

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล
- 2. โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรม : การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เพื่อรับรองมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ
- 3. ชื่อการทดลอง** : การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบการหาสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มไพรีทรอยด์ในชมพูและถั่วฝักยาว
ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) : Validate Method of Pesticide Residues Organophosphate and Pyrethroid in Roseapple and Longbean

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง นางสาวสุวรรณี ศรีทองอินทร์ สังกัดศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี
ผู้ร่วมงาน นางสาวพนิดา ไชยยันต์บุรณ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

ปี 2560 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 20 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์จำนวน 7 ชนิด ในชมพู โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Buffered QuEChERS ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ทำการตรวจสอบความใช้ได้จากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ Range/Linearity, Accuracy, Precision, LOD, LOQ และ Matrix effect จากการทดสอบพบว่า ค่า Range/Linearity ของสารทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย range ของกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ อยู่ในช่วง 0.02-1 และ 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 71-119 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex และ ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ค่า LOD และ LOQ ของกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต อยู่ระหว่าง 0.02-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า LOD และ LOQ ของกลุ่มไพรีทรอยด์ อยู่ระหว่าง 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่า Matrix effect พบว่ามีสารจำนวน 6 ชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ Dichlorvos, Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl, Parathion-ethyl, Ethion และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ Deltamethrin ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพู

และในปี 2561 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 20 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์จำนวน 7 ชนิด ในถั่วฝักยาว โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Buffered QuEChERS ตรวจสอบวิเคราะห์ชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ทำการตรวจสอบความใช้ได้จากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ Range/Linearity, Accuracy, Precision, LOD, LOQ และ Matrix effect จากการทดสอบพบว่า ค่า Range/Linearity ของสารทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดย range ของกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 73-114 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 และ ค่า LOD และ LOQ อยู่ระหว่าง 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในกลุ่มไพรีทรอยด์ ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 81-118 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ค่า LOD 0.01 และ LOQ อยู่ระหว่าง 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่า Matrix effect พบว่ามีสารจำนวน 15 ชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Diazinon, Dicrotophos, Pirimiphos-methyl, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Methidathion, Profenophos, Triazophos, EPN และ Phosalone และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ Beta-cyfluthin และ Deltamethrin ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ

6. คำนำ

ปัจจุบันการแข่งขันทางการค้าในตลาดโลกได้ให้ความสำคัญกับระบบคุณภาพ ความปลอดภัย และการผลิตสินค้าให้ได้ตามมาตรฐานตามความต้องการของตลาด (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ประเทศต่างๆ ต่างออกกฎหมาย มาตรฐาน ข้อกำหนดคุณลักษณะของสินค้า มาตรการสุขอนามัยทางการค้าในระดับโลก มาใช้เป็นมาตรการกีดกันทางการค้า การประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในสภาวะการแข่งขันทางการค้าในปัจจุบัน วิธีการ QuEChERS (Quick, Easy Cheap, Effective, Rugged and safe) ซึ่งพัฒนาโดย M. Anastassiades และคณะ (2003) ซึ่งเป็นวิธีการสกัดตัวอย่างที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ราคาไม่แพง สามารถใช้กับพืชและวัตถุดิบพืชหลายชนิดในการวิเคราะห์ครั้งเดียว (multiresidue method) รวมทั้งให้คุณภาพของผลการตรวจวิเคราะห์สูง ลดขั้นตอน และแรงงานคนในการสกัดตัวอย่าง ใช้สารเคมี และเครื่องแก้วน้อย โดยการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ ในชมพู และถั่วฝักยาว ตามวิธีการตรวจสอบความใช้ได้ทางเคมี (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2549) ได้แก่ Range, Linearity, Accuracy, Precision, LOD, LOQ และ Matrix effect

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่เหมาะสม ทำให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ เป็นสิ่งที่สำคัญ และจำเป็นในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีจึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นที่ต้องนำมาปฏิบัติเพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้ในแต่ละห้องปฏิบัติการ

โดยช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องใช้ผลทดสอบที่มีความเที่ยงตรง แม่นยำ เชื่อถือได้ เป็นบรรทัดฐานการวัดและการทดสอบสารพิษตกค้างให้ตรงตามมาตรฐาน

7. วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1.1 centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร และขนาด 15 มิลลิลิตร
- 1.2 เครื่องชั่ง
- 1.3 vortex mixer
- 1.4 centrifuge
- 1.5 auto pipette
- 1.6 nitrogen evaporator
- 1.7 Gas Chromatograph หัวตรวจชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และ Electron Capture Detector (μ ECD)

2. สารเคมี

- 2.1 Acetonitrile (PR grade),
- 2.2 Magnesium sulfate-dried เเผาที่ 500 °C นาน 5 ชั่วโมง
- 2.3 PSA (primary secondary amine)
- 2.4 GCB (graphitized carbon)
- 2.5 Tri-sodium citrate dihydrate
- 2.6 Disodium hydrogen citrate 1.5 hydrate

3. สารมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ chlorpyrifos, diazinon, dichlorvos, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methamidophos, methidathion, mevinphos, monocrotophos, parathion ethyl, parathion methyl, pirimiphos ethyl, pirimiphos methyl, profenophos, phosalone และ triazophos และกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ bifenthrin, beta-cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, permethrin และ cyhalothrin

4. วิธีดำเนินการ

- 4.1 สกัดตัวอย่างด้วยวิธี Buffered QuEChERS (EN15662:2008)
 - 4.1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 ± 0.05 กรัม ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร
 - 4.1.2 เติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 1 นาที
 - 4.1.3 เติมสารสกัด $MgSO_4$ 4 กรัม $NaCl$ 1 กรัม $Na_2Hcitrate$ 1.5 H_2O 0.5 กรัม และ $Na_3citrate$ 2. H_2O 1 กรัม เขย่าด้วยมือ 1 นาที
 - 4.1.4 นำไป centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
 - 4.1.5 ดูดสารละลายส่วนใส 5 มิลลิลิตร ลงในหลอด centrifuge ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มีส่วนผสม PSA 125 มิลลิกรัม $MgSO_4$ 750 มิลลิกรัมและ GBC 50 มิลลิกรัม เขย่าด้วยมือ 1 นาที

4.1.6 นำไป centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

4.1.7 กรองสารละลายส่วนใสผ่าน filter membrane ขนาด 0.2 ไมครอน ลงใน vial แล้วนำไปวิเคราะห์สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ด้วยเครื่อง GC หัวตรวจชนิด FPD และวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยเครื่อง GC หัวตรวจชนิด μ ECD

4.2 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

4.2.1. การหา Range ทดสอบ reagent blank และ fortified sample blank อย่างน้อย 6 ความเข้มข้นๆ ละ 1 ซ้ำ Plot graph ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample blank (แกน x) กับ response (แกน Y) พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง

4.2.2. การหา Linearity ทดสอบ reagent blank และ fortified sample blank ที่ความเข้มข้น ภายใน Range ของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ Plot graph ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample blank (แกน x) กับ response (แกน Y) คำนวณหา Correlation coefficient (r), เกณฑ์การยอมรับ ≥ 0.995

4.2.3. การหา Accuracy ทดสอบ reagent blank , sample blank และ fortified sample ที่ ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการทดสอบไม่น้อยกว่า 3 ระดับความเข้มข้น (Low , Medium, High) อย่างน้อย ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบที่หักค่า reagent blank ของ sample blank (X1) และ fortified sample (X2) ประเมิน Accuracy จากค่า % Recovery ใช้เกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex

$$\% \text{ Recovery} = \frac{X2 - X1}{C} \times 100, \text{ โดยที่ } C = \text{ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมลงในตัวอย่าง}$$

4.2.4. ตรวจสอบ precision ทดสอบ reagent blank , sample blank และ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการทดสอบ 3 ระดับความเข้มข้น (low, Medium, High) อย่างน้อยความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ บันทึกผลการทดสอบ คำนวณค่าเฉลี่ย % RSD และ HORRAT (Horwitz' s ratio) ของผลการทดสอบ ประเมิน precision โดยใช้ HORRAT (Horwitz' s ratio) ≤ 2

Predicted Horwitz RSD คำนวณได้จาก Horwitz equation Repeatability: $\text{RSD} = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)}$

$$\text{HORRAT (Horwitz's ratio)} = \frac{\% \text{ RSD จากการทดลอง}}{\text{Predicted Horwitz RSD}}$$

$$\text{คำนวณ \% RSD , \% RSD} = \frac{\text{SD} \times 100}{X}$$

4.2.5. การหาค่า LOD วิเคราะห์ Fortified sample blank หรือ Fortified Sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำอย่างน้อย 10 ซ้ำ ยืนยันค่า LOD จาก Signal/noise ของแต่ละสาร ≥ 3 ค่า LOD = ความเข้มข้นที่วิเคราะห์

4.2.6. การหาค่า LOQ เตรียม Fortified sample blank หรือ Fortified Sample ที่มีความเข้มข้นต่ำตามที่ต้องการวิเคราะห์ Fortified sample blank หรือ Fortified Sample อย่างน้อย 10 ซ้ำ คำนวณ

ค่า accuracy และ precision เกณฑ์การยอมรับต้องผ่านการประเมิน accuracy และ precision ตามข้อ 4.2.3 และ 4.2.4

4.2.7 Matrix effect ทำการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่าง Matrix calibration curve กับ Standard calibration curve เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 7 ระดับ จำนวน 2 ชุด โดยชุดแรกเตรียมใน Acetonitrile ชุดที่ 2 เตรียมในสารละลาย Matrix ที่ได้จากการสกัดตามวิธีที่ใช้ทดสอบ ตรวจสอบวิเคราะห์สารทั้ง 2 ชุดด้วยเครื่อง GC นำผลที่ได้มาเขียนกราฟมาตรฐานเปรียบเทียบค่าความชันของกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน โดยค่าผลต่างความชันต้องมีค่าความแตกต่างไม่เกิน 10%

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี

8. ผลการทดลอง

ในปี 2560 ทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในชมพู่ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

1. ค่า Range และค่า Linearity

ทำการทดสอบ Range โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้น 7 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 1 ซ้ำ สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง (แกน x) กับพื้นที่ใต้กราฟ (แกน Y) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง พบว่า มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มีค่า correlation coefficient (r) มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร (ตารางที่ 1)

ทำการทดสอบ Linearity โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นภายในช่วงของการวัดความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หากความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างพื้นที่ใต้กราฟ พบว่า กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการทดสอบได้กราฟเส้นตรง มีค่า correlation coefficient (r) มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยสารพิษค้างกลุ่ม Organophosphate อยู่ในช่วง 0.02-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่ม Pyrethroid อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2)

2. ค่า Accuracy และ Precision

การวัดความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Accuracy) โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้น 7 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 6 ซ้ำ นำผลวิเคราะห์ 6 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ย และทำการหาเปอร์เซ็นต์ของสารที่วิเคราะห์กลับคืนได้ (% recovery) เพื่อประเมินค่า accuracy โดยเกณฑ์การยอมรับใช้เกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex, 1995 (ภาคผนวก ก)

การวัดความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ (Precision) นำผลที่ได้จากการหา accuracy มาประเมินค่า Precision โดยหาเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย RSD (relative standard deviation) โดยเกณฑ์การยอมรับที่ระดับ

ความเข้มข้น 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 20 ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 15 และค่า HORRAT ที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับมีค่าไม่เกิน 2 (Horwitz, 2000) ดังภาคผนวก ข

ผลการทดสอบพบว่า กลุ่ม Organophosphate ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl และ Ethion มีค่า %recovery เฉลี่ยในช่วง 71-79, %RSD เฉลี่ยในช่วง 1.32-2.85 และ HORRAT เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.07-0.14

ผลการวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Chlorpyrifos, Malathion, Fenitrothion และ Parathion-ethyl มีค่า %recovery เฉลี่ยในช่วง 81-101, %RSD เฉลี่ยในช่วง 1.46-27.91 และ HORRAT เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.08-1.52

ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Dicrotophos, Dimethoate, Parathion-methyl, Methidathion, Profenophos และ Triazophos มีค่า %recovery เฉลี่ยในช่วง 87-114, %RSD เฉลี่ยในช่วง 1.81-5.91 และ HORRAT เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.11-0.35

และมีวัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Methamidophos, Monocrotophos, EPN และ Phosalone มีค่า %recovery เฉลี่ยในช่วง 73-107, %RSD เฉลี่ยในช่วง 2.93-6.08 และ HORRAT เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.19-0.41

ผลการทดสอบกลุ่ม Pyrethroid พบว่าวัตถุมีพิษ Permethrin ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) มีค่า %recovery เฉลี่ย 93.57, %RSD เฉลี่ย 10.68 และ HORRAT เฉลี่ย 0.50

วัตถุมีพิษ Bifenthrin ผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ %recovery (อยู่ในช่วง 70-120%) ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %recovery เฉลี่ย 118.06, %RSD เฉลี่ย 3.73 และ HORRAT เฉลี่ย 0.2

วัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด ที่ผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ %recovery (อยู่ในช่วง 70-120%) ที่ระดับความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Cyhalothrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin และ Fenvalerate มีค่า %recovery เฉลี่ยในช่วง 116-119, %RSD เฉลี่ยในช่วง 3.37-4.87 และ HORRAT เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.19-0.29

และวัตถุมีพิษ Deltamethrin ผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ %recovery (อยู่ในช่วง 70-120%) ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %recovery เฉลี่ย 91.53, %RSD เฉลี่ย 2.73 และ HORRAT เฉลี่ย 0.16 ดังตารางที่ 3

3. ค่า LOD

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ โดยวิเคราะห์ Fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดอย่างน้อย 10 ซ้ำ คำนวณอัตราส่วนของ Signal to noise ของแต่ละสารต้องมีค่ามากกว่า 3

จากผลการทดสอบพบว่า กลุ่ม Organophosphate ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามีอัตราส่วนของ Signal to noise มากกว่า 3 ได้แก่ Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl และ Ethion

วัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.03 ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Chlorpyrifos, Malathion, Fenitrothion และ Parathion-ethyl

วัตถุมีพิษจำนวน 8 ชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.05 ได้แก่ Methamidophos, Monocrotophos, Dicrotophos, Dimethoat, Parathion-methyl, Methidathion, Profenophos และ Triazophos

และมีวัตถุมีพิษจำนวน 2 ชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ EPN และ Phosalone

ผลการทดสอบกลุ่ม Pyrethriod พบว่าวัตถุมีพิษทั้ง 7 ชนิด มีอัตราส่วนของ Signal to noise มากกว่า 3 ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin, Fenvalerate และ Deltamethrin ดังตารางที่ 4

4. ค่า LOQ

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ โดยวิเคราะห์ Fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำอย่างน้อย 10 ซ้ำ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า accuracy และ precision ต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีผลการทดสอบดังนี้

กลุ่ม Organophosphate มีวัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl และ Ethion

วัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.03 ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Chlorpyrifos, Malathion, Fenitrothion และ Parathion-ethyl

วัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 ได้แก่ Dicrotophos, Dimethoate, Parathion-methyl, Methidathion, Profenophos และ Triazophos และวัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Methamidophos, Monocrotophos, EPN และ Phosalone

กลุ่ม Pyrethriod พบว่าวัตถุมีพิษ Permethrin และ Bifenthrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

วัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด ที่มีค่า LOQ เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Cyhalothrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin, Fenvalerate และวัตถุมีพิษ Deltamethrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 6 และ 7

5. ค่า Matrix effect

ทำการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่าง Matrix calibration curve กับ Standard calibration curve เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 2 ชุด โดยชุดแรกเตรียมใน Acetonitrile ชุดที่ 2 เตรียมในสารละลาย Matrix ที่ได้จากการสกัดตามวิธีที่ใช้ทดสอบ ตรวจวิเคราะห์สารทั้ง 2 ชุดด้วยเครื่อง GC นำผลที่ได้มาเขียนกราฟมาตรฐานเปรียบเทียบค่าความชันของกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

$$\%RPD = ((X1 - X2) / ((X1 + X2)/2)) \times 100$$

โดยค่าผลต่างของความชันต้องมีค่าความแตกต่าง (RPD) \pm ไม่เกิน 10 %

จากผลการทดสอบการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน แล้วนำค่าความชันที่ได้มาคำนวณค่าความแตกต่าง (%RPD) พบว่า

กลุ่ม Organophosphate มีวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพู ได้ %RPD ของความชันมีค่าเท่ากับ 4.56, 1.14, -1.15, -6.93, -2.88 และ 6.01 ได้แก่ Dichlorvos, Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl, Parathion-ethyl และ Ethion ตามลำดับ

วัตถุที่มีพิษจำนวน 14 ชนิดที่ Matrix มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นมากกว่า ± 10 มีค่าความชื้นเท่ากับ 30.21, 14.53, 44.72, 83.00, 52.53, -15.03, 26.11, 26.69, 16.07, 43.30, 24.36, 16.03, -36.28 และ 30.75 ได้แก่ Methamidophos, Mevinphos, Dicrotophos, Monocrotophos, Dimethoate, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Malathion, Fenitrothion, Methidathion, Profenophos, Triazophos, EPN และ Phosalone ตามลำดับ

กลุ่ม Pyrethroid พบว่า Deltamethrin Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นมีค่าเท่ากับ -7.47 ส่วนวัตถุที่มีพิษจำนวน 6 ชนิดที่ Matrix effect มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นมากกว่า ± 10 มีค่าความชื้นเท่ากับ -18.91, -12.93, -20.67, -12.22, -12.64 และ -14.17 ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin และ Fenvalerate ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางภาพที่ 1

และในปี 2561 ได้ทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในถั่วฝักยาว ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

1. ค่า Range และค่า Linearity

ทำการทดสอบ Range โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้น 7 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 1 ซ้ำ สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง (แกน x) กับพื้นที่ใต้กราฟ (แกน Y) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มีค่า correlation coefficient (r) ≥ 0.995 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 8)

และทำการทดสอบ Linearity โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นภายในช่วงของการวัด ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หาความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างพื้นที่ใต้กราฟ พบว่า กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการทดสอบได้กราฟเส้นตรง มีค่า correlation coefficient (r) ≥ 0.995 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยสารพิษค้ำกลุ่ม Organophosphate อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่ม Pyrethroid อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 9)

2. ค่า Accuracy และ Precision

การวัดความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Accuracy) โดย spike สารมาตรฐานลงในตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้น 7 ระดับ ได้แก่ 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ นำผลวิเคราะห์ 10 ซ้ำมาหาค่าเฉลี่ย และทำการหาเปอร์เซ็นต์ของสารที่วิเคราะห์กลับคืนได้ (% recovery) เพื่อประเมินค่า accuracy โดยเกณฑ์การยอมรับใช้เกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex, 1995 (ภาคผนวก ก)

การวัดความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ (Precision) นำผลที่ได้จากการหา accuracy มาประเมินค่า Precision โดยหาเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย RSD (relative standard deviation) โดยเกณฑ์การยอมรับที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 20 ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-1 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 15 และค่า HORRAT ที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับมีค่าไม่เกิน 2 (Horwitz, 2000) (ภาคผนวก ข)

ผลการทดสอบพบว่า กลุ่ม Organophosphate ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัฏภูมิพิษจำนวน 2 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Diazinon มีค่า %recovery เท่ากับ 73.54 %RSD เท่ากับ 17.18 HORRAT เท่ากับ 0.78 และ Pirimiphos-methyl มีค่า %recovery เท่ากับ 82.69 %RSD เท่ากับ 8.33 HORRAT เท่ากับ 0.38

ผลการวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัฏภูมิพิษจำนวน 12 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Dichlorvos, Dimethoate, Chlorpyrifos, Parathion-Methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Parathion-ethyl, Methidathion, Ethion, Triazophos และ Phosalone มีค่า %recovery ในช่วง 91.20-114.41, %RSD ในช่วง 2.94-6.49 และ HORRAT ในช่วง 0.14-0.34

ที่ระดับความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีวัฏภูมิพิษจำนวน 4 ชนิด %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) ได้แก่ Methamidophos, Mevinphos, Profenophos และ EPN มีค่า %recovery ในช่วง 89.83-108.92, %RSD ในช่วง 4.69-10.69 และ HORRAT ในช่วง 0.27-0.60 และมีวัฏภูมิพิษจำนวน 2 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Dicrotophos มีค่า %recovery เท่ากับ 74.33 %RSD เท่ากับ 6.04 HORRAT เท่ากับ 0.39 และ Monocrotophos มีค่า %recovery เท่ากับ 75.20 %RSD เท่ากับ 8.32 HORRAT เท่ากับ 0.53

ผลการทดสอบกลุ่ม Pyrethroid พบวัฏภูมิพิษจำนวน 6 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม %recovery ของผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (อยู่ในช่วง 70-120%) มีค่า %recovery ในช่วง 81.37-93.89, %RSD ในช่วง 6.83-17.57 และ HORRAT ในช่วง 0.31-0.82 ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-Cyfluthrin, Cypermethrin และ Fenvalerate

และวัฏภูมิพิษ Deltamethrin ผลวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์การยอมรับ %recovery (อยู่ในช่วง 70-120%) ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %recovery เท่ากับ 118.28, %RSD เท่ากับ 9.49 และ HORRAT เท่ากับ 0.51 (ตารางที่ 10)

3. ค่า LOD

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ โดยวิเคราะห์ Fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดอย่างน้อย 10 ซ้ำ คำนวณอัตราส่วนของ Signal to noise ของแต่ละสารต้องมีค่ามากกว่า 3

จากผลการทดสอบพบว่า กลุ่ม Organophosphate ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ วัตถุประสงค์จำนวน 4 ชนิด มีอัตราส่วนของ Signal to noise มากกว่า 3 ได้แก่ Mevinphos, Diazinon, Pirimiphos-methyl และ Ethion

วัตถุประสงค์จำนวน 13 ชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Dichlorvos, Methamidophos, Dicrotophos, Dimethoate, Chlorpyrifos, Parathion-Methyl, Pirimiphos-Ethyl, Malathion, Fenitrothion , Parathion-Ethyl, Methidathion และ Triazophos

วัตถุประสงค์จำนวน 2 ชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Profenophos ,EPN และ Phosalone

และมีวัตถุประสงค์ Monocrotophos มีค่า LOD เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ผลการทดสอบกลุ่ม Pyrethriod พบว่าวัตถุประสงค์ทั้ง 7 ชนิด มีอัตราส่วนของ Signal to noise มากกว่า 3 ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin, Fenvalerate และ Deltamethrin (ตารางที่ 11)

4. ค่า LOQ

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ โดยวิเคราะห์ Fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำอย่างน้อย 10 ข้ำ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า accuracy และ precision ต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีผลการทดสอบดังนี้

กลุ่ม Organophosphate มีวัตถุประสงค์จำนวน 2 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Diazinon และ Pirimiphos-methyl

วัตถุประสงค์จำนวน 12 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 ได้แก่ Dichlorvos, Dimethoate, Chlorpyrifos, Parathion-Methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Parathion-ethyl , Methidathion, Ethion, Triazophos และ Phosalone

วัตถุประสงค์จำนวน 4 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.03 ได้แก่ Methamidophos, Mevinphos, Profenophos และ EPN

และวัตถุประสงค์จำนวน 2 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Dicrotophos และ Monocrotophos

กลุ่ม Pyrethriod พบวัตถุประสงค์จำนวน 6 ชนิด ที่มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-Cyfluthrin, Cypermethrin และ Fenvalerate และวัตถุประสงค์ Deltamethrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 13 และ 14

5. ค่า Matrix effect

จากผลการทดสอบการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (ภาพที่ 2) แล้วนำค่าความชันที่ได้มาคำนวณค่าความแตกต่าง (%RPD) พบว่า

กลุ่ม Organophosphate มีวัตถุมีพิษจำนวน 15 ชนิด ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Diazinon, Dicrotophos, Pirimiphos-methyl, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Methidathion, Profenophos, Triazophos, EPN และ Phosalone ตามลำดับ

วัตถุมีพิษจำนวน 5 ชนิดที่ Matrix มีผลต่อการทดสอบได้ %RPD ของความชันมากกว่า ± 10 ได้แก่ Methamidophos, Monocrotophos, Dimethoate, Parathion-ethyl และ Ethion ตามลำดับ

กลุ่ม Pyrethroid พบว่า Beta-cyfluthin และ Deltamethrin Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ ส่วนวัตถุมีพิษจำนวน 5 ชนิดที่ Matrix มีผลต่อการทดสอบได้ %RPD ของความชันมากกว่า ± 10 ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Cypermethrin และ Fenvalerate ดังตารางที่ 12 และภาพที่ 2

9. สรุปผลการทดลอง

ในปี 2560 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในซมพู สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารกับพื้นที่ใต้กราฟเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.02-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ค่าความถูกต้องมีค่า % recovery อยู่ระหว่าง 71-114 ค่าความแม่นยำมีค่า HORRAT ≤ 2 มีค่า LOD ในช่วง 0.02-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl และ Ethion

วัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.03 ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Chlorpyrifos, Malathion, Fenitrothion และ Parathion-ethyl

วัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 ได้แก่ Dicrotophos, Dimethoate, Parathion-methyl, Methidathion, Profenophos และ Triazophos

และวัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Methamidophos, Monocrotophos, EPN และ Phosalone

โดยมีวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิด ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างซมพูได้ %RPD ของความชันไม่เกิน ± 10 ได้แก่ Dichlorvos, Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl, Parathion-ethyl และ Ethion ตามลำดับ

และวัตถุมีพิษจำนวน 14 ชนิดที่ Matrix มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นมากกว่า ± 10 ได้แก่ Methamidophos, Mevinphos, Dicrotophos, Monocrotophos, Dimethoate, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Malathion, Fenitrothion, Methidathion, Profenophos, Triazophos, EPN และ Phosalone ตามลำดับ

สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารกับพื้นที่ใต้กราฟเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ค่าความถูกต้องมีค่า % recovery อยู่ระหว่าง 71-119 ค่าความแม่นยำมีค่า HORRAT ≤ 2 มีค่า LOD ในช่วง 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วัตถุมีพิษ Permethrin และ Bifenthrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ วัตถุมีพิษจำนวน 4 ชนิด ที่มีค่า LOQ เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ Cyhalothrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin, Fenvalerate และวัตถุมีพิษ Deltamethrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โดยวัตถุมีพิษ Deltamethrin ผลของ Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นไม่เกิน ± 10 ส่วนวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิดที่ Matrix มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพูได้ %RPD ของความชื้นมากกว่า ± 10 ได้แก่ Bifenthrin, Cyhalothrin, Permethrin, Beta-cyfluthrin, Cypermethrin และ Fenvalerate

และในปี 2561 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในถั่วฝักยาว ค่า Range และ Linearity จากความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยใช้เกณฑ์ยอมรับ correlation coefficient (r) ≥ 0.995 พบว่าสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มไพรีทรอยด์ อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ค่า Accuracy ทำการหาค่าเฉลี่ยของสารที่วิเคราะห์กลับคืนได้ (% recovery) โดยเกณฑ์การยอมรับใช้เกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex, 1995 พบว่ากลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ยของ % recovery ในช่วง 73.54-114.41 และกลุ่มไพรีทรอยด์ มีค่าเฉลี่ยของ % recovery ในช่วง 81.37-118.28

ค่า Precision โดยหาเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย RSD (relative standard deviation) โดยเกณฑ์การยอมรับที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 20 ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %RSD ไม่เกิน 15 และค่า HORRAT ที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับมีค่าไม่เกิน 2 (Horwitz, 2000) พบว่ากลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีค่า % RSD ในช่วง 2.94-17.18 Horrat ในช่วง 0.27-0.6 และกลุ่มไพรีทรอยด์ มีมีค่า % RSD ในช่วง 6.83-17.57 Horrat ในช่วง 0.31-0.82

ค่า LOQ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่า accuracy และ precision ต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด พบว่ากลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีค่า LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.1 และกลุ่มไพรีทรอยด์ มีค่า LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.02

ค่า LOD คำนวณอัตราส่วนของ Signal to noise ของแต่ละสารต้องมีค่ามากกว่า 3 พบว่ากลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีค่า LOD อยู่ในช่วง 0.01-0.1 และกลุ่มไพรีทรอยด์ มีค่า LOD ที่ 0.01

ค่า Matrix effect เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน พบว่ากลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีวัตถุมีพิษจำนวน 15 ชนิด ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ และกลุ่มไพรีทรอยด์ มีวัตถุมีพิษจำนวน 2 ชนิด ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่า วิธีการทดสอบที่ใช้มีความถูกต้องแม่นยำ โดยมีช่วงการทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งวิธีการทดสอบนี้ ไม่ยุ่งยาก เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และใช้สารเคมีน้อย ซึ่งจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์

10. การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้วิธีวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ มีความถูกต้อง แม่นยำ
2. ได้ข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ใช้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการยื่นขอรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตาม ISO/IEC 17025:2005

11. คำขอบคุณ -

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร 2553. คู่มือคุณภาพ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2549 แนวทางปฏิบัติการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีโดยห้องปฏิบัติการเดียว (A Practice Guide for Single Laboratory Method Validate of Chemical Method). กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 124 หน้า.

Codex. 1995. Codex Alimentarius volumn 3. Residues of Veterinary Drugs in Food.

EN 15662, Foods of Plant Origin-Determination of Pesticide Residues Using GC-MS and/or LC-

MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-

QuEChERS method, 2008. www.chromnet.net/.../QuEChERS...SPE/QuEChERS 歐 盟方法

[EN156622008 E.pdf](#)

Horwitz, W. 2000. The Potential Use of Quality Control Data to Validate Pesticide Residue Method Performance. In: Principle and Practice of Method Validate. A. Fajgeij and A. Ambrus (eds.), the Royal Society of Chemistry 2000, UK. 305p.

M. Anastassiades, S. J. Lehotay, D. Stajnbaher and F. J. Schenck (2003), 'Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and "Dispersive Solid-Phase Extraction" for the Determination of Pesticide Residues in Produce', Journal of AOAC International, vol. 86, n° 2, pp. 412431

13. ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แสดง Analyte ของสารตกค้างจากยาฆ่าแมลง และยาสัตว์ตกค้างในอาหาร (ตาม Codex)

Concentration	% recovery
>0.01 µg/kg ≤ 0.1 µg/kg	70-120
>0.1 µg/kg < 0.1 µg/kg	70-110
>0.1 µg/kg	70-110

ภาคผนวก ข parameter ของการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน Codex (1995) และ Horwitz (2000)

Parameter	เกณฑ์
linearity/range	$R^2 \geq 0.995$
Accuracy	>0.01 mg/kg ≤ 0.1 mg/kg , % recovery =70-120% , %RSD ไม่เกิน 20 >0.1 mg/kg ≤ 1 mg/kg , % recovery =70-110% , %RSD ไม่เกิน 15
Precision	% RSD มีค่า HORRAT < 2
LOD	LOD = 3 × SD
LOQ	LOQ = 10 × SD

ตารางที่ 1 การตรวจสอบ Range แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในชมพู

Conc. (ppm)	Area									
	Dichlorvos	Methamidophos	Mevinphos	Diazinon	Dicrotophos	Monocrotophos	Dimethoate	Pirimiphos- methyl	Chlorpyrifos	Parathion- methyl
0.01	17.17	8.36	7.64	22.28	10.84	12.80	13.10	17.73	14.43	12.13
0.02	31.62	9.55	9.51	36.11	7.55	8.64	27.34	32.08	31.99	24.61
0.03	45.46	16.59	22.09	45.47	11.01	6.59	23.70	39.02	32.64	28.75
0.05	85.48	44.72	54.81	90.55	48.31	32.58	77.16	70.12	56.20	65.75
0.1	127.61	144.23	109.74	179.28	94.96	66.26	158.83	149.05	123.91	139.29
0.5	898.77	798.92	527.21	843.12	506.19	417.07	825.78	749.42	648.56	730.05
1	1694.54	1575.56	1044.27	1590.89	920.65	811.24	1616.64	1459.59	1225.07	1396.17
R ²	0.9984	0.9996	0.9997	0.9992	0.9972	0.9991	0.9997	0.9998	0.9991	0.9994

Conc. (ppm)	Area									
	Pirimiphos- ethyl	Malathion	Fenitrothion	Parathion- ethyl	Methidathion	Profenophos	Ethion	Triazophos	EPN	Prosalone
0.01	16.25	12.12	16.27	16.22	7.13	8.36	26.72	12.49	6.87	8.89
0.02	33.58	27.50	23.86	25.60	18.90	18.15	48.85	16.90	9.81	14.04
0.03	40.61	27.98	30.05	38.99	14.56	12.98	60.37	19.24	20.98	11.18
0.05	62.22	59.36	69.63	70.39	50.99	47.19	104.87	49.97	42.50	38.97
0.1	138.18	130.15	137.92	148.44	104.51	100.54	233.32	101.10	88.33	73.37
0.5	708.16	672.65	720.59	729.87	542.47	489.06	1158.83	501.79	422.08	410.91
1	1328.95	1307.00	1396.88	1442.78	1076.24	923.38	2213.73	1000.01	777.14	793.41
R ²	0.999	0.9997	0.9997	0.9999	0.9998	0.9988	0.9995	0.9999	0.9981	0.9994

ตารางที่ 1 (ต่อ) การตรวจสอบ Range แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในชมพู่

Conc. (ppm)	Area						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Bata-Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
0.01	441.58	487.85	326.48	318.16	640.32	306.72	201.09
0.02	1047.95	1639.99	761.69	1786.60	4151.48	957.32	852.12
0.03	1657.97	3279.81	1066.59	2512.22	3235.57	1573.74	1826.55
0.05	2011.98	3988.16	1404.17	3775.08	4034.68	2223.52	2274.60
0.1	4188.25	9757.37	2436.02	7703.01	9554.51	4367.25	4379.71
0.5	27772.40	80495.90	14263.00	71276.40	73054.00	41664.20	43881.90
1	56488.60	170845.00	27700.60	161358.00	150247.00	84144.10	91570.30
R ²	0.9994	0.9986	0.9995	0.9964	0.9986	0.9985	0.9982

ตารางที่ 2 การตรวจสอบ Linearity แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในชมพู่

Conc. (ppm)	Area(average)									
	Dichlorvos	Methamidophos	Mevinphos	Diazinon	Dicrotophos	Monocrotophos	Dimethoate	Pirimiphos- methyl	Chlorpyrifos	Parathion- methyl
0.01	16.85	8.13	7.69	22.30	10.88	12.66	14.42	17.68	14.64	12.79
0.02	34.55	45.15	9.71	36.14	6.36	7.75	27.46	32.08	31.78	24.92
0.03	45.12	16.98	21.72	45.52	12.22	6.46	22.94	38.84	33.04	28.83
0.05	83.40	48.32	55.96	90.66	48.46	32.36	77.32	69.64	56.91	66.38
0.1	138.99	139.69	108.19	181.97	94.97	66.75	159.02	148.71	123.40	139.97
0.5	836.60	823.45	525.16	844.01	507.91	421.92	814.64	753.37	652.95	721.99

1	1705.34	1548.10	1058.63	1583.64	916.78	798.77	1616.90	1447.16	1222.74	1403.37
R ²	0.9997	0.9978	0.9999	0.9989	0.9966	0.9978	1.0000	0.9996	0.9987	0.9997
Area(average)										
Conc. (ppm)	Pirimiphos-ethyl	Malathion	Fenitrothion	Parathion-ethyl	Methidathion	Profenophos	Ethion	Triazophos	EPN	Prosalone
0.01	16.23	12.18	16.51	16.07	7.24	8.20	26.39	12.73	7.56	15.01
0.02	33.72	27.45	23.88	26.34	18.34	18.37	39.16	16.97	11.03	17.42
0.03	39.87	27.71	30.42	39.23	15.22	13.68	60.28	18.84	21.16	12.17
0.05	62.29	59.60	70.67	70.31	49.99	47.78	105.41	49.96	42.19	38.28
0.1	140.12	131.16	138.18	148.15	104.35	100.46	233.57	101.71	89.25	72.52
0.5	707.09	674.35	717.29	730.52	542.18	489.89	1155.29	504.30	421.96	410.51
1	1342.86	1301.38	1408.80	1423.40	1070.94	913.75	2207.08	953.27	782.61	796.42
R ²	0.9993	0.9995	0.9998	0.9998	0.9999	0.9986	0.9994	0.9991	0.9983	0.9993

ตารางที่ 2 (ต่อ) การตรวจสอบ Linearity แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.

ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในชมพู

Conc. (ppm)	Area(average)						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Bata-Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
0.01	438.84	489.32	315.54	395.27	612.18	297.16	214.89
0.02	1031	1658.3	750.68	1762.7	4068.5	984.7	866.38
0.03	1663.21	3667.18	1074.48	2633.88	3263.27	1722.37	2037.79
0.05	2022.24	4075.69	1395.90	3775.15	4074.49	2222.13	2271.96
0.1	4210.65	9745.49	2397.25	7797.44	9605.89	4433.71	4509.71
0.5	27889.43	80846.67	14314.70	71995.00	73518.10	41675.63	44326.67
1	56612.90	170643.67	27725.23	161022.00	149598.00	84656.83	91159.10
R ²	0.9994	0.999	0.9994	0.9975	0.9994	0.9988	0.9993

ตารางที่ 3 แสดงค่า % recovery (เฉลี่ย 6 ซ้ำ) ค่า %RSD และค่า Horrat ratio ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในชมพู

pesticides	% Recovery (average)							%RSD							HORRAT						
	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1
Dichlorvos	120.06	83.65	85.66	88.17	86.78	83.67	77.88	1.19	22.52	27.91	29.44	14.08	18.57	2.53	0.06	1.15	1.52	1.74	0.92	1.51	0.23
Methamidophos	296.29	170.63	150.68	130.71	101.15	102.58	77.89	5.48	5.03	6.46	5.56	4.92	5.02	3.16	0.31	0.29	0.38	0.35	0.33	0.42	0.29
Mevinphos	124.10	127.07	89.45	109.58	103.72	108.05	84.10	5.05	5.94	8.11	8.02	2.84	4.14	2.76	0.25	0.32	0.45	0.49	0.19	0.34	0.25
Diazinon	108.52	71.11	95.46	98.99	102.84	86.92	78.16	4.10	1.32	3.08	12.71	2.55	2.14	2.11	0.20	0.07	0.17	0.77	0.17	0.18	0.19
Dicrotophos	204.85	201.61	191.90	114.25	105.31	77.36	93.73	4.93	6.42	7.28	1.81	1.32	2.86	3.71	0.26	0.37	0.45	0.11	0.09	0.24	0.35
Monocrotophos	384.82	301.30	226.11	125.52	107.07	75.80	100.24	6.67	5.50	4.82	5.00	6.08	2.77	5.76	0.33	0.34	0.30	0.31	0.41	0.24	0.55
Dimethoate	125.75	105.09	103.37	107.37	96.80	76.92	86.69	11.67	1.37	5.12	2.75	3.89	1.45	1.72	0.49	0.07	0.29	0.17	0.26	0.12	0.16
Pirimiphos-methyl	76.73	72.83	81.46	80.50	83.76	74.88	75.11	3.84	2.85	2.61	6.66	0.83	1.35	1.38	0.15	0.14	0.14	0.39	0.05	0.11	0.12
Chlorpyrifos	77.33	73.12	81.14	73.85	73.70	86.44	72.40	5.34	4.31	4.53	3.43	1.57	2.54	3.72	0.21	0.22	0.25	0.20	0.10	0.21	0.34
Parathion-methyl	106.10	103.58	96.21	87.52	87.77	80.14	75.99	6.54	1.64	4.49	5.91	1.74	2.06	1.51	0.27	0.09	0.25	0.35	0.11	0.17	0.14
Pirimiphos-ethyl	72.24	71.21	86.61	75.73	80.25	75.52	72.26	2.67	1.48	1.94	3.10	1.72	0.94	1.68	0.10	0.07	0.11	0.18	0.11	0.08	0.15
Malathion	107.72	81.51	101.53	98.85	97.09	83.97	82.89	5.93	8.72	3.27	3.06	2.33	0.95	1.26	0.24	0.44	0.18	0.18	0.16	0.08	0.12
Fenitrothion	87.39	87.46	95.31	93.89	85.48	78.28	77.76	8.49	7.31	3.45	5.68	1.71	1.33	1.25	0.34	0.38	0.19	0.34	0.11	0.11	0.11
Parathion-ethyl	98.97	89.86	91.28	85.43	86.69	83.86	73.90	6.42	3.51	1.46	1.36	2.07	1.44	1.72	0.26	0.18	0.08	0.08	0.14	0.12	0.16
Methodathion	116.06	113.17	131.81	103.24	95.31	79.97	82.72	2.41	4.05	5.49	3.46	1.17	0.95	1.69	0.10	0.22	0.32	0.21	0.08	0.08	0.16
Profenophos	94.21	95.88	102.95	88.84	87.85	73.72	73.25	4.67	3.14	5.82	4.26	0.95	0.79	2.07	0.19	0.16	0.33	0.25	0.06	0.07	0.19
Ethion	103.97	79.39	93.28	92.53	94.89	91.62	82.38	3.01	2.65	4.63	1.90	0.83	0.96	3.42	0.12	0.13	0.26	0.11	0.05	0.08	0.31
Triazophos	104.47	94.68	110.51	94.88	90.60	83.67	74.89	5.65	4.68	2.00	3.65	2.35	0.77	2.95	0.23	0.24	0.11	0.22	0.16	0.06	0.27

EPN	118.93	103.20	76.60	76.69	74.03	102.58	73.28	8.12	7.21	2.19	2.28	3.41	2.93	1.85	0.34	0.38	0.12	0.13	0.22	0.24	0.17
Prosalone	111.04	91.63	119.64	84.54	73.81	108.05	91.33	17.54	11.92	5.91	3.76	2.93	4.78	3.98	0.72	0.62	0.34	0.22	0.19	0.40	0.37

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงค่า % recovery (เฉลี่ย 6 ซ้ำ) ค่า %RSD และค่า Horrat ratio ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในชมพู

pesticides	% Recovery (average)							%RSD							HORRAT						
	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1
Bifenthrin	133.54	118.06	93.40	83.59	73.96	95.65	75.52	5.00	3.73	1.35	2.63	17.45	1.27	0.75	0.25	0.20	0.07	0.15	1.12	0.11	0.07
Cyhalothrin	191.92	174.04	116.16	94.40	79.24	105.30	85.46	2.59	1.83	4.67	1.49	7.87	1.93	0.92	0.14	0.10	0.27	0.09	0.51	0.17	0.08
Permethrin	93.57	96.31	97.91	100.79	77.73	97.79	74.03	10.68	4.85	2.33	1.87	15.67	1.03	0.96	0.50	0.25	0.13	0.11	1.01	0.09	0.09
Bata-Cyfluthrin	190.60	165.24	117.20	91.68	71.50	99.00	86.16	3.43	1.69	5.07	1.26	12.27	2.34	1.60	0.18	0.10	0.29	0.07	0.78	0.20	0.15
Cypermethrin	179.72	220.04	119.70	92.67	78.46	104.50	87.19	2.73	6.08	3.37	1.19	4.85	1.32	1.25	0.14	0.36	0.19	0.07	0.31	0.11	0.12
Fenvalerate	191.73	167.81	117.21	94.48	75.51	102.85	84.18	2.51	2.01	4.87	1.25	11.72	2.04	1.29	0.13	0.11	0.28	0.07	0.75	0.18	0.12
Deltamethrin	200.79	193.48	134.85	91.53	73.99	98.81	85.63	1.78	1.95	3.41	2.73	8.86	1.35	2.27	0.09	0.11	0.20	0.16	0.57	0.12	0.21

ตารางที่ 4 แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตใน
ชมพู่

Sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย (12 ซ้ำ)			
	Diazinon	Pirimiphos-methyl	Pirimiphos-ethyl	Ethion
1	4.1	3.1	3.1	3.5
2	4.3	2.9	3.0	3.6
3	3.5	3.0	3.1	3.3
4	4.2	3.0	2.9	3.1
5	3.2	2.9	3.2	3.6
6	4.6	3.1	3.1	4.1
7	4.8	3.5	3.1	3.4
8	3.5	2.7	2.8	3.4
9	4.2	3.3	3.0	3.3
10	4.3	3.2	2.9	3.5
11	4.3	3.2	2.6	3.5
12	3.6	3.2	3.1	3.5
average	4.1	3.1	3.0	3.5

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโน
ฟอสเฟตในชมพู่

sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย (12 ซ้ำ)					
	Dichlorvos	Mevinphos	Chlorpyrifos	Malathion	Fenitrothion	Parathion-ethyl
1	3.8	3.8	3.1	2.9	3.0	3.5
2	5.2	2.9	3.1	3.1	2.9	3.6
3	5.3	3.2	2.8	3.0	2.8	3.5
4	4.4	4.3	3.2	3.3	3.0	3.6
5	5.3	2.8	2.9	2.8	2.7	3.3
6	5.0	5.2	4.1	4.4	3.9	4.9
7	4.7	3.3	3.0	2.9	2.7	3.3
8	5.1	3.2	3.3	3.1	2.9	3.6
9	4.9	4.3	3.6	3.1	3.1	3.4
10	5.0	3.6	3.2	3.1	2.9	3.6
11	5.4	3.1	2.8	2.9	2.7	3.0
12	5.0	3.0	3.3	3.1	2.8	3.1
average	4.9	3.6	3.2	3.1	3.0	3.5

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในชมพู่

sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย (12 ชั่วโมง)							
	Methamidophos	Dicrotophos	Monocrotophos	Dimethoate	Parathion -methyl	Methidathion	Profenophos	Triazophos
1	2.7	2.5	2.1	5.6	4.6	3.2	2.7	2.9
2	4.6	1.4	3.1	6.6	5.4	3.8	2.9	3.4
3	5.4	1.8	3.4	7.2	5.4	4.0	4.1	3.1
4	3.5	5.9	2.6	6.1	4.6	3.6	2.9	3.1
5	4.9	2.1	3.2	7.4	5.9	4.0	3.4	3.2
6	3.6	5.1	2.8	6.6	5.1	4.2	3.5	3.2
7	4.5	2.3	2.7	6.4	5.7	3.2	2.9	2.9
8	4.6	1.9	3.4	6.6	5.8	3.6	3.0	2.9
9	3.8	6.2	3.1	7.0	4.6	3.4	3.1	3.0
10	4.2	1.9	3.2	6.7	5.2	3.8	3.3	3.3
11	4.7	-	4.0	7.5	5.7	4.1	3.5	3.2
12	5.0	-	3.3	6.4	5.2	3.9	3.5	3.3
average	4.3	3.1	3.1	6.7	5.3	3.7	3.2	3.1

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในชมพู่

sample no	signal to noise ที่ความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย (12 ชั่วโมง)	
	EPN	Prosalone
1	5.7	4.8
2	6.1	4.8
3	4.8	4.4
4	5.7	5.1
5	5.6	4.5
6	5.3	4.8
7	5.7	5.7
8	5.9	5.9
9	5.7	5.2
10	5.2	4.5
11	5.8	5.2
12	4.7	4.3
average	5.5	4.9

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ใน
 ชมพู่

signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย (12 ซ้ำ)							
sample no	Bata-						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
1	69.7	38.7	26.6	26.2	17.1	22.5	36.6
2	47.4	32.5	17.3	20.4	12.9	16.6	42
3	72.3	44.4	14.2	7.3	13.1	17.5	23
4	62.9	39.9	16.9	10.9	20.2	24.1	18.3
5	56.8	20.5	15.0	13.7	9.9	12.7	33.8
6	40.3	20.2	11.8	13.1	5.4	6.6	5.7
7	79.6	36.5	15.2	9.5	17.1	21.2	12.9
8	65.2	28.3	19.7	19.0	15.0	18.6	30
9	74.0	22.7	21.0	19.0	12.2	15.4	33.2
10	68.4	20.1	18.4	16.2	10.5	13.2	31.8
11	36.0	9.1	10.1	11.8	9.5	11.5	43.4
12	51.3	14.7	16.9	16.0	9.2	11.8	42.5
average	60.3	27.3	16.9	15.3	12.7	16.0	29.4

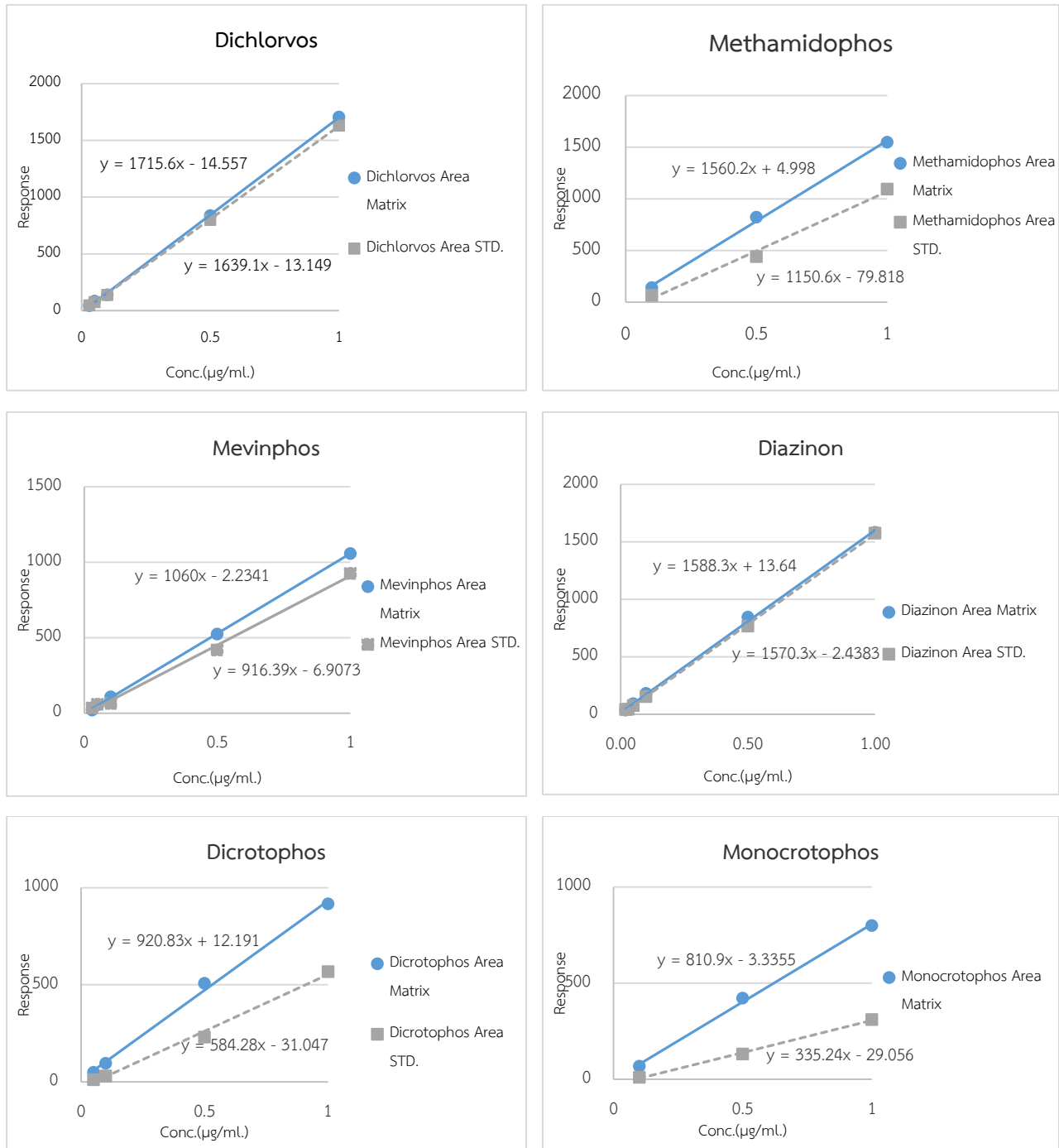
ตารางที่ 5 แสดงค่าความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มไพรีทรอยด์
ใน Solvent และ Matrix ในชมพู

pesticide		Equation	slope	%RPD
Dichlorvos	matrix (ACN)	$y = 1715.6X$	1715.6	4.56
	solvent (EtOAc)	$y = 1639.1X$	1639.1	
Methamidophos	matrix (ACN)	$y = 1560X$	1560	30.21
	solvent (EtOAc)	$y = 1150.6X$	1150.6	
Mevinphos	matrix (ACN)	$y = 1060X$	1060	14.53
	solvent (EtOAc)	$y = 916.39X$	916.39	
Diazinon	matrix (ACN)	$y = 1588.3X$	1588.3	1.14
	solvent (EtOAc)	$y = 1570.3X$	1570.3	
Dicrotophos	matrix (ACN)	$y = 920.83X$	920.83	44.72
	solvent (EtOAc)	$y = 584.28X$	584.28	
Monocrotophos	matrix (ACN)	$y = 810.9X$	810.9	83
	solvent (EtOAc)	$y = 335.24X$	335.24	
Dimethoate	matrix (ACN)	$y = 1621.5X$	1621.5	52.53
	solvent (EtOAc)	$y = 946.94X$	946.94	
Pirimiphos-Methyl	matrix (ACN)	$y = 1455.7X$	1455.7	-1.15
	solvent (EtOAc)	$y = 1472.6X$	1472.6	
Chlorpyrifos	matrix (ACN)	$y = 1235.4X$	1235.4	-15.03
	solvent (EtOAc)	$y = 1436.2X$	1436.2	
Parathion-Methyl	matrix (ACN)	$y = 1409X$	1490	26.11
	solvent (EtOAc)	$y = 1145.9X$	1145.9	
Pirimiphos-Ethyl	matrix (ACN)	$y = 1350.6X$	1350.6	-6.93
	solvent (EtOAc)	$y = 1447.5X$	1447.5	
Malathion	matrix (ACN)	$y = 1313.8X$	1313.8	26.69
	solvent (EtOAc)	$y = 1004.4X$	1004.4	
Fenitrothion	matrix (ACN)	$y = 1417.8X$	1417.8	16.07
	solvent (EtOAc)	$y = 1206.9X$	1206.9	
Parathion-Ethyl	matrix (ACN)	$y = 1427.7X$	1427.7	-2.88
	solvent (EtOAc)	$y = 1469.4X$	1469.4	

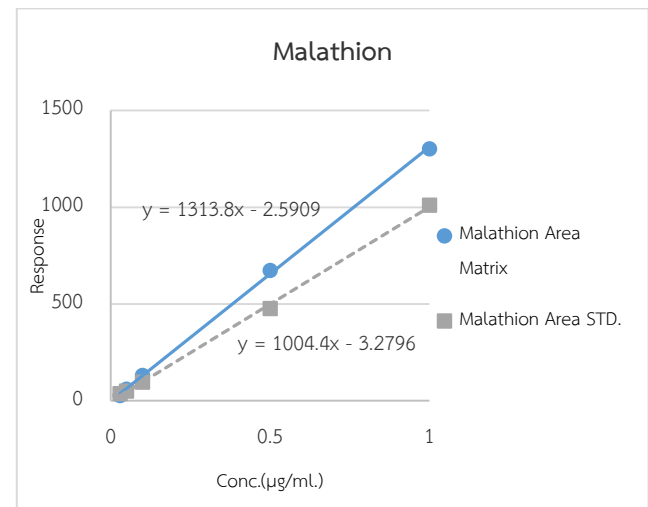
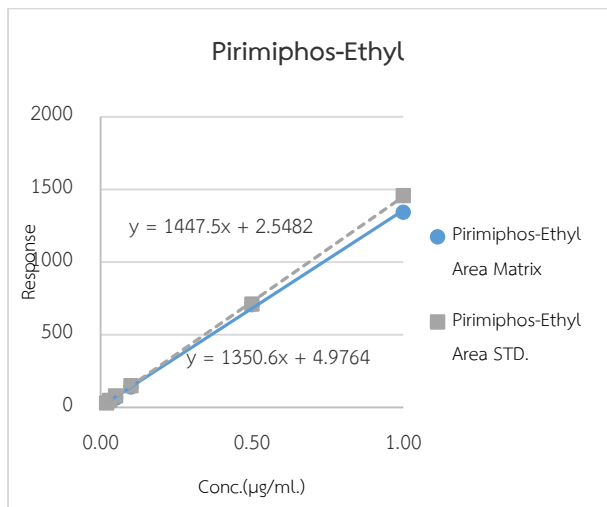
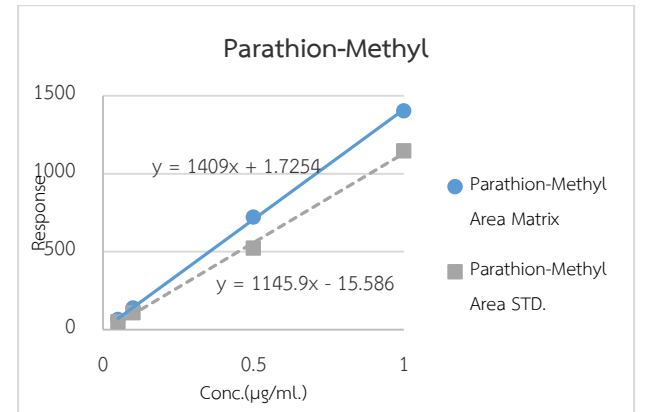
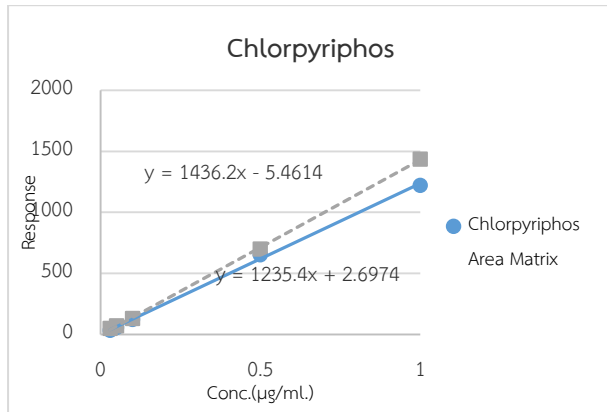
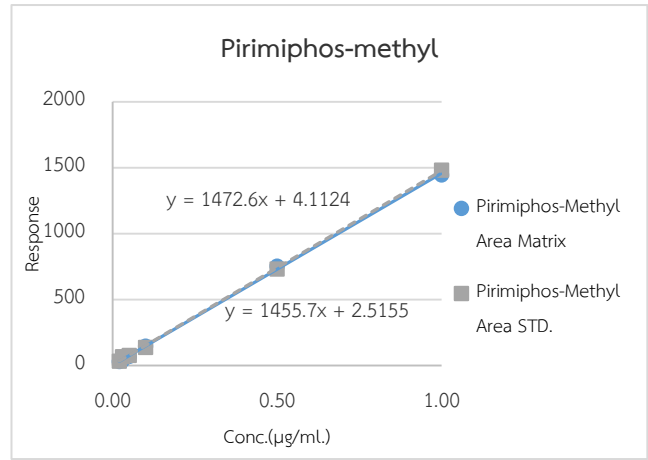
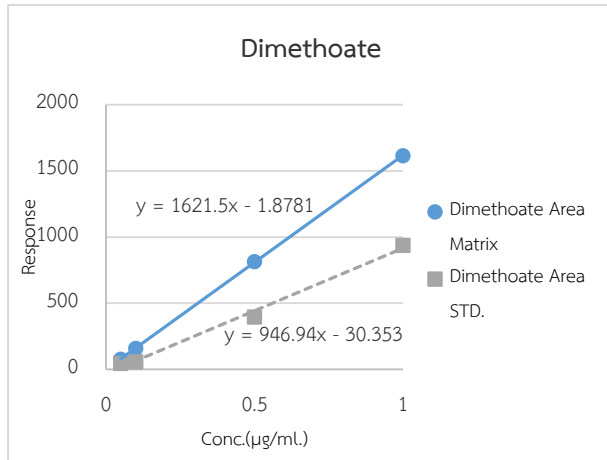
ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงค่าความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มไพรีทรอยด์
ใน Solvent และ Matrix ในชมพู

pesticide		Equation	slope	%RPD
Methidathion	matrix (ACN)	$y = 1075.6X$	1075.6	43.3
	solvent (EtOAc)	$y = 692.74X$	692.74	
Profenophos	matrix (ACN)	$y = 912.54X$	912.54	24.36
	solvent (EtOAc)	$y = 714.38X$	714.38	
Ethion	matrix (ACN)	$y = 2223.5X$	2223.5	6.01
	solvent (EtOAc)	$y = 2093.8X$	2093.8	
Triazophos	matrix (ACN)	$y = 952.58X$	952.58	16.03
	solvent (EtOAc)	$y = 811.25X$	811.25	
EPN	matrix (ACN)	$y = 768.39X$	768.39	-36.28
	solvent (EtOAc)	$y = 1108.9X$	1108.9	
Phosalone	matrix (ACN)	$y = 803.01X$	803.01	30.75
	solvent (EtOAc)	$y = 589X$	589	
Bifenthrin	matrix (ACN)	$y = 70780X$	70780	-18.91
	solvent (Hexane)	$y = 85561X$	85561	
Cyhalothrin	matrix (ACN)	$y = 207604X$	207604	-12.93
	solvent (Hexane)	$y = 236291X$	236291	
Permethrin	matrix (ACN)	$y = 30015X$	30015	-20.67
	solvent (Hexane)	$y = 36936X$	36936	
Beta-Cyfluthrin	matrix (ACN)	$y = 163748X$	163748	-12.22
	solvent (Hexane)	$y = 185053X$	185053	
Cypermethrin	matrix (ACN)	$y = 158079X$	158079	-12.64
	solvent (Hexane)	$y = 179414X$	179414	
Fenvalerate	matrix (ACN)	$y = 89105X$	89105	-14.17
	solvent (Hexane)	$y = 102692X$	102692	
Deltamethrin	matrix (ACN)	$y = 110551X$	110551	-7.47
	solvent (Hexane)	$y = 119124X$	119124	

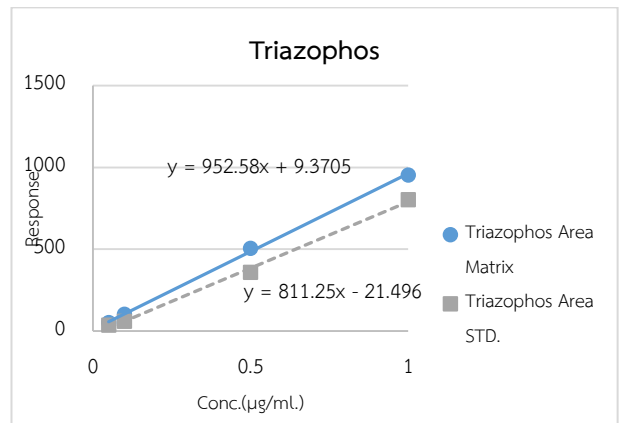
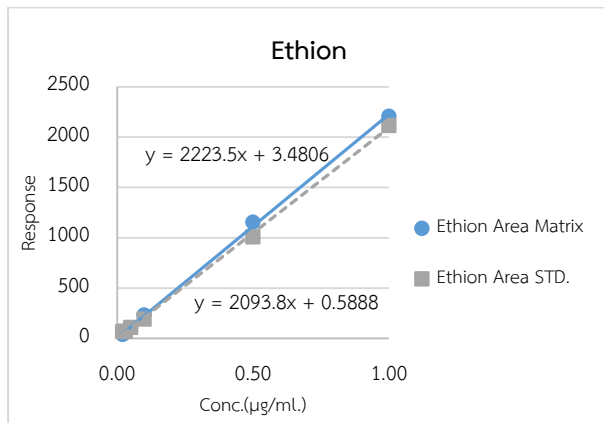
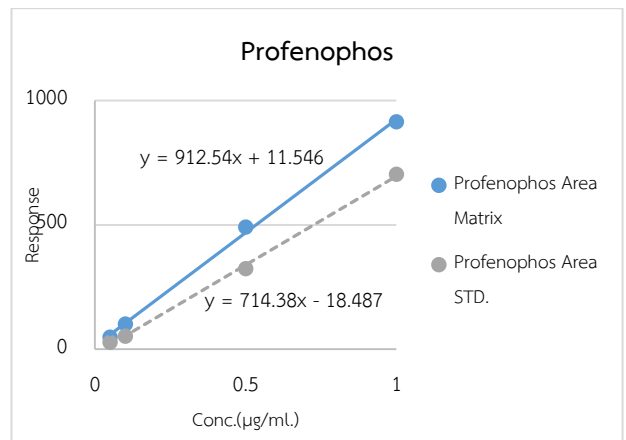
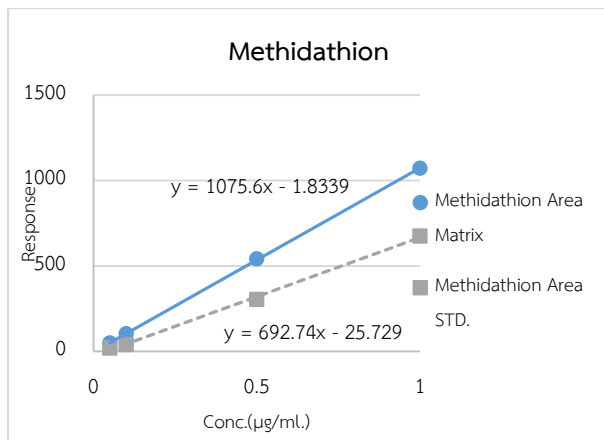
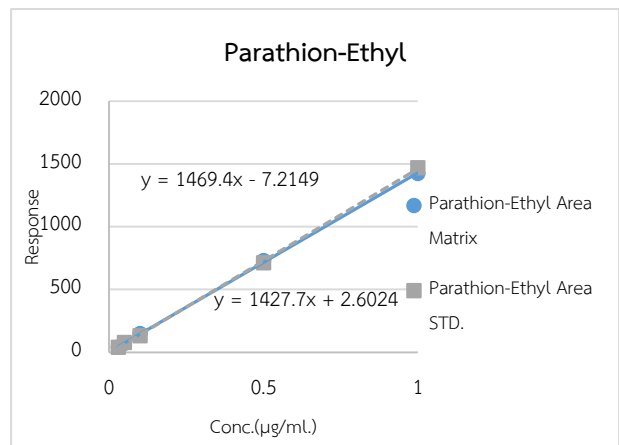
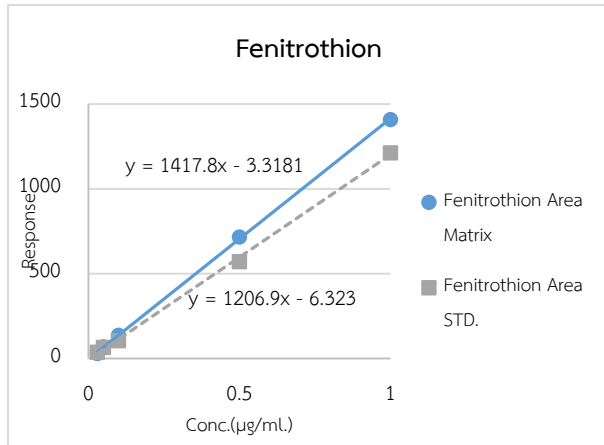
ภาพที่ 1 แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในชมพู



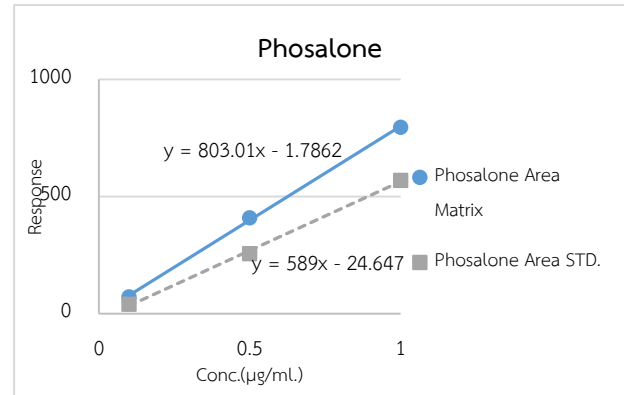
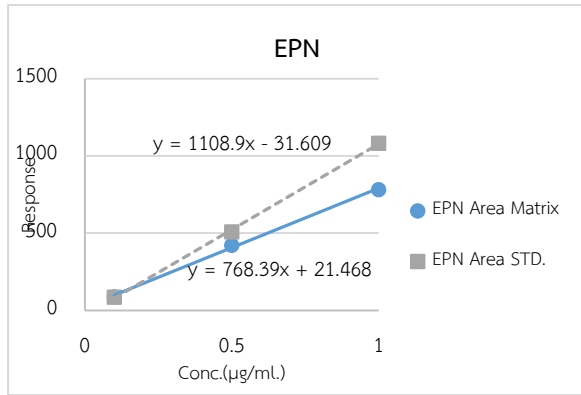
ภาพที่ 1 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ใน ชมพู่



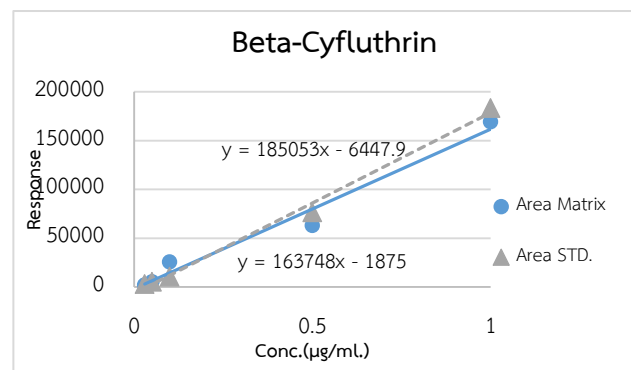
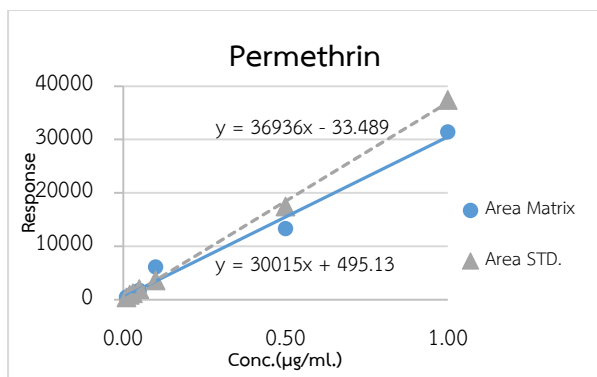
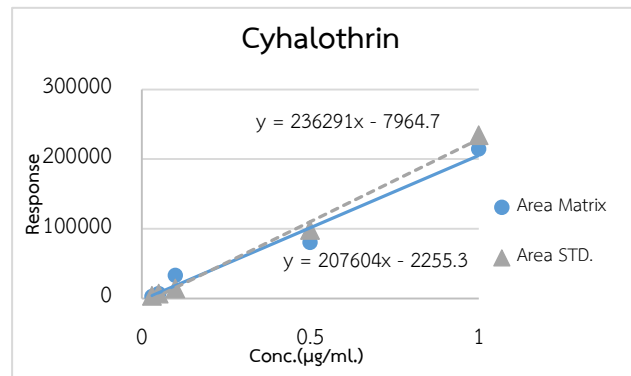
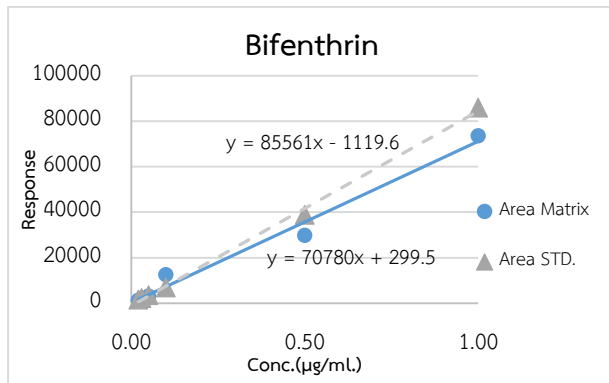
ภาพที่ 1 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ใน ชมพู่

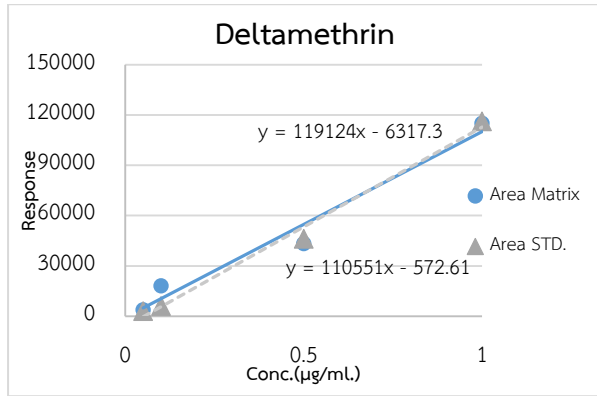
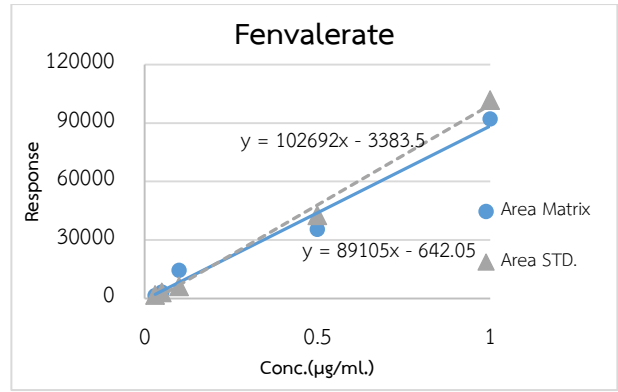
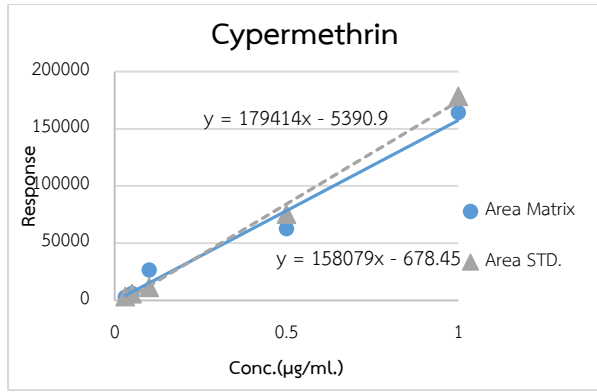


ภาพที่ 1 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในชมพู่



ภาพที่ 1 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ ใน Solvent และ Matrix ในชมพู่





ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 20 ชนิดในชมพู่

pesticides	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Range (mg/kg)	Linearity R ²	% Recovery							%RSD					HORRAT							%RPD		
					concentration(mg/kg)												concentration(mg/kg)									
					0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1		0.5	1
Dichlorvos	0.03	0.03	0.03-1	0.9997	120.06	83.65	85.66	88.17	86.78	83.67	77.88	1.19	22.52	27.91	29.44	14.08	18.57	2.53	0.06	1.15	1.52	1.74	0.92	1.51	0.23	4.56
Methamidophos	0.05	0.1	0.1-1	0.9978	296.29	170.63	150.68	130.71	101.15	102.58	77.89	5.48	5.03	6.46	5.56	4.92	5.02	3.16	0.31	0.29	0.38	0.35	0.33	0.42	0.29	30.21
Mevinphos	0.03	0.03	0.03-1	0.9999	124.10	127.07	89.45	109.58	103.72	108.05	84.10	5.05	5.94	8.11	8.02	2.84	4.14	2.76	0.25	0.32	0.45	0.49	0.19	0.34	0.25	14.53
Diazinon	0.02	0.02	0.02-1	0.9989	108.52	71.11	95.46	98.99	102.84	86.92	78.16	4.10	1.32	3.08	12.71	2.55	2.14	2.11	0.20	0.07	0.17	0.77	0.17	0.18	0.19	1.14
Dicrotophos	0.05	0.05	0.05-1	0.996	204.85	201.61	191.90	114.25	105.31	77.36	93.73	4.93	6.42	7.28	1.81	1.32	2.86	3.71	0.26	0.37	0.45	0.11	0.09	0.24	0.35	44.72
Monocrotophos	0.05	0.1	0.1-1	0.9978	384.82	301.30	226.11	125.52	107.07	75.80	100.24	6.67	5.50	4.82	5.00	6.08	2.77	5.76	0.33	0.34	0.30	0.31	0.41	0.24	0.55	83.00
Dimethoate	0.05	0.05	0.05-1	1	125.75	105.09	103.37	107.37	96.80	76.92	86.69	11.67	1.37	5.12	2.75	3.89	1.45	1.72	0.49	0.07	0.29	0.17	0.26	0.12	0.16	52.53
Pirimiphos- methyl	0.02	0.02	0.02-1	0.9996	76.73	72.83	81.46	80.50	83.76	74.88	75.11	3.84	2.85	2.61	6.66	0.83	1.35	1.38	0.15	0.14	0.14	0.39	0.05	0.11	0.12	-1.15
Chlorpyrifos	0.03	0.03	0.03-1	0.9987	77.33	73.12	81.14	73.85	73.70	86.44	72.40	5.34	4.31	4.53	3.43	1.57	2.54	3.72	0.21	0.22	0.25	0.20	0.10	0.21	0.34	-15.03
Parathion-methyl	0.05	0.05	0.05-1	0.9997	106.10	103.58	96.21	87.52	87.77	80.14	75.99	6.54	1.64	4.49	5.91	1.74	2.06	1.51	0.27	0.09	0.25	0.35	0.11	0.17	0.14	26.11
Pirimiphos-ethyl	0.02	0.02	0.02-1	0.9993	72.24	71.21	86.61	75.73	80.25	75.52	72.26	2.67	1.48	1.94	3.10	1.72	0.94	1.68	0.10	0.07	0.11	0.18	0.11	0.08	0.15	-6.93
Malathion	0.03	0.03	0.03-1	0.9995	107.72	81.51	101.53	98.85	97.09	83.97	82.89	5.93	8.72	3.27	3.06	2.33	0.95	1.26	0.24	0.44	0.18	0.18	0.16	0.08	0.12	26.69
Fenitrothion	0.03	0.03	0.03-1	0.9998	87.39	87.46	95.31	93.89	85.48	78.28	77.76	8.49	7.31	3.45	5.68	1.71	1.33	1.25	0.34	0.38	0.19	0.34	0.11	0.11	0.11	16.07
Parathion-ethyl	0.03	0.03	0.03-1	0.9998	98.97	89.86	91.28	85.43	86.69	83.86	73.90	6.42	3.51	1.46	1.36	2.07	1.44	1.72	0.26	0.18	0.08	0.08	0.14	0.12	0.16	-2.88
Methidathion	0.05	0.05	0.05-1	0.9999	116.06	113.17	131.81	103.24	95.31	79.97	82.72	2.41	4.05	5.49	3.46	1.17	0.95	1.69	0.10	0.22	0.32	0.21	0.08	0.08	0.16	43.30
Profenophos	0.05	0.05	0.05-1	0.9986	94.21	95.88	102.95	88.84	87.85	73.72	73.25	4.67	3.14	5.82	4.26	0.95	0.79	2.07	0.19	0.16	0.33	0.25	0.06	0.07	0.19	24.36
Ethion	0.02	0.02	0.02-1	0.9994	103.97	79.39	93.28	92.53	94.89	91.62	82.38	3.01	2.65	4.63	1.90	0.83	0.96	3.42	0.12	0.13	0.26	0.11	0.05	0.08	0.31	6.01
Triazophos	0.05	0.05	0.05-1	0.9991	104.47	94.68	110.51	94.88	90.60	83.67	74.89	5.65	4.68	2.00	3.65	2.35	0.77	2.95	0.23	0.24	0.11	0.22	0.16	0.06	0.27	16.03
EPN	0.1	0.1	0.1-1	0.9983	118.93	103.20	76.60	76.69	74.03	102.58	73.28	8.12	7.21	2.19	2.28	3.41	2.93	1.85	0.34	0.38	0.12	0.13	0.22	0.24	0.17	-36.28
Prosalone	0.1	0.1	0.1-1	0.9993	111.04	91.63	119.64	84.54	73.81	108.05	91.33	17.54	11.92	5.91	3.76	2.93	4.78	3.98	0.72	0.62	0.34	0.22	0.19	0.40	0.37	30.75

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ จำนวน 7 ชนิดในชมพู

pesticides	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Range (mg/kg)	Linearity R ²	% Recovery concentration(mg/kg)							%RSD						HORRAT concentration(mg/kg)						%RPD		
					0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1		0.5	1
					Bifenthrin	0.01	0.02	0.02-1	0.9994	133.54	118.06	93.4076	83.59	73.96	95.65	75.52	5.00	3.73	1.35	2.63	17.45	1.27	0.75		0.25	0.20
Cyhalothrin	0.01	0.03	0.03-1	0.999	191.92	174.04	116.162	94.40	79.24	105.30	85.46	2.59	1.83	4.67	1.49	7.87	1.93	0.92	0.14	0.10	0.27	0.09	0.51	0.17	0.08	-12.93
Permethrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9994	93.57	96.31	97.9152	100.79	77.73	97.79	74.03	10.68	4.85	2.33	1.87	15.67	1.03	0.96	0.50	0.25	0.13	0.11	1.01	0.09	0.09	-20.67
Bata-Cyfluthrin	0.01	0.03	0.03-1	0.9975	190.60	165.24	117.208	91.68	71.50	99.00	86.16	3.43	1.69	5.07	1.26	12.27	2.34	1.60	0.18	0.10	0.29	0.07	0.78	0.20	0.15	-12.22
Cypermethrin	0.01	0.03	0.03-1	0.9994	179.72	220.04	119.7	92.67	78.46	104.50	87.19	2.73	6.08	3.37	1.19	4.85	1.32	1.25	0.14	0.36	0.19	0.07	0.31	0.11	0.12	-12.64
Fenvalerate	0.01	0.03	0.03-1	0.9988	191.73	167.81	117.211	94.48	75.51	102.85	84.18	2.51	2.01	4.87	1.25	11.72	2.04	1.29	0.13	0.11	0.28	0.07	0.75	0.18	0.12	-14.17
Deltamethrin	0.01	0.05	0.03-1	0.9993	200.79	193.48	134.856	91.53	73.99	98.81	85.63	1.78	1.95	3.41	2.73	8.86	1.35	2.27	0.09	0.11	0.20	0.16	0.57	0.12	0.21	-7.47

ตารางที่ 8 การตรวจสอบ Range แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

Conc. (ppm)	Area									
	Dichlorvos	Methamidophos	Mevinphos	Diazinon	Dicrotophos	Monocrotophos	Dimethoate	Pirimiphos- methyl	Chlorpyriphos	Parathion- methyl
0.01	30.03	0.00	14.31	26.42	13.87	12.03	21.60	26.04	21.75	19.42
0.02	49.59	32.63	28.13	45.92	25.59	17.84	44.06	44.62	42.34	37.26
0.03	73.11	39.31	36.08	66.41	32.08	21.10	44.44	49.39	52.58	45.37
0.05	134.09	88.43	82.27	120.23	58.36	40.36	84.29	111.47	99.45	85.29
0.1	232.66	165.76	150.08	216.98	121.33	81.94	161.41	205.75	184.42	160.05
0.5	1246.26	982.95	813.47	1088.69	730.02	524.25	903.24	1046.74	963.81	883.68
1	2751.84	2209.10	1641.66	2305.78	1503.67	1062.66	1939.72	2223.01	2126.17	2051.14
R ²	0.9979	0.9974	0.9999	0.9993	0.9996	0.9996	0.9988	0.9999	0.998	0.9957

Conc. (ppm)	Area									
	Pirimiphos- ethyl	Malathion	Fenitrothion	Parathion- ethyl	Methidathion	Profenophos	Ethion	Triazophos	EPN	Prosalone
0.01	23.25	19.89	19.47	24.68	16.33	15.66	40.47	17.99	16.82	20.99
0.02	42.35	37.16	36.82	40.97	26.81	26.38	69.41	34.41	29.37	25.49
0.03	63.14	51.06	46.25	59.69	33.02	27.93	97.00	48.30	36.18	32.68
0.05	107.76	88.25	83.10	103.01	59.68	53.74	159.27	81.30	76.04	59.16
0.1	198.98	164.37	161.91	189.35	122.81	107.81	304.48	151.73	132.48	110.87
0.5	996.89	849.16	900.91	1017.85	657.53	615.49	1552.82	782.32	699.19	610.76
1	2116.85	1782.98	2095.14	2323.42	1466.35	1411.43	3383.38	1709.53	1624.33	1244.56
R ²	0.9992	0.9995	0.9956	0.9965	0.9976	0.9963	0.9984	0.9983	0.9956	0.9997

ตารางที่ 8 (ต่อ) การตรวจสอบ Range แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในถั่วฝักยาว

Conc. (ppm)	Area						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Bata-Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
0.01	1330.99	3365.81	1030.74	3159.79	2849.18	1218.71	2238.56
0.02	1927.16	5429.53	1400.90	5401.28	4520.21	2254.21	4603.04
0.03	3445.83	7901.28	1990.86	7884.40	7687.22	3959.42	8005.46
0.05	4189.37	13889.40	2489.98	10547.40	9865.31	6437.61	9549.23
0.1	7436.75	26846.00	4115.66	21077.60	18732.00	11920.60	21884.20
0.5	33434.70	135378.00	19132.90	108430.00	93476.90	60168.60	113135.00
1	74055.60	266483.00	40936.50	251860.00	197535.00	140092.00	245728.00
R ²	0.9972	0.9991	0.9983	0.9954	0.9991	0.9955	0.9985

ตารางที่ 9 การตรวจสอบ Linearity แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

Conc. (ppm)	Area(average)									
	Dichlorvos	Methamidophos	Mevinphos	Diazinon	Dicrotophos	Monocrotophos	Dimethoate	Pirimiphos- methyl	Chlorpyrifos	Parathion- methyl
0.01	28.72	0	15.29	26.37	14.25	11.64	21.86	26.23	21.88	19.77
0.02	50.20	31.73	29.72	46.58	24.02	16.68	43.74	45.23	42.08	36.93
0.03	73.74	38.35	33.51	66.19	32.16	19.74	43.87	56.30	52.78	44.57
0.05	133.56	88.50	81.82	119.62	57.61	39.47	84.76	106.69	95.61	84.56
0.1	229.68	164.67	155.38	217.41	122.33	83.375	163.76	203.71	182.23	158.42
0.5	1233.56	979.77	805.36	1089.8	720.44	522.81	909.88	1043.87	962.54	883.13
1	2795.01	2181.57	1659.36	2284.9	1605.17	1178.41	1991.62	2239.6	2128.82	2067.7
R ²	0.9968	0.9978	0.9998	0.9995	0.9977	0.9972	0.9982	0.9989	0.9979	0.9952

Conc. (ppm)	Area(average)									
	Pirimiphos- ethyl	Malathion	Fenitrothion	Parathion- ethyl	Methidathion	Profenophos	Ethion	Triazophos	EPN	Prosalone
0.01	23.15	20.02	18.97	24.96	16.70	15.69	40.26	18.13	15.60	19.90
0.02	42.96	36.84	37.53	43.08	26.77	26.55	69.42	34.01	29.42	25.78
0.03	63.65	49.48	46.47	59.92	31.98	28.23	96.77	45.80	38.95	32.62
0.05	107.21	88.33	85.35	103.37	58.93	54.66	157.14	81.18	73.43	59.20
0.1	196.97	164.35	161.28	190.61	122.01	108.34	305.83	151.52	133.20	111.89
0.5	994.42	843.26	908.47	1012.75	655.15	615.67	1548.96	785.45	694.32	607.67
1	2113.76	1785.57	2134.18	2311.95	1477.12	1434.13	3364.21	1701.06	1622.59	1259.31
R ²	0.9991	0.9993	0.9951	0.9965	0.9972	0.9955	0.9985	0.9987	0.9953	0.9996

ตารางที่ 9 (ต่อ) การตรวจสอบ Linearity แสดงพื้นที่ใต้กราฟในช่วงของการวัดของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0 ppm.
ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในถั่วฝักยาว

Conc. (ppm)	Area(average)						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Bata-Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
0.01	1330.98	3355.64	1028.47	3156.29	2832.03	1239.40	2233.44
0.02	1929.63	5343.24	1395.33	5005.57	4576.69	2227.11	4653.97
0.03	3458.16	8297.78	1990.75	8191.81	7643.96	3993.30	8010.35
0.05	4163.93	13684.03	2467.34	10933.07	9993.24	6476.44	10092.58
0.1	7408.91	26855.33	4128.52	21184.83	18690.50	11975.13	22022.07
0.5	32830.03	135086.33	19242.47	107484.33	92766.73	59492.37	113195.67
1	73764.80	250842.00	42498.03	251117.00	211063.00	139693.67	249007.67
R ²	0.997	0.999	0.997	0.995	0.996	0.995	0.998

ตารางที่ 10 แสดงค่า % recovery (เฉลี่ย 10 ซ้ำ) ค่า %RSD และค่า Horrat ratio ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

pesticides	% Recovery (average)							%RSD							HORRAT						
	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1
Dichlorvos	90.73	97.66	80.48	87.55	74.00	73.63	104.00	1.78	0.24	1.57	0.76	1.75	2.77	0.48	38.09	4.56	29.07	12.86	27.38	34.00	5.05
Methamidophos	0.00	130.79	108.92	110.29	74.75	78.88	101.00	0.00	0.36	0.27	0.22	0.34	0.57	1.10	0.00	6.55	4.69	3.63	5.23	6.95	11.00
Mevinphos	154.04	136.64	105.49	100.92	93.17	94.50	120.60	0.55	0.30	0.60	0.27	0.52	0.81	0.58	10.84	5.51	10.69	4.40	7.89	6.63	5.97
Diazinon	73.54	93.64	78.77	83.11	92.96	100.00	103.10	0.78	0.14	0.32	0.22	0.30	0.38	0.31	17.18	2.70	6.00	3.77	4.50	3.80	3.30
Dicrotophos	131.28	134.00	116.67	124.59	74.33	88.23	100.10	0.48	0.42	0.30	0.33	0.39	0.45	0.84	9.67	7.57	5.28	5.34	6.04	4.30	8.88
Monocrotophos	210.22	133.37	161.40	155.09	75.02	81.75	118.50	0.39	0.55	0.35	0.62	0.53	0.42	1.26	7.31	10.06	5.89	9.55	8.32	5.08	12.91
Dimethoate	120.97	111.08	110.93	105.42	73.32	82.52	96.10	0.47	0.17	0.20	0.27	0.30	0.28	0.61	9.57	3.21	3.44	4.41	4.63	3.36	6.53
Pirimiphos-methyl	82.69	96.58	91.48	85.05	91.52	100.91	100.40	0.38	0.28	0.35	0.23	0.26	0.18	0.31	8.33	5.34	6.26	3.98	3.96	2.16	3.31
Chlorpyrifos	79.74	91.20	83.70	79.10	83.76	92.81	100.50	0.80	0.34	0.32	0.24	0.28	0.27	0.26	17.43	6.49	5.97	4.07	4.26	3.15	2.84
Parathion-methyl	109.25	105.54	110.78	98.84	77.46	88.01	102.90	0.38	0.24	0.25	0.21	0.28	0.27	0.30	7.88	4.55	4.49	3.56	4.33	3.22	3.16
Pirimiphos-ethyl	87.52	102.36	88.33	84.54	92.81	100.00	103.30	0.67	0.29	0.31	0.26	0.26	0.18	0.27	14.43	5.57	5.71	4.37	4.00	2.11	2.89
Malathion	112.33	110.89	104.19	97.91	92.28	98.14	107.70	0.45	0.28	0.22	0.27	0.28	0.12	0.30	9.35	5.33	3.96	4.51	4.29	1.41	3.12
Fenitrothion	99.88	95.05	103.32	99.85	80.50	92.58	104.70	0.47	0.27	0.17	0.25	0.30	0.24	0.27	9.83	5.26	3.03	4.16	4.65	2.85	2.85
Parathion-ethyl	96.71	111.25	90.56	89.32	87.94	98.03	102.30	0.47	0.18	0.27	0.21	0.28	0.14	0.32	9.90	3.33	4.88	3.47	4.20	1.64	3.40
Methidathion	131.97	114.41	112.42	112.19	83.90	91.18	107.25	0.32	0.16	0.19	0.26	0.22	0.38	0.31	6.58	2.94	3.37	4.29	3.44	0.95	3.74
Profenophos	98.20	88.45	100.96	108.83	74.43	86.57	105.00	0.53	0.43	0.31	0.21	0.17	0.25	0.36	11.28	8.33	5.47	3.46	2.79	3.00	3.74
Ethion	78.54	109.96	93.81	91.81	97.21	105.50	106.40	0.93	0.14	0.42	0.29	0.26	0.15	0.30	20.31	2.66	7.65	4.89	3.92	1.81	3.20
Triazophos	93.65	104.71	109.84	103.00	92.73	102.38	107.20	0.51	0.28	0.17	0.26	0.30	0.14	0.20	10.91	5.32	2.97	4.23	4.59	3.99	2.14
EPN	112.35	101.39	89.83	86.31	83.10	96.08	98.70	0.68	0.38	0.31	0.17	0.42	0.24	0.28	14.09	7.18	5.55	2.91	6.38	2.84	2.95
Prosalone	63.36	105.20	113.14	108.25	79.89	96.72	106.50	2.30	0.23	0.22	0.25	0.29	0.24	0.32	51.99	4.34	3.78	4.14	4.60	2.88	3.39

ตารางที่ 10 (ต่อ) แสดงค่า % recovery (เฉลี่ย 10 ซ้ำ) ค่า %RSD และค่า Horrat ratio ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในถั่วฝักยาว

pesticides	% Recovery (average)							%RSD							HORRAT						
	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1
Bifenthrin	89.71	90.65	95.49	100.11	98.92	90.81	84.68	0.58	0.61	0.42	0.15	0.40	0.48	0.36	12.45	11.86	7.66	2.43	5.94	5.66	3.86
Cyhalothrin	81.37	83.95	94.23	85.85	99.07	98.71	90.24	0.54	0.78	0.53	0.83	0.78	0.73	1.69	11.69	15.20	9.59	14.05	11.72	8.60	18.10
Permethrin	88.94	94.18	110.20	108.71	95.52	103.46	95.65	0.47	0.66	0.19	0.33	0.38	0.28	0.46	10.15	12.73	3.38	5.32	5.70	3.31	4.91
Bata-Cyfluthrin	81.58	76.28	112.13	95.10	91.23	97.83	100.79	0.31	0.57	0.29	0.79	0.87	1.04	0.23	6.83	11.36	5.15	13.27	13.19	12.24	2.42
Cypermethrin	93.89	90.59	112.55	106.43	96.03	101.03	109.91	0.45	0.36	0.36	0.29	0.67	0.74	0.65	9.68	6.95	6.30	4.82	10.03	8.61	6.75
Fenvalerate	89.27	82.95	91.45	88.41	94.20	94.96	91.46	0.82	0.65	0.53	0.86	0.79	0.80	0.09	17.57	12.69	9.59	14.46	11.88	9.46	0.95
Deltamethrin	131.59	118.28	104.35	96.96	106.34	100.95	91.01	0.83	0.51	0.55	0.79	0.85	0.77	0.40	16.84	9.49	9.70	13.11	12.54	9.00	4.31

ตารางที่ 11 แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

Sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.01 เฉลี่ย (12 ซ้ำ)			
	Mevinphos	Diazinon	Pirimiphos-methyl	Ethion
1	2.4	3.90	2.8	3.3
2	2.8	4.1	2.8	3.4
3	2.9	3.8	2.9	3.4
4	2.5	3.6	2.9	3.6
5	4.0	4.0	2.8	3.4
6	3.8	4.4	3.0	3.5
7	3.0	4.0	3.2	3.1
8	3.4	4.0	2.6	3.1
9	3.1	4.1	3.2	3.5
10	3.6	4.1	3.2	3.6
11	3.9	4.1	3.2	3.5
12	2.4	3.8	2.9	3.4
average	3.2	4.0	3.0	3.5

ตารางที่ 11 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ในถั่วฝักยาว

sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.01 เกลี่ย (12 ซ้ำ)						
	Bifenthrin	Cyhalothrin	Permethrin	Bata-Cyfluthrin	Cypermethrin	Fenvalerate	Deltamethrin
1	19.0	43.3	3.3	4.4	4.6	5.9	80.9
2	26.2	52.0	3.8	5.1	5.3	6.2	79.9
3	21.3	48.6	3.5	5.5	5.5	5.9	80.8
4	21.7	48.1	4.3	6.5	6.4	7.1	76.3
5	14.4	40.0	3.1	5.6	5.2	6.4	111.8
6	7.2	23.8	3.2	5.9	5.3	6.7	60.8
7	6.9	23.0	2.1	4.1	3.8	4.6	71.1
8	25.1	47.1	3.0	4.1	4.1	4.7	51.1
9	16.3	41.0	3.0	4.6	4.6	5.2	71.2
10	22	43.2	2.8	4	4.0	4.4	56.6
11	6.5	19.3	2.1	3.6	3.5	3.9	65.4
12	8.9	24.6	2.2	4.0	3.7	4.6	72.4
average	16.3	37.8	3.0	4.8	4.7	5.5	73.2

ตารางที่ 11 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.02 เฉลี่ย (12 ซ้ำ)											
	Dichlorvos	Methamidophos	Dicrotophos	Dimethoate	Chlorpyrifos	Parathion-methyl	Pirimiphos-ethyl	Malathion	Fenitrothion	Parathion-ethyl	Methidathion	Triazophos
1	4.0	4.4	9.8	5.0	3.9	4.3	4.6	4.2	3.9	4.4	2.9	2.6
2	4.0	4.4	10.0	5.1	4.3	4.1	5.1	4.4	4.5	5.8	3.2	2.8
3	5.2	5.8	11.7	6.0	5.3	5.0	5.1	4.7	5.0	5.4	3.2	3.4
4	4.8	6.0	11.1	5.9	4.8	4.6	5.2	4.9	4.9	5.1	3.1	3.1
5	4.5	4.8	10.1	4.9	4.5	4.3	4.5	3.9	4.3	4.6	3.0	2.8
6	3.6	3.4	10.3	5.0	5.3	4.3	5.4	4.1	4.2	4.7	2.9	2.9
7	5.3	5.1	11.0	5.9	5.0	4.9	5.4	4.6	4.9	5.4	3.3	3.1
8	5.1	5.6	10.8	5.9	5.0	5.0	5.0	4.4	4.4	4.7	3.1	3.7
9	4.6	5.5	11.0	5.6	4.7	4.6	5.5	4.6	4.4	4.9	3.2	3.0
10	4.5	4.7	10.7	5.6	4.7	4.2	5.0	4.4	4.3	4.7	2.8	3.0
11	3.7	3.9	7.5	4.8	5.0	4.3	5.3	4.7	4.6	5.2	2.8	3.1
12	5.0	5.7	11.5	5.9	4.9	4.7	5.5	4.5	4.8	5.1	3.5	3.2
average	4.5	4.9	10.5	5.5	4.8	4.5	5.1	4.5	4.5	5.0	3.1	3.1

ตารางที่ 11 (ต่อ) แสดงค่า Signal/noise ratio ที่ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในถั่วฝักยาว

sample no	signal to noise ที่ ความเข้มข้น 0.03 เฉลี่ย (12 ซ้ำ)			signal to noise ที่ ความเข้มข้น
	Profenophos	EPN	Prosalone	0.05 เฉลี่ย (12 ซ้ำ)
1	5.8	5.2	4.6	2.1
2	3.9	5.1	3.6	3.1
3	2.9	3.4	2.7	3.4
4	2.9	3.4	2.6	2.6
5	3.2	3.1	2.5	3.2
6	2.9	3.0	2.9	2.8
7	2.9	3.3	2.5	2.7
8	3.4	3.1	2.6	3.4
9	3.3	3.6	3.0	3.1
10	3.5	4.2	3.1	3.2
11	3.1	3.5	2.9	4.0
12	3.1	3.2	2.8	3.3
average	3.4	3.7	3.0	3.1

ตารางที่ 12 แสดงค่าความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว

pesticide		Equation	slope	%RPD
Dichlorvos	matrix (ACN)	$y = 2723X$	2723	3.13
	solvent (EtOAc)	$y = 2639X$	2639	
Methamidophos	matrix (ACN)	$y = 2207x$	2207	-11.51
	solvent (EtOAc)	$y = 2476.5x$	2476.5	
Mevinphos	matrix (ACN)	$y = 1647x$	1647	3.45
	solvent (EtOAc)	$y = 1591.2x$	1591.2	
Diazinon	matrix (ACN)	$y = 2287.4X$	2287.4	7.01
	solvent (EtOAc)	$y = 2132.5X$	2132.5	
Dicrotophos	matrix (ACN)	$y = 1510.7X$	1510.7	-4.63
	solvent (EtOAc)	$y = 1582.3X$	1582.3	
Monocrotophos	matrix (ACN)	$y = 1070.8X$	1070.8	-15.68
	solvent (EtOAc)	$y = 1253.3X$	1253	
Dimethoate	matrix (ACN)	$y = 1929.5x$	1929.5	-11.13
	solvent (EtOAc)	$y = 2156.9X$	2156.9	
Pirimiphos-Methyl	matrix (ACN)	$y = 2209.5X$	2209.5	8.40
	solvent (EtOAc)	$y = 2031.3X$	2031.3	
Chlorpyriphos	matrix (ACN)	$y = 2105.3x$	2105.3	5.31
	solvent (EtOAc)	$y = 1996.3X$	1996.3	
Parathion-Methyl	matrix (ACN)	$y = 2025.3X$	2025.3	4.21
	solvent (EtOAc)	$y = 1941.7X$	1941.7	
Pirimiphos-Ethyl	matrix (ACN)	$y = 2099.5X$	2099.5	7.54
	solvent (EtOAc)	$y = 1947X$	1947	
Malathion	matrix (ACN)	$y = 1772.4X$	1772.4	5.19
	solvent (EtOAc)	$y = 1682.8X$	1682.8	
Fenitrothion	matrix (ACN)	$y = 2069.9X$	2069.9	8.65
	solvent (EtOAc)	$y = 1898.2X$	1898.2	
Parathion-Ethyl	matrix (ACN)	$y = 2293.9X$	2293.9	11.73
	solvent (EtOAc)	$y = 2039.8X$	2039.8	

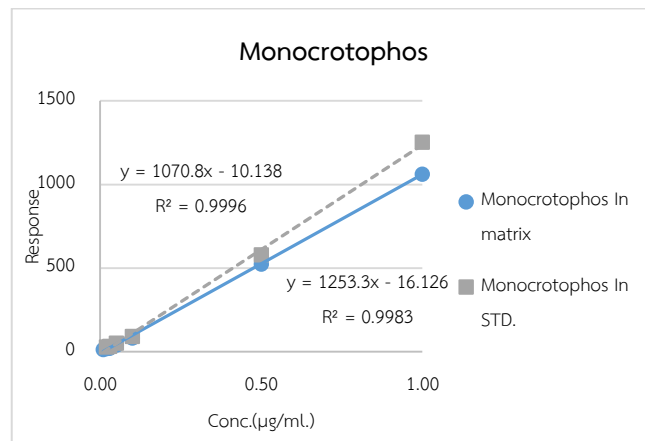
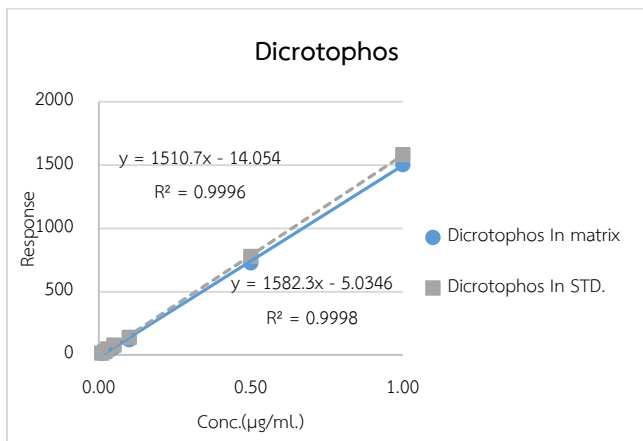
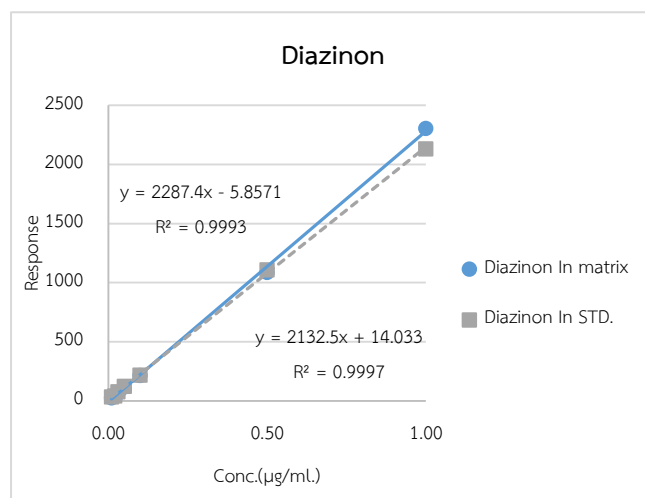
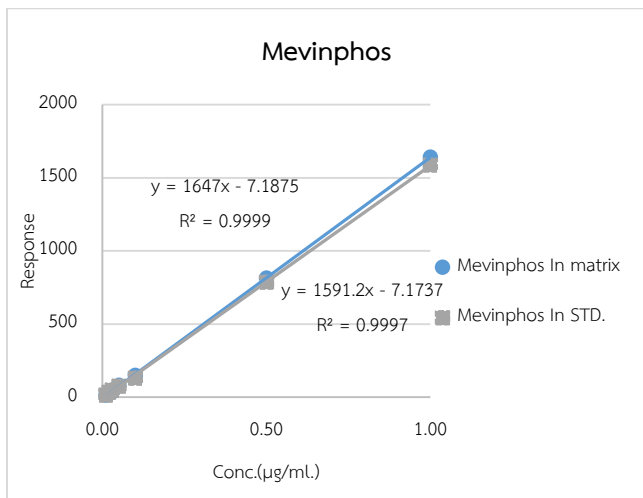
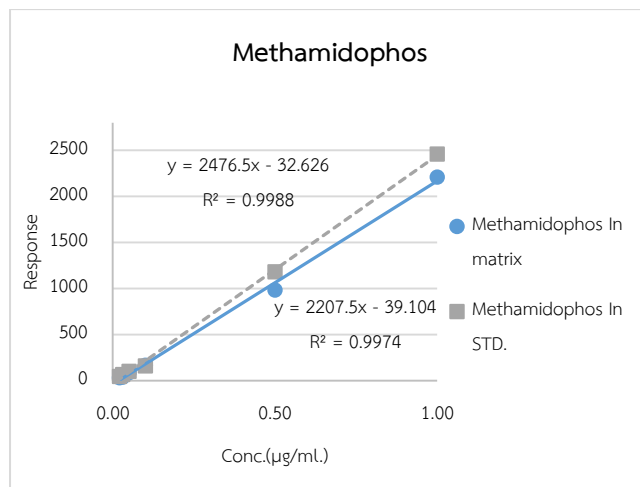
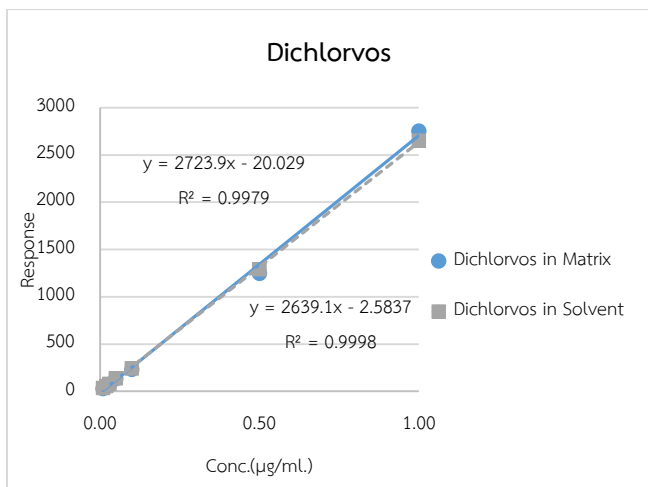
ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงค่าความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว

Pesticide		Equation	slope	%RPD
Methidathion	matrix (ACN)	$y = 1497.1X$	1497.1	6.06
	solvent (EtOAc)	$y = 1409X$	1409	
Profenophos	matrix (ACN)	$y = 1397.4X$	1397.4	2.73
	solvent (EtOAc)	$y = 1359.8X$	1359.8	
Ethion	matrix (ACN)	$y = 3348.3X$	3348.3	12.45
	solvent (EtOAc)	$y = 2955.8X$	2955.8	
Triazophos	matrix (ACN)	$y = 1692.3X$	1692.3	8.76
	solvent (EtOAc)	$y = 1550.2X$	1550.2	
EPN	matrix (ACN)	$y = 1600.3X$	1600.3	7.87
	solvent (EtOAc)	$y = 1479.1X$	1479.1	
Phosalone	matrix (ACN)	$y = 1242.8X$	1242.8	0.67
	solvent (EtOAc)	$y = 1234.5X$	1234.5	

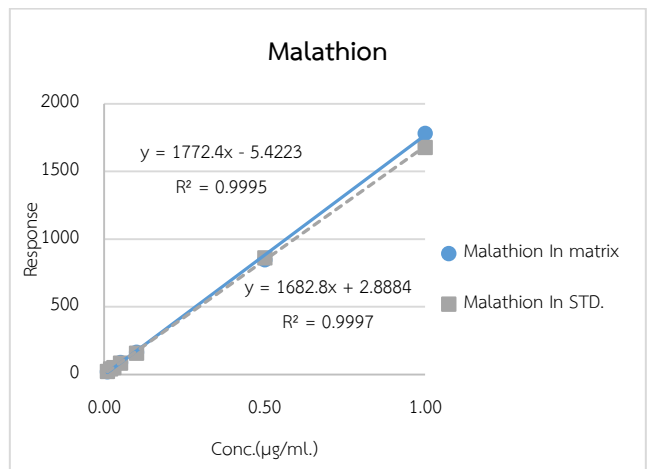
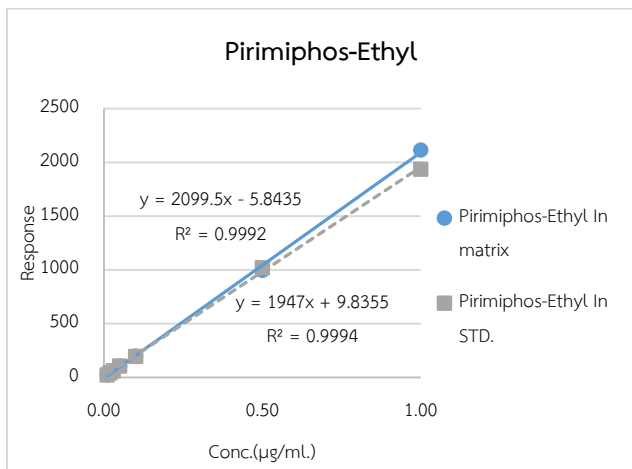
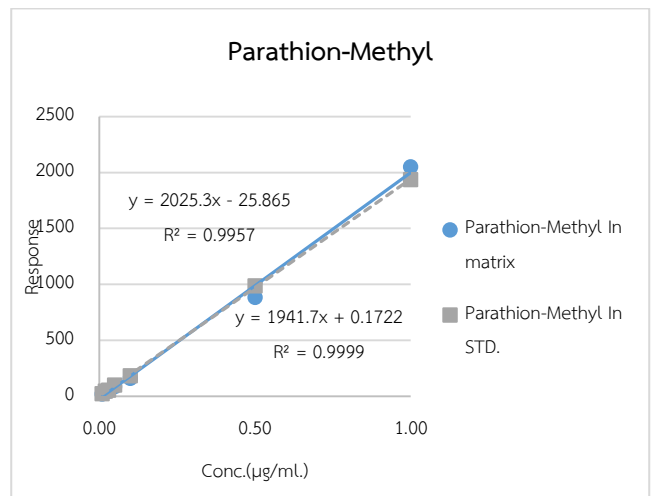
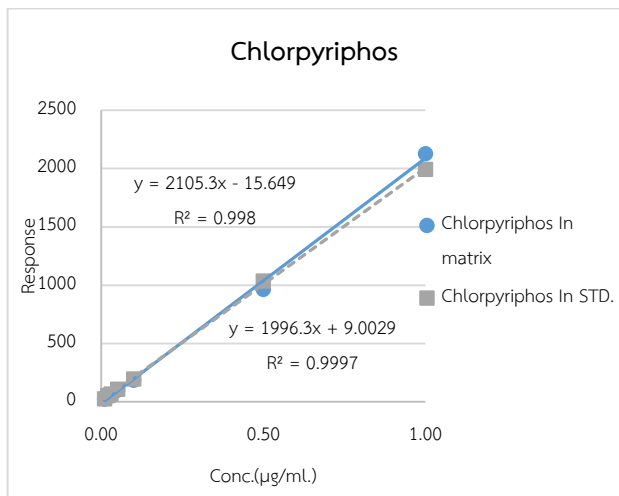
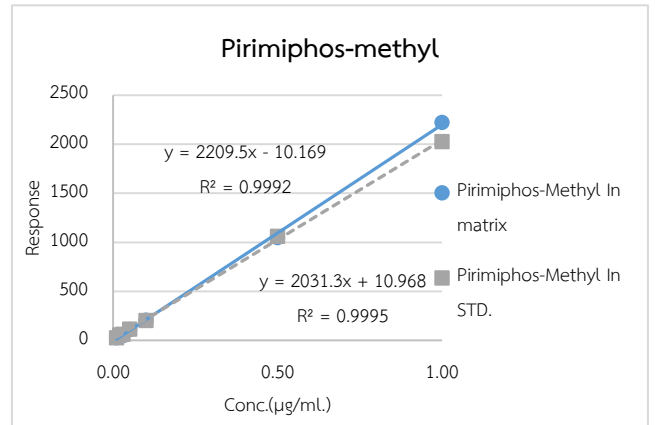
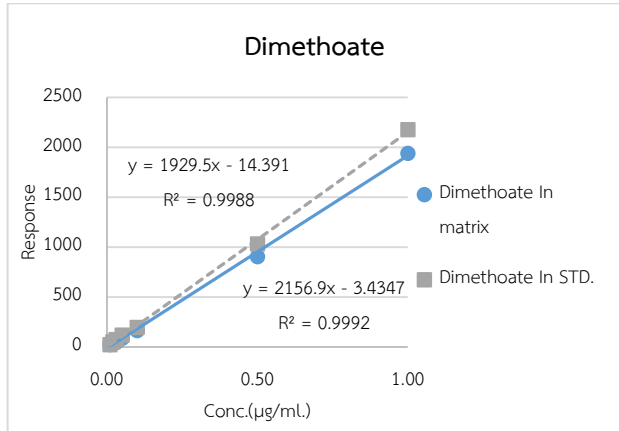
ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงค่าความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว

pesticide		Equation	slope	%RPD
Bifenthrin	matrix (ACN)	$y = 72261X$	72261	-22.38
	solvent (Hexane)	$y = 90472X$	90472	
Cyhalothrin	matrix (ACN)	$y = 266768x$	266768	-24.42
	solvent (Hexane)	$y = 340972x$	340972	
Permethrin	matrix (ACN)	$y = 39908x$	39908	-14.61
	solvent (Hexane)	$y = 46196x$	46196	
Beta-Cyfluthrin	matrix (ACN)	$y = 247384X$	247384	-3.83
	solvent (Hexane)	$y = 257045X$	257045	
Cypermethrin	matrix (ACN)	$y = 195274X$	195274	-11.22
	solvent (Hexane)	$y = 218495X$	218495	
Fenvalerate	matrix (ACN)	$y = 137851X$	137851	-10.66
	solvent (Hexane)	$y = 153371X$	153371	
Deltamethrin	matrix (ACN)	$y = 243857x$	243857	-6.88
	solvent (Hexane)	$y = 261235X$	261235	

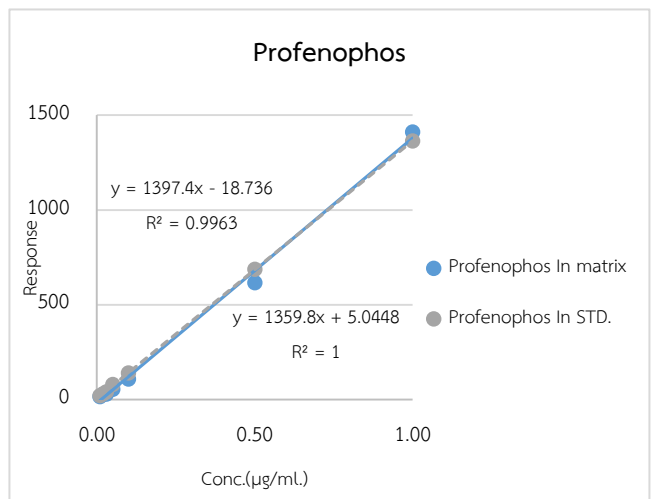
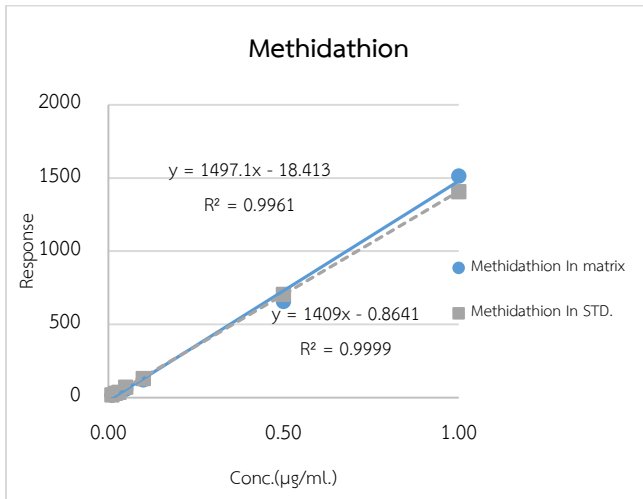
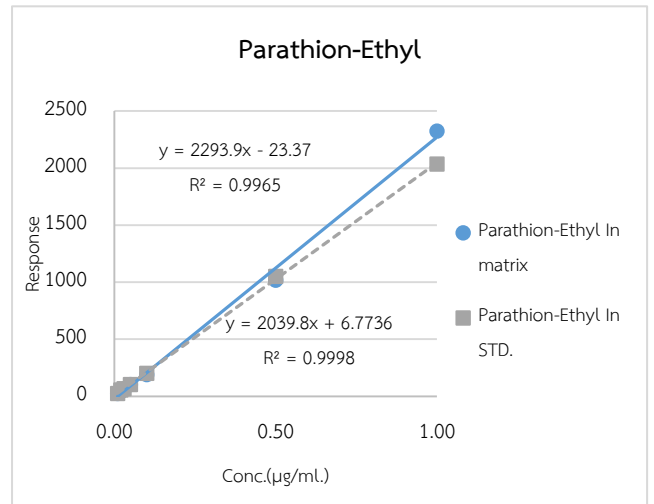
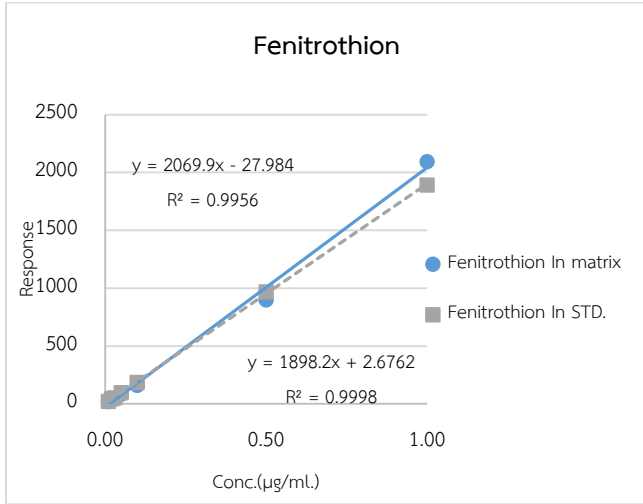
ภาพที่ 2 แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว



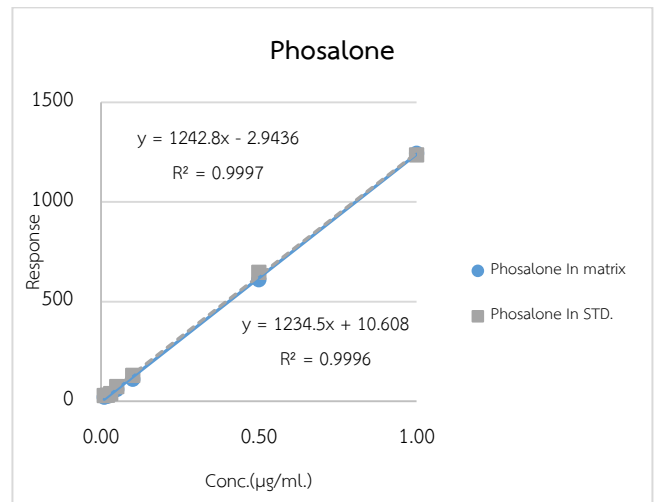
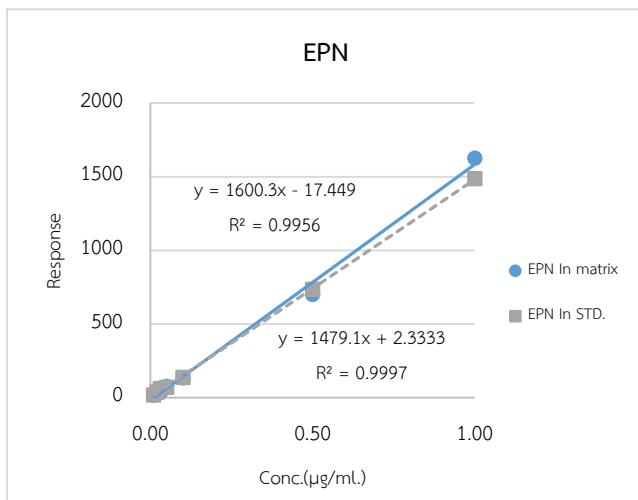
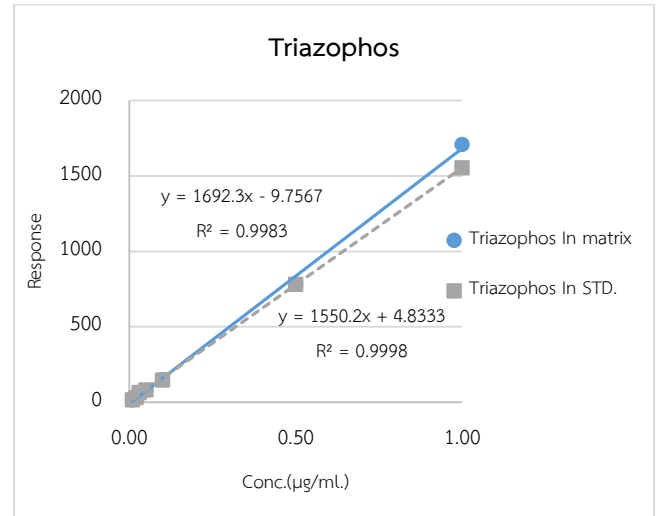
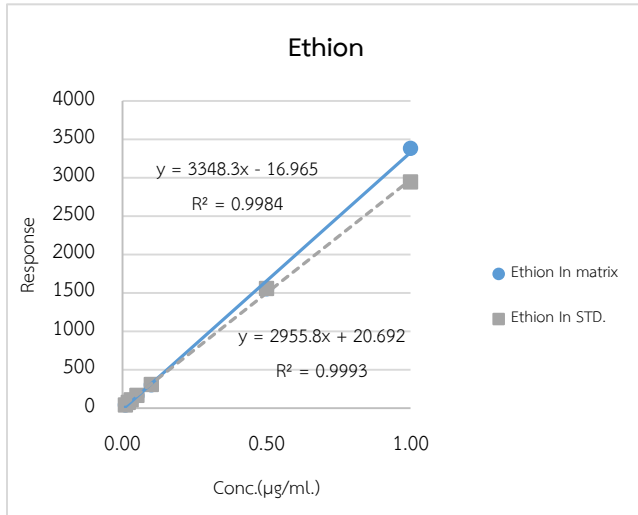
ภาพที่ 2 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว



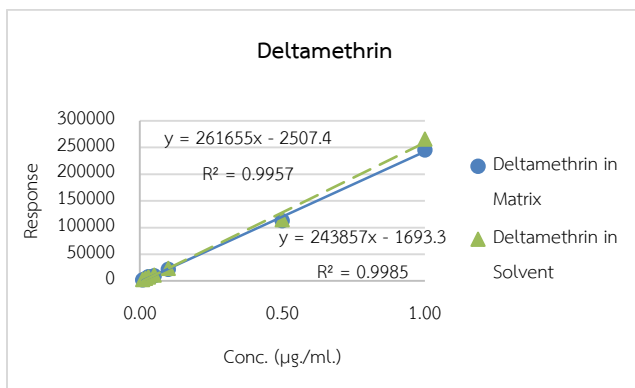
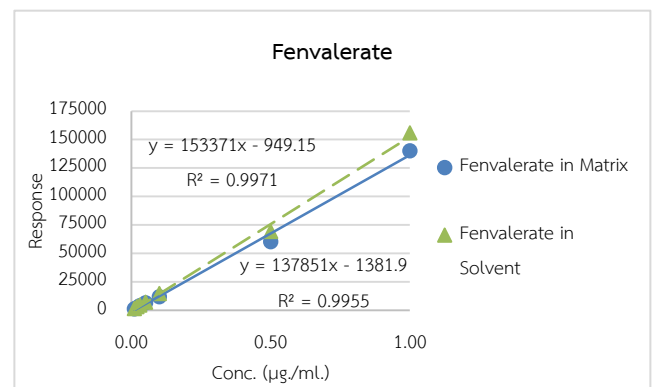
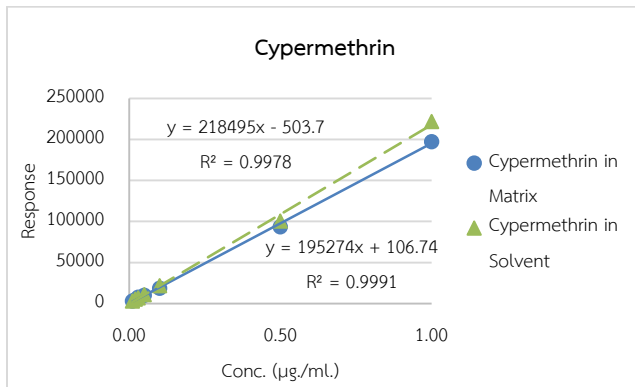
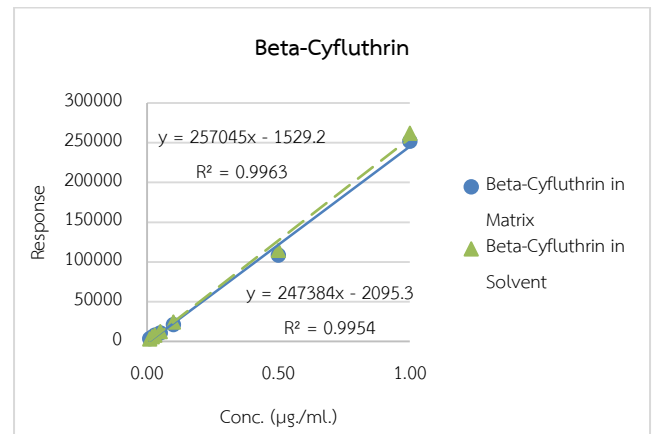
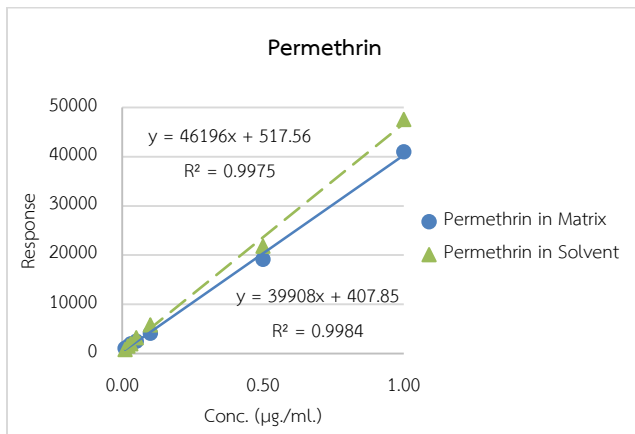
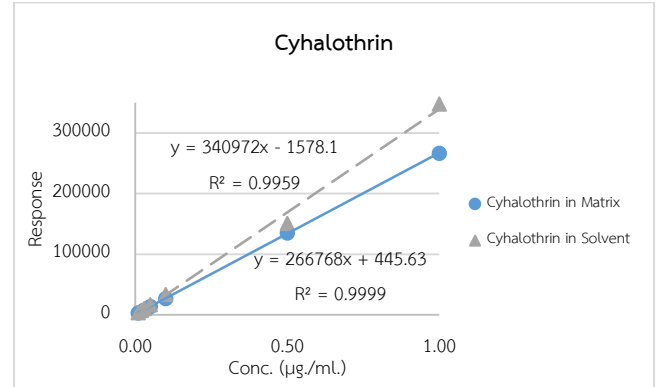
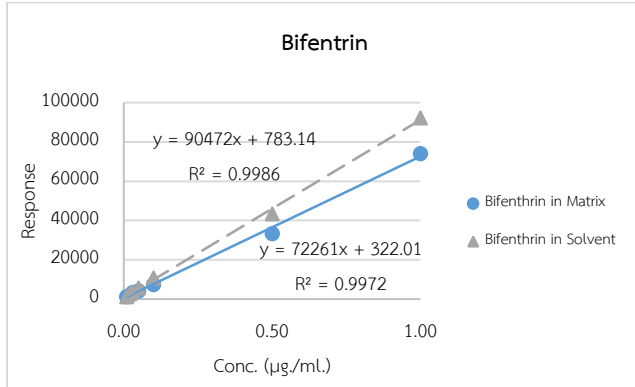
ภาพที่ 2 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว



ภาพที่ 2 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว



ภาพที่ 2 (ต่อ) แสดง Calibration curve ของสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ใน Solvent และ Matrix ในถั่วฝักยาว



ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 20 ชนิดในถั่วฝักยาว

pesticides	LOD	LOQ	Range	Linearity	% Recovery							%RSD						HORRAT						%RPD		
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	R ²	concentration(mg/kg)							concentration(mg/kg)						concentration(mg/kg)								
					0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1		0.5	1
Dichlorvos	0.02	0.02	0.02-1	0.9968	90.73	97.66	80.48	87.55	74.00	73.63	104.00	1.78	0.24	1.57	0.76	1.75	2.77	0.48	38.09	4.56	29.07	12.86	27.38	34.00	5.05	3.13
Methamidophos	0.02	0.03	0.02-1	0.9978	0.00	130.79	108.92	110.29	74.75	78.88	101.00	0.00	0.36	0.27	0.22	0.34	0.57	1.10	0.00	6.55	4.69	3.63	5.23	6.95	11.00	-11.51
Mevinphos	0.01	0.03	0.01-1	0.9998	154.04	136.64	105.49	100.92	93.17	94.50	120.60	0.55	0.30	0.60	0.27	0.52	0.81	0.58	10.84	5.51	10.69	4.40	7.89	6.63	5.97	3.45
Diazinon	0.01	0.01	0.01-1	0.9995	73.54	93.64	78.77	83.11	92.96	100.00	103.10	0.78	0.14	0.32	0.22	0.30	0.38	0.31	17.18	2.70	6.00	3.77	4.50	3.80	3.30	7.01
Dicrotophos	0.02	0.1	0.02-1	0.9977	131.28	134.00	116.67	124.59	74.33	88.23	100.10	0.48	0.42	0.30	0.33	0.39	0.45	0.84	9.67	7.57	5.28	5.34	6.04	4.30	8.88	-4.63
Monocrotophos	0.1	0.1	0.1-1	0.9972	210.22	133.37	161.40	155.09	75.02	81.75	118.50	0.39	0.55	0.35	0.62	0.53	0.42	1.26	7.31	10.06	5.89	9.55	8.32	5.08	12.91	-15.68
Dimethoate	0.02	0.02	0.02-1	0.9982	120.97	111.08	110.93	105.42	73.32	82.52	96.10	0.47	0.17	0.20	0.27	0.30	0.28	0.61	9.57	3.21	3.44	4.41	4.63	3.36	6.53	-11.13
Pirimiphos-methyl	0.01	0.01	0.01-1	0.9989	82.69	96.58	91.48	85.05	91.52	100.91	100.40	0.38	0.28	0.35	0.23	0.26	0.18	0.31	8.33	5.34	6.26	3.98	3.96	2.16	3.31	8.40
Chlorpyrifos	0.02	0.02	0.02-1	0.9979	79.74	91.20	83.70	79.10	83.76	92.81	100.50	0.80	0.34	0.32	0.24	0.28	0.27	0.26	17.43	6.49	5.97	4.07	4.26	3.15	2.84	5.31
Parathion-methyl	0.02	0.02	0.02-1	0.9952	109.25	105.54	110.78	98.84	77.46	88.01	102.90	0.38	0.24	0.25	0.21	0.28	0.27	0.30	7.88	4.55	4.49	3.56	4.33	3.22	3.16	4.21
Pirimiphos-ethyl	0.02	0.02	0.02-1	0.9991	87.52	102.36	88.33	84.54	92.81	100.00	103.30	0.67	0.29	0.31	0.26	0.26	0.18	0.27	14.43	5.57	5.71	4.37	4.00	2.11	2.89	7.54
Malathion	0.02	0.02	0.02-1	0.9993	112.33	110.89	104.19	97.91	92.28	98.14	107.70	0.45	0.28	0.22	0.27	0.28	0.12	0.30	9.35	5.33	3.96	4.51	4.29	1.41	3.12	5.19
Fenitrothion	0.02	0.02	0.02-1	0.9951	99.88	95.05	103.32	99.85	80.50	92.58	104.70	0.47	0.27	0.17	0.25	0.30	0.24	0.27	9.83	5.26	3.03	4.16	4.65	2.85	2.85	8.65
Parathion-ethyl	0.02	0.02	0.02-1	0.9965	96.71	111.25	90.56	89.32	87.94	98.03	102.30	0.47	0.18	0.27	0.21	0.28	0.14	0.32	9.90	3.33	4.88	3.47	4.20	1.64	3.40	11.73
Methidathion	0.02	0.02	0.02-1	0.9972	131.97	114.41	112.42	112.19	83.90	91.18	107.25	0.32	0.16	0.19	0.26	0.22	0.38	0.31	6.58	2.94	3.37	4.29	3.44	0.95	3.74	6.06
Profenophos	0.03	0.03	0.03-1	0.9955	98.20	88.45	100.96	108.83	74.43	86.57	105.00	0.53	0.43	0.31	0.21	0.17	0.25	0.36	11.28	8.33	5.47	3.46	2.79	3.00	3.74	2.73
Ethion	0.01	0.02	0.01-1	0.9985	78.54	109.96	93.81	91.81	97.21	105.50	106.40	0.93	0.14	0.42	0.29	0.26	0.15	0.30	20.31	2.66	7.65	4.89	3.92	1.81	3.20	12.75
Triazophos	0.02	0.02	0.02-1	0.9987	93.65	104.71	109.84	103.00	92.73	102.38	107.20	0.51	0.28	0.17	0.26	0.30	0.14	0.20	10.91	5.32	2.97	4.23	4.59	3.99	2.14	8.76
EPN	0.03	0.03	0.03-1	0.9953	112.35	101.39	89.83	86.31	83.10	96.08	98.70	0.68	0.38	0.31	0.17	0.42	0.24	0.28	14.09	7.18	5.55	2.91	6.38	2.84	2.95	7.87
Prosalone	0.02	0.02	0.02-1	0.9996	63.36	105.20	113.14	108.25	79.89	96.72	106.50	2.30	0.23	0.22	0.25	0.29	0.24	0.32	51.99	4.34	3.78	4.14	4.60	2.88	3.39	0.67

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ จำนวน 7 ชนิดในถั่วฝักยาว

pesticides	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Range (mg/kg)	Linearity R ²	% Recovery							%RSD						HORRAT						%RPD		
					concentration(mg/kg)							concentration(mg/kg)														
					0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.5	1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1		0.5	1
Bifenthrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9965	89.71	90.65	95.49	100.11	98.92	90.81	84.68	0.58	0.61	0.42	0.15	0.40	0.48	0.36	12.45	11.86	7.66	2.43	5.94	5.66	3.86	-22.38
Cyhalothrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9988	81.37	83.95	94.23	85.85	99.07	98.71	90.24	0.54	0.78	0.53	0.83	0.78	0.73	1.69	11.69	15.20	9.59	14.05	11.72	8.60	18.10	-24.42
Permethrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9971	88.94	94.18	110.20	108.71	95.52	103.46	95.65	0.47	0.66	0.19	0.33	0.38	0.28	0.46	10.15	12.73	3.38	5.32	5.70	3.31	4.91	-14.61
Bata-Cyfluthrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9951	81.58	76.28	112.13	95.10	91.23	97.83	100.79	0.31	0.57	0.29	0.79	0.87	1.04	0.23	6.83	11.36	5.15	13.27	13.19	12.24	2.42	-3.83
Cypermethrin	0.01	0.01	0.01-1	0.9964	93.89	90.59	112.55	106.43	96.03	101.03	109.91	0.45	0.36	0.36	0.29	0.67	0.74	0.65	9.68	6.95	6.30	4.82	10.03	8.61	6.75	-11.22
Fenvalerate	0.01	0.01	0.01-1	0.995	89.27	82.95	91.45	88.41	94.20	94.96	91.46	0.82	0.65	0.53	0.86	0.79	0.80	0.09	17.57	12.69	9.59	14.46	11.88	9.46	0.95	-10.66
Deltamethrin	0.02	0.02	0.02-1	0.9981	131.59	118.28	104.35	96.96	106.34	100.95	91.01	0.83	0.51	0.55	0.79	0.85	0.77	0.40	16.84	9.49	9.70	13.11	12.54	9.00	4.31	-6.88