

## แบบรายงานเรื่องเติมผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2556-2558

1. **ชุดโครงการ** วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย** การศึกษาเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs)  
**กิจกรรมที่ 2** ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผัก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs)
3. **ชื่อการทดลอง :** วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 - 6  
**ชื่อการทดลอง :** Residue Trial of Carbosulfan in Yard Long Bean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) (Trial 1 - 6)
4. **คณะผู้ดำเนินการ**

หัวหน้าโครงการ	นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
หัวหน้าการทดลอง	นางสาวพนิดา ไชยยันต์บุรณ์	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน	นางสาวจินตนา ภู่มงกุฏชัย	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
5. **บทคัดย่อ**

ทำการแปลงทดลองศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ carbosulfan ในถั่วฝักยาว ทำแปลงทดลองรวม 6 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2556 ครั้งที่ 2 ในช่วงเดือนมีนาคม - กรกฎาคม 2556 ครั้งที่ 3 ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2556 - กุมภาพันธ์ 2557 ครั้งที่ 4 ในช่วงเดือน มิถุนายน - กันยายน 2557 ครั้งที่ 5 ในช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2557 และครั้งที่ 6 ในช่วงเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม 2558 แปลงทดลองครั้งที่ 1-5 ทำในพื้นที่ อ.เมือง จ.นครปฐม แปลงทดลองครั้งที่ 6 ทำในพื้นที่ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 3 ซ้ำ (replication) แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่ แปลงทดลองที่ใช้ carbosulfan ในอัตราแนะนำ คือ carbosulfan 20% EC อัตรา 30 mL/น้ำ 20 L และแปลงทดลองที่ไม่ใช้ carbosulfan เป็นแปลงเปรียบเทียบ ฟ่นสาร carbosulfan ทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง หลังการฟ่นสารครั้งสุดท้ายเก็บตัวอย่าง ถั่วฝักยาวมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan และ carbofuran (ผลรวมของ carbofuran และ 3-OH carbofuran ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan) ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน

ผลการทดลองครั้งที่ 1 - 6 จากการใช้สาร carbosulfan ในอัตราที่กำหนด พบว่าปริมาณสารพิษตกค้าง หลังการฟ่นครั้งสุดท้าย ของ carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ใน ถั่วฝักยาว ที่ 3 วันมีปริมาณ ND -0.09 mg/kg ที่ 5 วัน มีปริมาณ ND -0.04 mg/kg ซึ่งที่ 5 วันมีปริมาณต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตทางการเกษตร (Maximum Residue Limit : MRL) ของไทยที่กำหนดไว้ในถั่วฝักยาว คือ carbosulfan เท่ากับ 0.1 mg/kg และ carbofuran เท่ากับ 0.1 mg/kg (มกอช., 2551) อย่างไรก็ตาม Codex (FAO/WHO, 2008) ไม่กำหนดค่า MRL ของ carbosulfan และ carbofuran ใน ถั่วฝักยาว

จากข้อมูลการสำรวจสารพิษตกค้าง ในตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายได้แก่ นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และ กาญจนบุรี ด้วยเทคนิค LC/MS/MS สารที่พบ เป็น สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) สารป้องกันกำจัดแมลง (insecticide) และสารป้องกันกำจัดไร (acaricide) และสารป้องกันกำจัดวัชพืช ( herbicide) บางชนิด สารกลุ่ม carbamate ที่พบ ได้แก่ carbosulfan, methomy, iprovalicarb และ carbofuran สาร methomyl เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง พบในตัวอย่างสูงกว่าสารชนิดอื่นและพบว่ามีปัญหาสารพิษการตกค้างในถั่วฝักยาวสูง

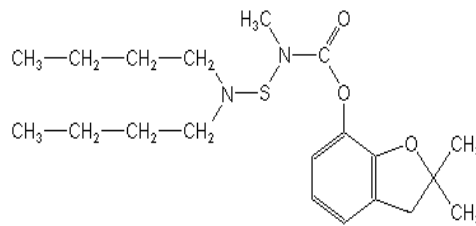
### Abstract

The supervised residue trials of carbosulfan on yard long bean following Codex guideline (FAO/WHO) to establish MRL were conducted during February - May 2013, March - July 2013 , November 2013- February 2014, June - September 2014, October - December 2014 and July - August 2015 for the 1<sup>st</sup>-6<sup>th</sup> trials, respectively. The 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> tested plots were located at Ampour Muang , Nakhon Pathom Province and for the 6<sup>th</sup> was located at the Ampour Poitong , Angthong Province. The experiments consisted of 2 plots which were treated plot (carbosulfan 20% EC, application rate : 30 ml / 20 L of water, spray 3 times every seven days) and control plot (untreated ). The experiment were 3 replications and 7 treatments (sampling date for residue analysis after the last application at 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 and 17 days. The residues of carbosulfan, carbofuran and 3-OH carbofuran were determined by LC-MS/MS. The results showed that the residues were not detect at all in control samples. In contrast, the residues from treated plots were in range of ND-0.09 mg/kg and ND -0.04 mg/kg at 3 and 5 day after the last application, respectively. At 5 day the residues were below Thai- MRL (Maximum residue limit). MRL of carbosulfan was 0.1 mg/kg and MRL of carbofuran was 0.1 mg/kg (ACFS., 2551), however, Codex ( FAO / WHO, 2008) the MRL of carbosulfan and carbofuran in yard long bean has not been set. Yard long bean samples were collected from the markets in Suphan Buri, Nakhon Pathom, Ratchaburi, Samut Sakhon and Kanchanaburi Province to analyse some fungicide, insecticide, acaricide and herbicide residues by LC-MS/MS technique. The results showed that the residue was found carbosulfan, iprovalicarb, carbofuran, methomyl and some kinds of fungicide, acaricide and herbicide.

### 6. คำนำ

carbosulfan เป็นสารกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicides) และสารกำจัดแมลง (insecticide) สารกำจัดพยาธิภายนอก (miticide) เป็นสารกลุ่ม carbamate มีสูตรโมเลกุล (Molecular formula)  $C_{20}H_{32}N_2O_3S$  มี molecular weight เท่ากับ 380.6 มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้น้อยคือประมาณ 0.3 mg/l ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ สารบริสุทธิ์เป็นของเหลวชนิดสีน้ำตาล ค่าความเป็นพิษมีดังนี้

ความเป็นพิษ ต่อหนู (female rat) จากการกิน ค่า LD<sub>50</sub> เท่ากับ 185 mg ต่อน้ำหนักตัวหนู 1 kg ความเป็นพิษทางผิวหนังต่อหนู (rat) มีค่า LD<sub>50</sub> > 2,000 mg ต่อน้ำหนักตัวหนู 1 kg ความเป็นพิษต่อการหายใจ ต่อหนู (female rat) มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 0.61 mg/l มีการระคายเคืองต่อผิวหนังปานกลาง ไม่มีการระคายเคืองต่อตาและก่อให้เกิดการแพ้ทางผิวหนัง สาร carbosulfan มีพิษสูงกับปลา ผึ้งและนก โดยพิษกับนก มีค่าความเป็นพิษจากการกิน LD<sub>50</sub> เท่ากับ 10 mg ต่อน้ำหนักตัว 1 kg (mallard ducks) พิษกับปลามีค่า LC<sub>50</sub> (96hr) เท่ากับ 0.042 mg/l (rainbow trout) พิษต่อผึ้งจากการกินทางปากมีค่า LD<sub>50</sub> (24 hour) เท่ากับ 1.046 µg/ bee และจากการสัมผัสมีค่า LD<sub>50</sub> (24 hour) เท่ากับ 0.28 µg/ bee สำหรับสูตรโมเลกุลของ carbosulfan ดังภาพที่ 1 (C D S Tomlin (ed.), 2009)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของ carbosulfan

carbosulfan เป็นสารดูดซึมมีฤทธิ์ทางการสัมผัสและการกิน ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงปากดูด ปากกัด ทั่วไป ใน พืชผัก และไม้ผล ต่างๆ สำหรับถั่วฝักยาวมีศัตรูที่สำคัญได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว และหนอนเจาะผลถั่ว มีคำแนะนำให้ใช้ carbosulfan 20% W/V EC เพื่อกำจัดแมลงใน ถั่วฝักยาวปริมาณ คือ อัตรา 30 ml/น้ำ 20 L กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2551) แนะนำให้ใช้น้ำ 120 L/ไร่

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง carbosulfan ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณ สูงสุดของ สารพิษตกค้าง (MRL) นั้น ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานด้านสารพิษตกค้างของ ประเทศ เพื่อใช้ในการรับรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตรระหว่างประเทศเพื่อความ เป็นธรรมสำหรับแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย ถั่วฝักยาวเป็นสินค้าเกษตรส่งออกชนิดหนึ่งซึ่งมี ปัญหาด้านสารพิษตกค้าง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะใช้ในการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ การเกษตร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมทั้งแนะนำการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ ถูกต้องแก่เกษตรกรด้วย

## 7. วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

### 7.1. อุปกรณ์

7.1.1 สารมาตรฐาน carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 97.0, 99.5 และ 97.0 % ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์ carbosulfan ชนิด 20% W/V EC ตรวจวิเคราะห์ สารออกฤทธิ์ เท่ากับ 20.5 % W/V

7.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง 5 ตำแหน่ง

7.1.3 เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง

7.1.4 สารเคมี ได้แก่ acetone, dichloromethane, ethyl acetate, methanol, acetonitrile, sodium sulfate, sodium chloride, magnesium sulfate, primary secondary amine (PSA) และ graphite carbon black (GCB)

7.1.5 เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ เช่น กระบอกตวง บีกเกอร์ และ volumetric flask และ centrifuge tubes ขนาด 15 ml เป็นต้น

7.1.6 เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ food processor, rotary evaporator, homogenizer และ centrifuge

7.1.7 เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุพิษเครื่อง Liquid Chromatograph / Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer (LC/MS/MS) : Agilent 1200 HPLC และ Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS/MS

## 7.2 วิธีดำเนินการ

### 7.2.1 การทำแปลงทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 3 ซ้ำ (replication) และมี 8 วิธีการ (treatment) ตามวันเก็บตัวอย่างผลผลิตถั่วฝักยาวหลังจากการพ่น carbosulfan ครั้งสุดท้ายคือ ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย คือแปลงควบคุมที่ไม่ใช้ carbosulfan และแปลงที่ใช้ carbosulfan 20% EC อัตรา 30 ml/น้ำ 20 L โดยใช้ น้ำ 120 L /ไร่ ทำแปลงทดลอง รวม 6 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2556 ครั้งที่ 2 ในช่วงเดือน มีนาคม- กรกฎาคม 2556 ครั้งที่ 3 ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2556- กุมภาพันธ์ 2557 ครั้งที่ 4 ในช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน 2557 ครั้งที่ 5 ในช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2557 และครั้งที่ 6 ในช่วงเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2558 แปลงทดลองครั้งที่ 1-5 ทำในพื้นที่ อ.เมือง จ.นครปฐม แปลงทดลองครั้งที่ 6 ทำในพื้นที่ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง

พ่น carbosulfan ทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง เก็บตัวอย่างถั่วฝักยาว มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ระยะเวลาต่างๆ ตามที่กำหนด โดยแต่ละตัวอย่างสุ่มเก็บ อย่างน้อย น้ำหนักไม่น้อยกว่า 1 kg

### 7.2.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

มีการหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ การสกัดสารพิษตกค้าง และการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณสารพิษตกค้าง carbosulfan ด้วยเครื่อง GC สารพิษตกค้าง carbofuran และ 3-OH carbofuran ด้วยเครื่อง LC/MS/MS ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.2.2.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ในตัวอย่างถั่วฝักยาว ทำการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.10, 0.50 และ 1 mg/kg รวม 5 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ พบว่าค่า % recovery เฉลี่ยอยู่ในช่วง 74-94 และ % RSD อยู่ในช่วง 3- 12 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีการที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (limited of quantitation) เท่ากับ 0.01 mg/kg (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ carbosulfan . carbofuran. 3-OH carbofuran และ ในตัวอย่างถั่วฝักยาว เป็นค่าเฉลี่ยจากค่าการทดลอง 4 ซ้ำ

conc. (mg/kg)	Carbosulfan			Carbofuran			3-OH-Carbofuran		
	conc.	% Rec.	% RSD	conc.	% Rec.	% RSD	conc.	% Rec.	% RSD
0.01	0.009	89	9	0.009	86	9	0.007	72	11
0.05	0.045	90	7	0.045	90	6	0.041	82	11
0.1	0.084	84	4	0.090	90	3	0.083	83	8
0.5	0.469	94	9	0.434	87	12	0.374	75	12
1.0	0.903	90	6	0.773	77	12	0.735	74	5

#### 7.2.2.2 วิธีวิเคราะห์

การสกัดตัวอย่าง ด้วยวิธี Steinwandter (1985) และขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยวิธีการของ QuEChERS (Anastassiades, *et al.*, 2003)

1) นำตัวอย่างถั่วฝักยาวตัดขั้วออก ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง สุ่มซังตัวอย่างละ 25 g สกัดด้วย acetone, dichloromethane และ sodium chloride โดยใช้เครื่อง homogenizer กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate นำสารละลาย 50 ml ไปลดปริมาตรตัวทำละลายด้วยเครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40<sup>o</sup> C จนเกือบแห้งแล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate นำสารละลายตัวอย่าง 2 ml ใส่ลงใน centrifuge tubes ขนาด 15 ml เป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง แล้วเติม acetonitrile 2 ml เขย่าให้ละลาย นำไปขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) ต่อไป

2) เติม MgSO<sub>4</sub> 300 mg, PSA 200 mg และ GCB 50 mg ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ด้วย ที่ระดับความเร็วรอบ >3,500 รอบต่อนาที นาน 1 นาที กรองผ่าน syringe filter 0.2 μm แบ่งสารละลายตัวอย่าง 0.5 ml ใส่ลงใน GC-vial นำไป ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ด้วยเครื่อง LC/MS//MS

#### 7.2.2.3 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง LC/MS//MS

เครื่อง LC/MS//MS : Agilent: 1200 HPLC และ Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS/MS รายละเอียดในส่วนของ HPLC มีดังนี้ ใช้ column : Kinetex™ 2.6 μm XB-C18 100 Å, LC Column 100 x 2.1 mm , mobile phase : 5 mM ammonium formate in water และ acetonitrile, flow rate 0.4 ml/min, injection volume 2 μl รายละเอียดในส่วนของ MS มีดังนี้ ใช้ ESI, Positive mode, gas temperature 350 °C, gas flow 12 L/min , nebulizer 40 psi และ capillary 4000 V การตั้ง mass MRM (m/z) มีดังนี้

carbosulfan	1) 381>160	2) 380> 160
carbofuran	1) 222 >165	2) 222 > 123
3-OH carbofuran	1) 238 > 220	2) 220 > 181

### 7.2.3 การสำรวจและเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาว

เก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากพื้นที่ใกล้เคียงกับสถานที่ทำแปลงทดลองได้แก่ ได้แก่ นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม กาญจนบุรี นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan และสารกลุ่ม carbamate และสารกลุ่มอื่นๆ ที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่อง LC/MS/MS

**8. ระยะเวลา :** การทดลองครั้งที่ 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2556

การทดลองครั้งที่ 2 ในช่วงเดือนมีนาคม- กรกฎาคม 2556

การทดลองครั้งที่ 3 ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2556- กุมภาพันธ์ 2557

การทดลองครั้งที่ 4 ในช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน 2557

การทดลองครั้งที่ 5 ในช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2557

การทดลองครั้งที่ 6 ในช่วงเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2558

**9. สถานที่ดำเนินการ :**

แปลงทดลอง : การทดลองครั้งที่ 1-5 อ.เมือง จ.นครปฐม

การทดลองครั้งที่ 6 อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง

ห้องปฏิบัติการ : กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

**10. ผลการทดลองและวิจารณ์**

การศึกษาปริมาณสารมีพิษตกค้างของ carbosulfan และ carbofuran จากการใช้วัตถุอันตราย carbosulfan ในอัตราแนะนำ คือ carbosulfan 20% EC อัตรา 30 ml/น้ำ 20 L ในถั่วฝักยาวหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 ผลการทดลอง พบสารพิษตกค้างเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำของการทดลองแต่ละ ปี (ตารางที่ 2-4) (ปริมาณที่พบ ND –not detected เป็นปริมาณ <0.005 mg/kg โดยวิธีการตรวจวิเคราะห์มีค่า LOQ = 0.01 mg/kg ) ผลการทดลองมีดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.97, 0.09 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.14, 0.15 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ ND, 0.02, 0.01, 0.01 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน (ตารางที่ 2)

การทดลองครั้งที่ 2 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.96, 0.19 และ <0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.06, 0.16 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ ND, 0.02, 0.02 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน (ตารางที่ 2)

การทดลองครั้งที่ 3 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.87, 0.37, 0.06, 0.01 , ND และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.02, 0.16, 0.08, 0.03

0.01, 0.01, ND และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 17 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ ND , 0.03, 0.04, 0.02 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน (ตารางที่ 3)

การทดลองครั้งที่ 4 พบ carbosulfan ปริมาณ 2.51 และ 0.14 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0 และ 1 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.53, 0.17 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ 0.07, 0.04, 0.01, 0.01 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน (ตารางที่ 3)

การทดลองครั้งที่ 5 พบ carbosulfan ปริมาณ 1.08, 0.17 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.12, 0.35, 0.09, 0.04 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ 0.01, 0.04, 0.03, 0.02 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน (ตารางที่ 4)

การทดลองครั้งที่ 6 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.71, 0.11 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน พบ carbofuran ปริมาณ 0.12, 0.09, 0.04, 0.01 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน พบ 3-OH carbofuran ปริมาณ ND, 0.02, 0.01, 0.01 และ 0.01 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน (ตารางที่ 4)

ผลการทดลองครั้งที่ 1 - 6 จากการใช้สาร carbosulfan ในอัตราที่กำหนด พบว่าปริมาณสารพิษตกค้าง หลังการพ่นครั้งสุดท้าย ของ carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ใน ถั่วฝักยาว ที่ 3 วันมีปริมาณ ND -0.09 mg/kg ที่ 5 วัน มีปริมาณ ND -0.04 mg/kg ซึ่งที่ 5 วันมี ปริมาณต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตการเกษตร (Maximum Residue Limit : MRL) ของไทยที่กำหนดไว้ในถั่วฝักยาว คือ carbosulfan เท่ากับ 0.1 mg/kg และ carbofuran เท่ากับ 0.1 mg/kg (มกอช., 2551) อย่างไรก็ตาม Codex (FAO/WHO, 2008) ไม่กำหนดค่า MRL ของ carbosulfan และ carbofuran ใน ถั่วฝักยาว

ตารางที่ 2 ปริมาณสารพิษตกค้าง ของ carbosulfan และ carbofuran ในถั่วฝักยาวจากการทดลองครั้งที่ 1-2 ดำเนินการปี พ.ศ. 2556

day	Average Residue (mg/kg)					
	Trial 1			Trial 2		
	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran
0	0.97	0.14	ND	0.96	0.06	ND
1	0.09	0.15	0.02	0.19	0.16	0.02
3	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.02
5	ND	ND	0.01	ND	ND	0.01
7	ND	ND	0.01	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้าง ของ carbosulfan และ carbofuran ในถั่วฝักยาวจากการทดลองครั้งที่ 3-4 ดำเนินการปี พ.ศ. 2557

day	Average Residue (mg/kg)					
	Trial 3			Trial 4		
	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran
0	0.87	0.02	ND	2.51	0.53	0.07
1	0.37	0.16	0.03	0.14	0.17	0.04
3	0.06	0.08	0.04	ND	0.01	0.01
5	0.01	0.03	0.02	ND	ND	0.01
7	ND	0.01	0.01	ND	ND	0.01
10	0.01	0.01	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	ND	0.01	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ 4 ปริมาณสารพิษตกค้าง ของ carbosulfan และ carbofuran ในถั่วฝักยาวจากการทดลองครั้งที่ 5-6 ดำเนินการปี พ.ศ. 2558

day	Average Residue (mg/kg)					
	Trial 5			Trial 6		
	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran	carbosulfan	carbofuran	3- OH- carbofuran
0	1.08	0.12	0.01	0.71	0.12	ND
1	0.17	0.35	0.04	0.11	0.09	0.02
3	0.01	0.09	0.03	0.04	0.04	0.01
5	ND	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
7	ND	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	ND	ND	ND	ND	ND	ND



การตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง ในตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงสถานที่ทำแปลงทดลอง มีดังนี้

ปี 2556 เก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายรวม 37 ตัวอย่าง ได้แก่ นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และ กาญจนบุรี ตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค LC/MS/MS พบสารพิษตกค้าง 20 ตัวอย่าง (54 %) พบสารพิษตกค้าง 16 ชนิด ปริมาณ 0.01-0.56 mg/kg สารที่พบมากได้แก่ methomyl 7 ตัวอย่าง , carbendazim 5 ตัวอย่าง, metalaxyl 4 ตัวอย่าง , carbofuran 4 ตัวอย่าง formetanate 3 ตัวอย่าง และ triadimenol 3 ตัวอย่าง ส่วนสารชนิดอื่นพบชนิดละ 1 ตัวอย่าง สำหรับ carbosulfan พบ 1 ตัวอย่าง

ปี 2557 เก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายรวม 44 ตัวอย่าง จากจังหวัด สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม และ นนทบุรี มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม carbamate และสารกลุ่มอื่นที่ตรวจวิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS พบสารพิษตกค้าง 12 ชนิด 20 ตัวอย่าง (45 % ของตัวอย่างทั้งหมด) ปริมาณ 0.01-0.30 mg/kg พบ carbosulfan 4 ตัวอย่าง carbofuran และ 3- OH- carbofuran 4 ตัวอย่าง และ methomyl 9 ตัวอย่าง

ปี 2558 เก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายรวม 33 ตัวอย่าง จากจังหวัด สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม และ นนทบุรี มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม carbamate และสารกลุ่มอื่นที่ตรวจวิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS พบสารพิษตกค้าง 6 ชนิด 9 ตัวอย่าง (18 % ของตัวอย่างทั้งหมด) ปริมาณ 0.01-0.68 mg/kg พบ carbofuran และ 3- OH- carbofuran 2 ตัวอย่าง และ methomyl 5 ตัวอย่าง พบ propiconazole 2 ตัวอย่าง thiabendazole 1 ตัวอย่าง acetamiprid 1 ตัวอย่าง difenoconazole 1 ตัวอย่าง และ ไม่พบ carbosulfan

## 11. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ carbosulfan ในถั่วฝักยาวในอัตราแนะนำและ เก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะเวลา 5 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย มีปริมาณของสารพิษตกค้าง carbosulfan และ carbofuran ต่ำกว่าค่า MRL ของประเทศไทย

จากข้อมูลการสำรวจสารพิษตกค้าง ในตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งจำหน่ายได้แก่ นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และ กาญจนบุรี ด้วยเทคนิค LC/MS/MS สารที่พบ เป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) สารป้องกันกำจัดแมลง (insecticide) และสารป้องกันกำจัดไร (acaricide) และสารป้องกันกำจัดวัชพืช ( herbicide) บางชนิด สารกลุ่ม carbamate ที่พบ ได้แก่ carbosulfan, methomy, iprovalicarb และ carbofuran สาร methomyl เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง พบในตัวอย่างสูงกว่าสารชนิดอื่นและพบว่ามีปัญหาสารพิษการตกค้างในถั่วฝักยาวสูง ซึ่งถั่วฝักยาวยังคงเป็นพืชที่มีปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขต่อไป ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้ในการกำหนดชนิดของวัตถุอันตรายเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารกลุ่ม carbamate ในถั่วฝักยาวและในพืชชนิดอื่นๆ

## 12. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

12.1 ผลการทดลองทำให้ทราบข้อมูลการสลายตัวของวัตถุอันตราย carbosulfan และ carbofuran (เกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan) และเพื่อยืนยันว่า ค่า PHI ที่แนะนำไว้ในฉลากกว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค หรือเพื่อปรับค่า PHI ให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

12.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สามารถใช้ในการกำหนดค่า National MRL, ASEAN MRL และ Codex MRL

12.3 ผลการทดลอง การสำรวจสารพิษตกค้าง ได้นำเสนอกรมวิชาการเกษตร เพื่อนำข้อมูลไปร่วมพิจารณากำหนดแนวทาง ในการแนะนำ การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในถั่วฝักยาวให้แก่เกษตรกรต่อไป

### 13. เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ปี 2551. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- มกอช. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9002-2551 “สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด, PESTICIDE RESIDUES : MAXIMUM RESIDUE LIMITS”. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Anastassiades. M., Lehotay. S.J., Stajbaber. D. and Schenck F.J. 2003. Fast and Easy Multiresidues employing Actonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive solid-Phase Extraction” for determination of Pesticide Residues in Produce. J.AOAC. Int.86, p412-431.
- C D S Tomlin (ed.). 2009. The Pesticide Manual. Fifteenth edition, BCBC (British Crop Production Council), UK
- EU Pesticides Database. 2009. European Commission Active Substances. Pesticide EU-MRLs Regulation (EC) No. 1107/2009/2009, Regulation No. 396/2005. <http://ec.europa.eu/sanco-pesticide>.
- FAO/WHO. 2008. Maximum Residue limits in Food and Feed. Codex Alimentarius Commission, Codex Committee on pesticide Residues .
- Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residue and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. No. 1155.
- The Japan Feed Chemical Research Foundation. 2005. MRLs List : Compositional Specification for Foods . The Maximum Residue Limits of Substance Used as Ingredient of Agricultural in Foods. (MHW Notification, No. 370, 1959,

amendment No. 499 2005) [www.m5.ws001.squareart.ne.jp/  
ion/search.html](http://www.m5.ws001.squareart.ne.jp/ion/search.html)