

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย : การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้อง แม่นยำตามมาตรฐานสากล
  - กิจกรรมที่ 1 : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง
  - กิจกรรมย่อยที่ 1.2 : การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง อัลดีคาร์บเมทอลคาร์บพีโนบูคาร์บ ไอโซโพรคาร์บและโพรมีคาร์บ ในมะม่วง  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Method Validation of Pesticide RescideusAldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb and Promecarb in Mango
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง : กัญญารัตน์ เต็มปิยพล สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5  
ผู้ร่วมงาน : มณฑาทิพย์ อรุณวารกรณ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5  
จิราภา เมืองคล้าย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
5. บทคัดย่อ

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต 5 ชนิด ได้แก่ Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb and Promecarb ใน มะ ม ่วง โดย ใช้วิธี ประ ยุ ก ต์ ของ Steinwandter (1985) เมื่อทำการทดสอบค่า range, linearity, accuracy, precision, LOQ และ LOD ของสารทั้งห้าชนิดพบว่าวิธีการทดสอบที่ใช้มีช่วงของการทดสอบสารทั้งห้าชนิดเท่ากับ 0.05–2ppm ภายในช่วงทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารกับพื้นที่ใต้กราฟเป็นเส้นตรงมีค่า correlation coefficient อยู่ระหว่าง 0.996–0.998 สารทุกชนิดที่ทดสอบมีค่า มีค่า LOD เท่ากับ 0.03ppm LOQ เท่ากับ 0.05ppm ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 ppm ค่า accuracy ผ่านเกณฑ์กำหนดของ Codex และค่า precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีประยุกต์ของ Steinwandter (1985) ใช้ตรวจวิเคราะห์สารที่ทดสอบทั้งห้าชนิดในมะม่วงได้อย่างถูกต้องและแม่นยำในช่วงของการทดสอบ 0.05–2ppm

A validation study was conducted on multi-residue method for determination of 5 pesticide residues Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb and Promecarb in Mango. This method was modified from Steinwandter H. 1985 was validated according to the method validation guideline of the Department of the Medical Science; Linearity,  $r^2$  of calibration curves, instrument limit of detection/quantitation (LOD/LOQ), accuracy and precision were evaluated. Good linearity (at least  $r(2) > \text{or} = 0.995$ ) of the calibration curves was obtained over the range from 0.05 – 2 ppm. Instrument LOD values of all 5 residues were 0.03 ppm. The accuracy,

precision and method LOQ were determined via recovery experiments, spiking mango at 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 ppm ,ten replicates per level.Method LOQ values were 0.05 ppm.The accuracy met the acceptability criteria of CODEX recovery and the precision were pass HORRAT ratio(< or =2).

## 6. คำนำ

ในปัจจุบันมีการติดต่อซื้อขายสินค้าระหว่างประเทศกันเพิ่มมากขึ้น ประเทศคู่ค้า เช่น สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น จะให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของผลิตผลที่จะนำเข้าสู่ประเทศค่อนข้างสูง โดยสินค้าเกษตรเพื่อการบริโภคที่จะนำเข้าสู่ประเทศคู่ค้าจะต้องมีสารตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่ประเทศนั้น ๆ เป็นผู้กำหนด ดังนั้นระบบการผลิตพืชที่ถูกต้องและเหมาะสม การตรวจรับรองคุณภาพสินค้าที่ได้มาตรฐานจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตผลเกษตรที่ปลอดภัยและได้รับการยอมรับจากประเทศคู่ค้ามาตรฐาน ISO/IEC 17025 เป็นมาตรฐานหนึ่งที่ใช้สำหรับให้การรับรองห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ดังนั้นห้องปฏิบัติการที่ทำการวิเคราะห์ผลิตผลเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ก็จะได้รับความสะดวกในผลการวิเคราะห์ด้วย การตรวจ สอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์เป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติเมื่อต้องการขอการรับรอง(สรรรค์, 2551) ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 ด้านการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 5 ชนิด ในมะม่วง จึงดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตเพื่อใช้ประโยชน์ในการขยายขอบข่ายการขอการรับรองห้องปฏิบัติการตามวิธีการตรวจสอบความใช้ได้ทางเคมี(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2549) เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวมีความถูกต้องและแม่นยำและเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask ขนาด 5 มิลลิลิตร, Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร , cylinder ขนาด 50 มิลลิลิตร, round bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร, volumetric pipette ขนาด 1, 2, 3, 4, 5 มิลลิลิตร, auto pipette ขนาด 20 – 1,000ไมโครลิตร, GC vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

2. เครื่องมือ ได้แก่เครื่องชั่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PB 303-S, AG 285, food processor ยี่ห้อ robot coupe รุ่น R 201 Ultra E, homogenizer ยี่ห้อ IKA รุ่น T-25 basic, rotary vacuum evaporator ยี่ห้อ Buchi รุ่น R-114, furnace, hot air oven, เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Gas Chromatograph ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP-6890 หัวตรวจชนิดNitrogen-Phosphorous Detector (NPD) สำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม Carbamate

### 3. สารเคมีและวัสดุ

3.1 สารพิษมาตรฐาน (Pesticide standard) กลุ่มCarbamate 5 ชนิด ได้แก่ Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, IsoprocabและPromecarb

3.2 สารเคมี ได้แก่ acetone AR grade , dichloromethane AR grade, ethyl acetate PR grade, sodium sulfate ชนิด anhydrous, granular ขนาด 10-60 mesh, PR grade และ sodium chloride ชนิด crystal, AR grade

### 3.5 วัสดุได้แก่สารที่ผ่านการฉีดล้างด้วย acetone AR grade แล้วผึ่งให้แห้ง

#### วิธีดำเนินการ

1. สอบเทียบเครื่องมือและเครื่องแก้วที่มีผลต่อการวิเคราะห์
2. คัดเลือกวิธีวิเคราะห์ซึ่งได้แก่วิธี ประยุกต์ของSteinwandter (1985) ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้
  - 2.1 นำตัวอย่างที่ชั่ง  $25 \pm 0.1$  g เติม acetone 50ml แล้วปั่นด้วยhomogenizer ที่ระดับ ความเร็ว ประมาณ 13,000 rpm นาน 1 นาที
  - 2.2 เติม sodium chloride ประมาณ 8 g และ dichloromethane 40 ml แล้วปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที
  - 2.3 รินส่วนใสใส่ Erlenmeyer flask ที่เติม sodium sulfatc ไว้ประมาณ 1 ซ้อนโต๊ะปิดฝาแล้วทิ้งไว้ ประมาณ 10 นาที
  - 2.4 กรองผ่าน sodiumsulfate ให้ได้ 50 ml ใส่ใน cylinder แล้วถ่ายลง round bottom flask
  - 2.5 ล้าง cylinder ด้วย ethyl acetate ประมาณ10 ml 2ครั้ง นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ให้เหลือประมาณ 1 ml
  - 2.6 ถ่ายสารละลายใส่ใน volumetric flask ขนาด 5 ml โดยใช้ ethyl acetate pesticide grade ปรับปริมาตรให้ได้ 5 mlเขย่าให้เข้ากัน
  - 2.7 แบ่งสารละลายตัวอย่างลงใน auto sampler vial สำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC หัวตรวจวัดชนิด NPD
3. จัดทำ sample blank ซึ่งได้แก่มะม่วงที่ไม่มีสารที่ต้องการทดสอบและจัดทำสารมาตรฐานที่ต้องการ ทดสอบทั้ง 5 ชนิด
  4. ตรวจสอบค่า range, linearity, accuracy, precision, LOQ และ LOD ของวิธีทดสอบ
    - 4.1 การหา Rangeทดสอบ reagent blank และ fortified sample blank อย่างน้อย 6 ความเข้มข้นๆละ1 ซ้ำ Plot graph ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample blank (แกน x) กับ response (แกน Y) พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง
    - 4.2 การหา Linearity ทดสอบ reagent blank และ fortified sample blank ที่ความเข้มข้นภายใน Range ของการทดสอบ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ Plot graph ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample blank (แกน x)กับ response (แกน Y) คำนวณหา Correlation coefficient (r), เกณฑ์การยอมรับ  $\geq 0.995$
    - 4.3 การหา Accuracy ทดสอบ reagent blank , sample blank และ fortified sample ที่ระดับ ความเข้มข้นภายใน ช่วง การทดสอบไม่น้อยกว่า 3 ระดับความเข้มข้น ( Low , Medium, High) อย่างน้อยความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบที่หักค่า reagent blank ของ sample blank( $x_1$ ) และ fortified sample( $x_2$ ) ประเมิน Accuracy จากค่า% Recovery ใช้เกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex (ตารางที่ 1)
$$\% \text{ Recovery} = \frac{X_2 - X_1}{C} \times 100$$
 , โดยที่ C = ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมลงในตัวอย่าง
    - 4.4 ตรวจสอบ precision ทดสอบ reagent blank , sample blank และ fortified sample ที่ ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการทดสอบ 3 ระดับความเข้มข้น (low, Medium, High) อย่างน้อยความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ บันทึกผลการทดสอบ คำนวณค่าเฉลี่ย % RSD และHORRAT ( Horwitz' s ratio ) ของผลการทดสอบ ประเมิน precision โดยใช้ HORRAT ( Horwitz' s ratio )  $\leq 2$   
Predicted Horwitz RSD คำนวณได้จาก Horwitz equation Repeatability:  $RSD = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)}$   
HORRAT ( Horwitz' s ratio ) = % RSD จากการทดลอง

## Predicted Horwitz RSD

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

$\bar{X}$

4.5 การหาค่า LOD วิเคราะห์ Fortified sample blank หรือ Fortified Sample ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ อย่างน้อย 10 ซ้ำยืนยันค่า LOD จาก Signal/noise ของแต่ละสาร  $\geq 3$  ค่า LOD = ความเข้มข้นที่วิเคราะห์

4.6 การหาค่า LOQ เตรียม Fortified sample blank หรือ Fortified Sample ที่มีความเข้มข้นต่ำตามที่ต้องการวิเคราะห์ Fortified sample blank หรือ Fortified Sample อย่างน้อย 10 ซ้ำคำนวณค่า accuracy และ precision เหนือการยอมรับ ต้องผ่านการประเมิน accuracy และ precision ตามข้อ 4.3 และ 4.4

## เวลาและสถานที่ดำเนินการ

1 ตุลาคม 2555 – 30 กันยายน 2556 กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต 5 ชนิด ได้แก่ Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb และ Promecarb ในมะม่วง โดยใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter (1985) เมื่อทำการทดสอบค่าค่า range, linearity, accuracy, precision, LOQ และ LOD ของสารทั้ง 5 ชนิดพบว่า

1. ค่า Range เมื่อทำการทดสอบสารทั้งห้าชนิดที่ความเข้มข้นระหว่าง 0.03-2.0 ppm โดยแบ่งเป็น 6 ระดับความเข้มข้นเพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างพื้นที่ใต้กราฟที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าเมื่อพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นพบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงมีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร (ตารางที่ 2)

2. ค่า Linearity ทำการหาความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างพื้นที่ใต้กราฟที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ภายใน Range ที่ 5 ระดับความเข้มข้นๆ ละ 3 ซ้ำ ที่ความเข้มข้นระหว่าง 0.05-2.0 ppm พบว่าเมื่อพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นของสารที่ทดสอบทั้ง 5 ชนิดแล้วได้กราฟเส้นตรง มีค่า correlation coefficient  $\geq 0.995$  ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 3)

3. ค่า Accuracy เมื่อทดสอบของสารทั้ง 5 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูงเพื่อหาค่า Accuracy จาก % recovery พบว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (0.05 ppm) มีค่า % recovery อยู่ระหว่าง 72 - 119% ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนด โดยทั่วไปของ Codex ที่กำหนดให้ % recovery อยู่ระหว่าง 70 - 120% ส่วนที่ระดับความเข้มข้นปานกลาง (0.5 ppm) และที่ความเข้มข้นสูง (2 ppm) มีค่า % recovery อยู่ระหว่าง 80 - 110% และ 72 - 108% ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดให้ % recovery อยู่ระหว่าง 70 - 110% (ตารางที่ 4 - 6)

4. ค่า Precision ทดสอบค่า Precision จากค่า Horrat ratio  $< 2$  เมื่อทดสอบของสารทั้งสิบชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง (0.01, 0.1 และ 2.0 ppm) พบว่าสารที่ทดสอบทั้งสิบชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง มีค่า Horrat ratio  $< 2$  ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนด (ตารางที่ 4 - 6)

5. ค่า LOD จากการทดสอบหาค่า LOD ของสารทั้ง 5 ชนิดพบว่า มีอัตราส่วนระหว่าง signals/noise ที่ความเข้มข้น 0.03ppm มากกว่า 3 จึงมีค่า LOD เท่ากับ 0.03ppm (ตารางที่ 7)

6. ค่า LOQ จากการทดสอบหาค่า LOQ ของสารทั้ง 5 ชนิดพบว่า ทุกสารมีค่า LOQ เท่ากับ 0.05ppm โดยที่ความเข้มข้น 0.05ppm สารทุกชนิดมีอัตราส่วนระหว่าง signals/noise มากกว่า 3 มี Accuracy (% Recovery ระหว่าง 72 - 119%) และมีPrecision (ค่า Horrat ratio < 2)(ตาราง 4)

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต 5 ชนิด ได้แก่ Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb และ Promecarb ในมะม่วงโดยใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter (1985) เมื่อทำการทดสอบค่า range, linearity, accuracy, precision, LOQ และ LOD ของสารทั้ง 5 ชนิดพบว่า วิธีการทดสอบที่ใช้มีความถูกต้องและแม่นยำโดยมีช่วงของการทดสอบสารทั้งสิบชนิดเท่ากับ 0.05– 2 ppm ภายในช่วงทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารกับพื้นที่ใต้กราฟเป็นเส้นตรงมีค่า correlation coefficient อยู่ระหว่าง 0.996– 0.998 สารทุกชนิด มีค่า LOD เท่ากับ 0.03 ppm มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 ppm (ตารางที่ 8) แสดงให้เห็นว่าวิธีประยุกต์ของ Steinwandter (1985) เหมาะกับการตรวจวิเคราะห์สารที่ทดสอบทั้ง 5 ชนิดในมะม่วงในช่วงใช้งานที่ 0.05– 2 ppm ซึ่งวิธีการสกัดสารที่ทดสอบนี้ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและสามารถใช้ทดสอบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสได้ด้วย ต่อไปอาจทดลองใช้วิธีทดสอบนี้ทำการทดสอบสารชนิดอื่นๆ หรือพืชชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับมะม่วง ว่าสามารถวิเคราะห์ผลได้ถูกต้อง แม่นยำหรือไม่ต่อไป

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกิดความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ว่าผลวิเคราะห์ที่ได้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ
2. นำผลการวิจัยไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการยื่นขอขยายขอบข่ายการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ตาม ISO/IEC 17025:2005

## 11. เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2549. *แนวปฏิบัติการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีโดย*

*ห้องปฏิบัติการเดียว (A Practical Guide for Single Laboratory Method Validation of Chemical Method)*. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 124 หน้า.

สรรรถ จิตรไคร์ครวญ. 2551. *ข้อกำหนด ISO/IEC 17025*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม – สัมมนาวิชาการ. วันที่ 15 – 16 กรกฎาคม 2551. สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 113 หน้า.

Steinwandter H. 1985. Univer 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. *Fresenius Z Anal. Chem.* 322:752-754

## 12. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดง Analyte recovery ของสารตกค้างจากยาฆ่าแมลงและยาศัตรูพืชตกค้างในอาหาร ( ตาม Codex)

concentration	% recovery
>0.01 µg/kg ≤ 0.1 µg/kg	70 - 120
>0.1 µg/kg < 1 µg/kg	70 - 110
> 1 µg/kg	70 - 110

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ใต้กราฟที่ความเข้มข้นต่างๆ (ppm) ของสาร Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb และ Promecarb ในมะม่วง สำหรับการหาค่า Range

Conc. (ppm)	Area				
	aldicar b	metolca rb	isoproca rb	fenobuca rb	promeca rb
0.03	0.39	0.64	0.79	0.79	0.70
0.05	0.93	1.30	1.20	1.20	1.20
0.1	2.23	4.00	2.80	3.20	3.00
0.5	18.50	40.20	35.10	36.30	34.70
1	33.70	86.50	67.90	72.20	66.70
2	66.00	171.70	134.40	145.40	132.00
R <sup>2</sup>	0.998	0.999	0.997	0.998	0.997

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ใต้กราฟเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำที่ความเข้มข้น(ppm) ต่างๆ ของสาร Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb และ Promecarb ในมะม่วง สำหรับการหา Linearity

Conc. (ppm)	Area(average )				
	aldicarb	metolcarb	fenobucarb	isoprocarb	promecarb
0.05	0.90	1.33	1.30	1.33	1.33
0.1	2.18	2.90	2.93	2.43	2.47
0.5	18.47	47.00	39.00	37.00	36.67
1	34.30	83.57	71.67	67.27	67.43
2	68.00	169.20	144.63	136.10	133.50
R <sup>2</sup>	0.998	0.997	0.998	0.998	0.998

ตารางที่ 4 แสดงค่า % recovery และค่า Horrat ที่ความเข้มข้นระดับต่ำ (0.05ppm) จำนวน 10 ซ้ำ ของ Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocab และ Promecarb ในมะม่วงสำหรับการหา LOQ, Accuracy, Precision

Sample no.	Concentration(ppm)				
	aldicarb	metolcarb	fenobucarb	isoprocab	promecarb
1	0.044	0.042	0.046	0.037	0.059
2	0.054	0.045	0.052	0.037	0.056
3	0.051	0.048	0.055	0.040	0.059
4	0.049	0.059	0.060	0.035	0.058
5	0.051	0.033	0.050	0.032	0.058
6	0.051	0.046	0.053	0.032	0.058
7	0.058	0.048	0.056	0.041	0.064
8	0.064	0.057	0.059	0.031	0.059
9	0.053	0.041	0.053	0.038	0.062
10	0.061	0.041	0.052	0.036	0.062
mean	0.054	0.046	0.054	0.036	0.060
SD	0.006	0.008	0.004	0.003	0.002
%RSD	10.88	16.75	7.73	9.36	4.19
%recovery	107.42	92.00	107.20	71.78	119.01
HORRAT	0.66	1.00	0.47	0.54	0.26

ตารางที่ 5 แสดงค่า % recovery และค่า Horrat ratio ที่ความเข้มข้นระดับกลาง (0.5ppm) จำนวน 10 ซ้ำ  
 ของสารAldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, IsoprocarbและPromecarbในมะม่วงสำหรับการหา  
 Accuracy,Precision

sample no.	Concentration (ppm)				
	aldicarb	metolcarb	fenobucarb	isoprocarb	promecarb
1	0.373	0.563	0.492	0.492	0.551
2	0.371	0.546	0.504	0.445	0.574
3	0.450	0.502	0.598	0.503	0.525
4	0.372	0.600	0.533	0.510	0.582
5	0.401	0.586	0.545	0.492	0.493
6	0.404	0.498	0.553	0.438	0.572
7	0.444	0.489	0.596	0.450	0.569
8	0.417	0.588	0.526	0.447	0.555
9	0.375	0.525	0.457	0.424	0.497
10	0.373	0.588	0.545	0.474	0.572
mean	0.398	0.549	0.535	0.468	0.549
SD	0.031	0.042	0.044	0.030	0.033
%RSD	7.68	7.74	8.17	6.47	5.96
%recovery	80	110	107	94	110
HORRAT	0.63	0.67	0.70	0.55	0.52



ตารางที่ 6 แสดงค่า % recovery และค่า Horrat ratio ที่ความเข้มข้นระดับสูง (2 ppm) จำนวน 10 ซ้ำ ของสาร Aldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, Isoprocarb และ Promecarb ในมะม่วงสำหรับการหา Accuracy, Precision

sample no.	Concentration(ppm)				
	aldicarb	metolcarb	fenobucarb	isoprocarb	promecarb
1	1.670	2.150	1.062	1.591	2.050
2	2.214	2.260	1.890	1.487	2.030
3	1.645	2.350	1.771	1.447	2.150
4	1.930	2.120	1.836	1.508	2.225
5	1.987	2.190	1.004	1.674	2.270
6	2.005	2.080	1.868	1.364	2.120
7	1.886	2.210	1.116	1.580	2.070
8	2.012	2.040	1.822	1.447	2.200
9	1.822	2.020	1.058	1.616	1.810
10	1.922	2.190	1.019	1.624	2.020
mean	1.909	2.161	1.445	1.534	2.095
SD	0.168	0.101	0.416	0.098	0.132
%RSD	8.80	4.69	28.81	6.39	6.28
%recovery	95.47	108.05	72.23	76.70	104.73
HORRAT	0.92	0.50	2.88	0.65	0.67

ตารางที่ 7 แสดงค่า signals/noise ratio ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสารAldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, IsoprocabและPromecarb ในมะม่วงสำหรับการหา LOD

sample no.	Signal to noise ratio				
	aldicarb	metolcarb	fenobucarb	isoprocab	promecarb
1	3.8	4.1	3.9	4.5	3.3
2	3.5	4.2	3.9	4.7	4.2
3	4.3	4.0	4.6	5.7	5.2
4	4.6	4.9	4.0	4.5	3.8
5	3.2	3.4	3.7	3.2	3.0
6	4.9	4.1	3.9	4.3	3.5
7	4.3	3.8	3.6	4.0	3.6
8	3.5	3.7	4.0	3.9	3.4
9	3.6	3.4	3.9	3.8	4.0
10	4.4	4.1	4.0	3.6	3.9
average	4.0	4.0	4.0	4.2	3.8

ตารางที่ 8 แสดงค่า Range, Linearity, Accuracy, Precision, LOD และ LOQ ของสารAldicarb, Metolcarb, Fenobucarb, IsoprocabและPromecarbในมะม่วง

pesticides	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Range (mg/kg)	Linearity R <sup>2</sup>	% Recovery					HORRAT Ratio				
					concentration(mg/kg)					concentration(mg/kg)				
					0.05	0.1	0.5	1	2	0.05	0.1	0.5	1	2
aldicarb	0.03	0.05	0.05 - 2	0.998	107	84	80	82	95	0.6	1.0	0.4	0.5	0.2
metolcarb	0.03	0.05	0.05 - 2	0.997	92	98	0	9	8	0.6	0.7	0.8	0.2	0.6
fenobucarb	0.03	0.05	0.05 - 2	0.998	107	95	10	7	72	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5
isoprocab	0.03	0.05	0.05 - 2	0.998	72	84	94	88	77	1.2	1.0	1.3	1.3	0.6
promecarb	0.03	0.05	0.05 - 2	0.998	119	10	11	11	10	0.9	0.5	2.8	0.6	0.6