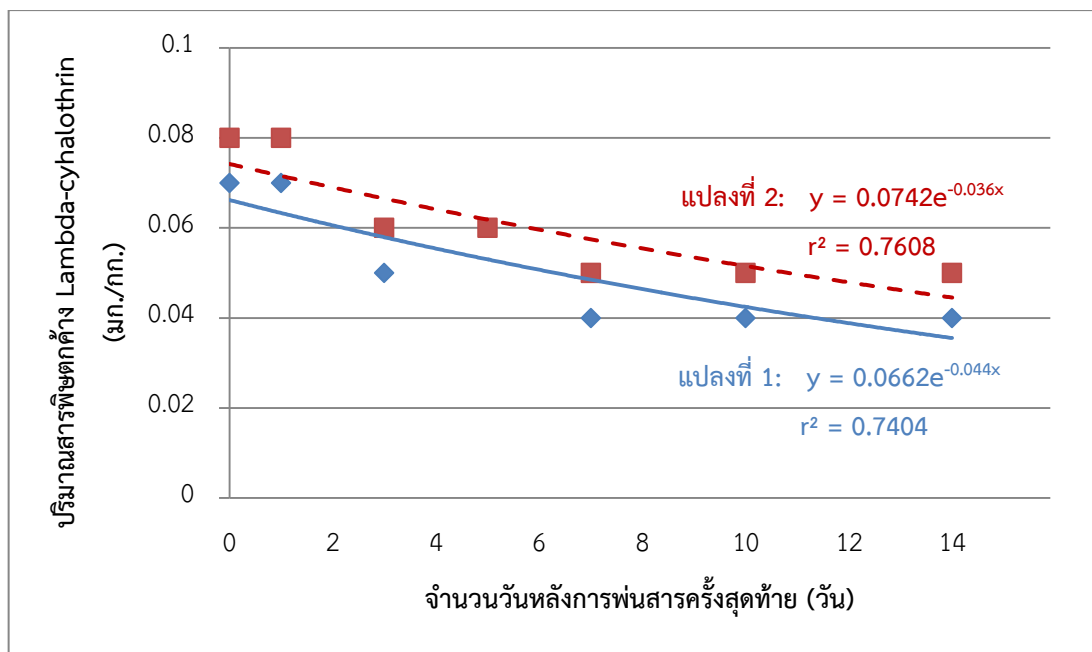
ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้มจากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย Lambda-cyhalothrin ตามอัตราแนะนำ

จำนวนวันหลัง การพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin (มก./กก.)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.07	0.08
1	0.07	0.08
3	0.05	0.06
5	0.06	0.06
7	0.04	0.05
10	0.04	0.05
14	0.04	0.05

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในตัวอย่างส้มจากแปลงทดลอง

ระดับความเข้มข้น (มก./กก.)	ร้อยละการกลับคืน (%)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0.01	114	107
0.1	107	105
1.0	107	101

นอกจากนี้ ในการสกัดตัวอย่างจากแต่ละแปลงทดลองได้มีการควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์ในชุดของการทดสอบตัวอย่าง พบว่า ร้อยละการกลับคืน (%Recovery) ในการสกัดตัวอย่างแปลงที่ 1 อยู่ในช่วง 107-114% และแปลงที่ 2 อยู่ในช่วง 101-107% ดังแสดงในตารางที่ 5



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้มแปลงที่ 1 และ 2

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพ่นสาร Lambda-cyhalothrin ในแปลงทดลองสามารถประเมินปริมาณวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ที่แปลงทดลองเท่ากับ 100-101% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ อยู่ระหว่าง 95-110% ของปริมาณวัตถุมีพิษ

การวิจัยปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้ม โดยพ่นวัตถุมีพิษ Lambda-cyhalothrin ตามอัตราแนะนำ พบว่ามีการสลายตัวเมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น และสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin มีปริมาณระหว่าง 0.04 ถึง 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยประสิทธิภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้มจากแปลงทดลอง มีร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 74-91%

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ส้มจัดอยู่ในกลุ่มหลัก 001 ผลไม้ตระกูลส้ม (citrus fruit) ซึ่ง Codex ไม่กำหนดค่า MRLs ของ Lambda-cyhalothrin จึงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตราย Lambda-cyhalothrin ในส้มไปเสนอเพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ของ Codex, ASEAN และประเทศไทย (มกอช., 2559 และ FAO, 2013)

การใช้วัตถุอันตราย Lambda-cyhalothrin ตามอัตราแนะนำที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวตาม PHI กำหนด จะไม่พบผลผลิตที่มีปริมาณสารพิษตกค้าง Lambda-cyhalothrin ในส้มเกินค่า MRLs ทำให้เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

-

## 12. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. *สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด PESTICIDE RESIDUES: MAXIMUM RESIDUE LIMITS*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. *การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช CLASSIFICATION OF AGRICULTURAL COMMODITIES: CROP*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- MedThai. กรุงเทพฯ. *ส้ม สรรพคุณและประโยชน์ของส้ม 25 ข้อ*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2341109100/10.htm> (10 กุมภาพันธ์ 2561).
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2557. *แมลงศัตรูไม้ผล*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Eurachem. 2014. *The Fitness for Purpose of Analytical Methods a Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. 2<sup>nd</sup> ed.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. *Discussion Paper on the Review of the Commodity Groups in the Database for Maximum Residue Limits for Pesticide to Determine the Need for Revision of Relevant Group MRLs (revised fruit commodity groups of the Classification of Foods and Animal Feeds)*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPR/CCPR45/pr45\\_07e.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPR/CCPR45/pr45_07e.pdf) (8 กุมภาพันธ์ 2561).
- QuEChERS EN 15662. 2008. *Food of Plant Origin-Determination of Pesticide Residue Using GC-MS and/or LC-MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-QuEChERS method*.

## 13. ภาคผนวก

การเตรียมสารมาตรฐาน Lambda-cyhalothrin

เตรียม Stock standard solution 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งสารมาตรฐานที่เป็น primary standard ให้ได้เนื้อสารประมาณ 10 มิลลิกรัมใส่ในขวดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ละลายสารมาตรฐานและปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลาย Ethyl acetate และ Acetonitrile อย่างละ 1 ขวด เขย่าให้เข้ากัน และถ่ายสารละลายมาตรฐานที่ได้ใส่ขวดแก้ว พร้อมติดฉลากระบุชื่อสาร batch number ความเข้มข้นวันที่เตรียม ชื่อผู้เตรียม ตัวทำละลายที่ใช้ และวันหมดอายุ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20±5°C โดยสารมาตรฐานมีอายุการใช้งาน 1 ปี (นับจากวันที่เตรียม) โดยความเข้มข้นของสารมาตรฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน } (\mu\text{g/mL}) = \frac{\text{น้ำหนักที่ชั่ง (mg)} \times \text{ความบริสุทธิ์ของสาร}(\%) \times 1000}{\text{ปริมาตรที่เตรียม (mL)} \times 100}$$



เตรียม Intermediate standard solution 100, 10 และ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในตัวทำละลาย Ethyl acetate และ Working standard solution ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 และ 1.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในตัวทำละลาย Matrix blank โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

โดย	$N_1$	เป็นความเข้มข้นของสารตั้งต้น ( $\mu\text{g/mL}$ )
	$N_2$	เป็นความเข้มข้นของสารที่ต้องการเตรียม ( $\mu\text{g/mL}$ )
	$V_1$	ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องดูด (mL)
	$V_2$	ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องการเตรียม (mL)