

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพริกชี้ฟ้าโดยวิธี  
QuEChERS ร่วมกับ GC/MS

Validation of Organophosphate Analysis Method using QuEChERS Coupled with GC/MS  
in Chili Pepper (*Capsicum annuum* Linn.)

ปภาดา ประจง<sup>1</sup> ระจิตร์ สุวพานิช<sup>2</sup> และ อพัชชา จินดาประเสริฐ<sup>2</sup>  
Paphada Prajong<sup>1</sup>, Rachit Suwapanich<sup>2</sup> and Aphacha Jindaprasert<sup>2</sup>

Abstract

The validation method of organophosphates pesticides (chlorpyrifos, prothiofos, profenofos, and ethion) in chili peppers (*Capsicum annuum* Linn). Chili samples were extracted and purified using QuEChERS technique. Identified and quantified by gas chromatography / mass spectrometer (GC / MS). The a result show that the detection limit (LOD) was defined as 0.03 mg / kg and the quantitation limit (LOQ) was 0.10 mg / kg for chlorpyrifos, prothiofos, and ethion. The Limit of Detection, LOD and Limit of Quantitation (LOQ) for profenofos were 0.03 mg / kg and 0.50 mg / kg, respectively. The linearity and working range were 0.10-5.00 mg / kg and R<sup>2</sup> in the range of 0.9966 - 0.9993. The accuracy expressed as a percentage of recovery range were 91-109% and the precision expressed HORRAT at 0.06-0.23 which is in acceptable range. Classification of substances by gas chromatography / mass spectrometer (GC / MS). The appropriate method is used for the analysis of chemical substances 4 kinds of phosphates (chlorpyrifos, prothiofos, profenofos, and ethion) in chili peppers (*Capsicum annuum* Linn.)

**Keywords:** organophosphates, GC/MS, Chili peppers (*Capsicum annuum* Linn.)

บทคัดย่อ

ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) โปรไทโอฟอส (prothiofos) โปรฟีโนฟอส (profenofos) และ อีไทออน (ethion) ในพริกชี้ฟ้าสด โดยวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยชุดสกัด QuEChERS เพื่อแยกสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในพริกชี้ฟ้าออกมาและทำให้บริสุทธิ์ ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิด ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC/MS) จากผลการทดสอบความถูกต้องของวิธีในคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) โปรไทโอฟอส (prothiofos) และอีไทออน (ethion) มีค่าขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ) เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับโปรฟีโนฟอส (profenofos) ค่าขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) และค่าขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ) เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงการวิเคราะห์ (Linearity and working range) มีความเป็นเส้นตรงในช่วง 0.10-5.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่า R<sup>2</sup> ในช่วง 0.9966 – 0.9993 โดยมีความแม่นยำ (Accuracy) แสดงด้วย %Recovery ในช่วง 91-109 และความเที่ยง (Precision) แสดงด้วยค่า HORRAT มีค่า 0.06-0.23 ซึ่งอยู่ในช่วงยอมรับได้ การจำแนกชนิดสารโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC/MS) วิธีนี้มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 4 ชนิดในพริกชี้ฟ้า

**คำสำคัญ:** ออร์กาโนฟอสเฟต เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์ พริกชี้ฟ้า

<sup>1</sup> สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<sup>1</sup> Program of food safety management, Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

<sup>2</sup> คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<sup>2</sup> Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

## คำนำ

ภาคการเกษตรของประเทศไทยมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชกันอย่างยาวนานและปริมาณมาก พิจารณาได้จาก รายงานปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุดิบตราขายทางการเกษตรปี 2553 - 2558 โดยมีปริมาณการนำเข้ารวม 117,815, 164,538, 134,480, 172,826, 147,375 และ 149,546 ตัน มูลค่าการนำเข้ารวม 17,956, 22,070, 19,378, 24,416, 22,812 และ 19,326 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) และจากสถิติการเจ็บป่วยด้วยโรคจากสารเคมีพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปี 2553 - 2557 จำนวนผู้ป่วยจาก 1,851 คน ต่อประชากร 100,000 คนเพิ่มขึ้นเป็น 7,954 คนต่อประชากร 100,000 คนหรือจากอัตราป่วย 2.91 เพิ่มขึ้นเป็น 12.25 (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) รายงานผลการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ครั้งที่ 2 ประจำปี 2559 ตรวจพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างผักผลไม้พบเกินค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum residue limit, MRL) ในผัก พบมากคือผักคะน้าพบรองลงมาคือพริกแดง ถั่วฝักยาวและกะเพราตามลำดับ กลุ่มสารตกค้างกำจัดแมลงที่ตรวจส่วนใหญ่ได้แก่ Carbaryl, Carbofuran, Chlorpyrifos, Cypermethrin, Diazinon, Ethion, Fipronil, Malathion, Omethoate, Permethrin, Profenofos, และ Prothiofos (เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช, 2560) จึงเป็นที่มาให้สนใจในการศึกษาวิธีการทดสอบสารตกค้างโดยเฉพาะสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสารพิษตกค้างที่มีอันตรายสูง และพบการตกค้างในผักผลไม้เป็นอันดับต้นๆมาโดยตลอด ซึ่งผักที่สนใจศึกษาคือพริกเพราะพริกเป็นส่วนประกอบสำคัญในอาหารไทยแทบทุกชนิดที่ประชาชนส่วนใหญ่ภายในประเทศนิยมบริโภค

## อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์ : เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (Thermoquest, Trace 1310), เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง, เครื่องปั่นเหวี่ยง, เครื่องระเหยแห้ง, เครื่องเขย่า, เครื่องปั่น, ไมโครปิเปต, หลอดทดลองพลาสติก สารเคมี : Acetic acid, Acetonitrile, Ethyl Acetate, 95% n-hexane, Methanol

สารมาตรฐาน : สารมาตรฐานยาฆ่าแมลงแบบผสม 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในเมททานอล 4 องค์ประกอบ, สารมาตรฐานยาฆ่าแมลงแบบเดี่ยว: Profenofos Cas No. 41198-08-7 เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (GC/MS) 99.2 ความเข้มข้น 100.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นตามใบรับรอง 100.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร, Tokuthion Cas No. 34643-46-4 เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (GC/MS) 99.1 ความเข้มข้น 100.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นตามใบรับรอง 99.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร, Ethion Cas No. 563-12-2 เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (GC/MS) 98.4 ความเข้มข้น 100.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นตามใบรับรอง 98.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร, Dursban Cas No. 2921-88-2 เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ (GC/MS) 99.9 ความเข้มข้น 100.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นตามใบรับรอง 100.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร, ชุดสกัด QuEChERS: 50 มิลลิลิตร PP Centtubesw/6กรัม MgSO<sub>4</sub>, 1.5กรัม Sodium Acetate, 25.Pk250, 15CT w1200 MgSO<sub>4</sub> 400 PSA 400 C18 400 GCB 50pk.PK50, วัสดุอ้างอิงรับรอง CRM Code TRM-S-5019 LotNo.250914-4,

การเตรียมตัวอย่าง (AOAC, 2016) นำตัวอย่างพริกสดปริมาณ  $\geq 1$  กิโลกรัม เด็ดหัวออกให้เหลือเฉพาะตัวพริกนำมาปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender) ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติการทดสอบได้ทันทีให้กับรักษาสภาพตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็ง (Freezer) ที่อุณหภูมิ  $\leq -18$  C°

วิธีวิเคราะห์ ซึ่งตัวอย่างพริกที่ปั่นละเอียด 10 กรัมลงในหลอดทดลองพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1% Acetic acid in Acetonitrile (1:100) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าประมาณ 1 นาที จากนั้นเทตัวอย่างลงในหลอดทดลองที่มีสารผสมสำเร็จรูป (50 มิลลิลิตร PP Cent tubes w/6 กรัม MgSO<sub>4</sub>, 1.5 กรัม Sodium Acetate, 25. PK250) ปิดฝาเขย่า นำไปปั่นเหวี่ยงในเครื่อง Centrifuge นาน 5 นาที ที่ความเร็ว 4000 รอบ ดูดส่วนใส ลงในหลอดสกัดสำเร็จรูป 15CT w1200 MgSO<sub>4</sub> 400 PSA 400 C18 400 GCB 50pk. PK50 เพื่อเป็นการ cleanup ปิดฝาเขย่าประมาณ 1 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงในเครื่อง Centrifuge นาน 5 นาที ที่ความเร็ว 4000 รอบ ดูดส่วนใส ลงในหลอดทดลองพลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งด้วยเครื่อง Nitrogen evaporating system จนเกือบแห้ง เติม สารละลายผสม (Hexane: Ethyl Acetate, 3:1) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ดูดสารละลายลงในขวด vial ปิดฝาสสนิทนำไปฉีดเข้าเครื่อง GC/MS

การทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์ (Method validation) การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เตรียมสารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรใน methanol นำสารละลายมาตรฐานไปฉีดด้วยเข้าเครื่อง GC/MS สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่ใต้พีคคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient: R) ประมวลผลโดย software ของเครื่อง GC/MS เกณฑ์การยอมรับค่า  $R^2 \geq 0.995$

วิเคราะห์ Method blank และ Matrix blank Method blank สกัดตามวิธีวิเคราะห์ที่เลือกใช้ โดยใช้สารเคมีทั้งหมดแต่ไม่มีตัวอย่าง Matrix blank สกัดตัวอย่างตามวิธีทดสอบ (7 ข้ำ) โดยใช้ฟริกที่ไม่มีสารตกค้างของสารที่สนใจตรวจวิเคราะห์ method blank และ matrix blank เพื่อตรวจสอบสารรบกวนที่อาจมาจากสารเคมีอื่นหรืออุปกรณ์ที่ใช้หรือจากเนื้อตัวอย่างที่อาจมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการจำแนกชนิดหรือคำนวณปริมาณสาร

การหาขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) และ การหาขีดจำกัดของการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ) ทดสอบโดยการฉีดสารมาตรฐานความเข้มข้นต่ำๆ ค่า LOD เท่ากับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ให้พีคที่มีความสูงเท่ากับ 3 เท่า signal-to-noise ratio แล้วคำนวณเป็นความเข้มข้นต่อน้ำหนักของตัวอย่างหรือนำข้อมูลจากการทดสอบ accuracy และ precision มาคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และนำมา plot graph แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (แกน X) และค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (แกน Y) ของสารแต่ละชนิด โดยจุดตัดของเส้นกราฟกับแกน Y มีค่าเป็น  $SD_0$  จากนั้นคำนวณหา LOD จากสมการ  $LOD = 3 \times SD_0$  ,  $LOQ = 10 \times SD_0$

ทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงการวิเคราะห์ (Linearity and working range) เติมสารละลายมาตรฐาน chlorpyrifos, ethion และ prothiofos ในตัวอย่างที่ระดับ 0.1, 0.2 และ 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ระดับละ 3 ข้ำ สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ตรวจพบกับพื้นที่ใต้พีค คำนวณหาค่า  $R^2$  ประมวลผลโดย software ของเครื่อง GC/MS เติมสารละลายมาตรฐาน profenofos ในตัวอย่างที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 2.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ระดับละ 3 ข้ำ สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ตรวจพบกับพื้นที่ใต้พีค คำนวณหาค่า  $R^2$  ประมวลผลโดย software ของเครื่อง GC/MS การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยง (Accuracy and Precision) และการยืนยันค่า Limit of Quantitation (LOQ) การทดสอบการกลับคืน (Recovery)

การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงของวิธี โดยการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน (spiked sample) ที่ระดับ LOQ และที่ความเข้มข้นที่ทำการทดสอบ ทำการวิเคราะห์ระดับละ 7 ข้ำเตรียม spike sample ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, และ 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ฉีดเข้าเครื่อง GC/MS ความเข้มข้นละ 7 ข้ำคำนวณค่า %recovery และ precision จากการทดสอบ spike sample เกณฑ์การยอมรับ%recovery อยู่ในช่วง 80-110% (AOAC,2016),  $\%RSD \leq 8\%$  (AOAC Appendix F, 2016) ,Precision ค่า  $RSD \text{ HORRAT} \leq 2$  (Codex, 2016)

$$\text{สมการ HORRAT (Horwitz'Ratio)} = \frac{\text{Experimental RSD}}{\text{Predicted RSD}}$$

การทดสอบ Trueness ทดสอบTrueness และความเที่ยงของวิธีโดยการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material, CRM) ทำการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิง TRM-S-5019 (Lot No. 250914-4) จำนวน 3 ข้ำด้วยวิธีที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ที่ได้กับค่าอ้างอิงโดยผลต่างของค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่าอ้างอิง ( $\Delta_m$ ) จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความไม่แน่นอนขยายของผลต่างระหว่างค่าดังกล่าว ( $U \Delta$ )

**ผล**

จากการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ( chlorpyrifos) โพรโทไธฟอส (prothiofos) โพรฟีโนฟอส (profenofos) และ อีไธออน (ethion) ในฟริกซ์ฟ้าสด โดยวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยชุดสกัด QuEChERS ภายใต้สภาวะที่กำหนดพบว่าสามารถสร้างกราฟมาตรฐานได้ที่ช่วงความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 โดยมีค่า  $R^2$  ในช่วง 0.9966-0.9993 และเมื่อทดสอบ method blank และ matrix blank ตรวจไม่พบสารรบกวนที่ให้พีคตรง หรือใกล้เคียงกับสารมาตรฐานที่อาจจะทำให้เกิดการผิดพลาดในการรายงานผลการวิเคราะห์ ผลการทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (LOD) และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) Chlorpyrifos, Ethion และ Prothiofos มีค่าเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับค่า LOD และค่า LOQ สำหรับ Profenofos มีค่าเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

**Table 1** Confirmation analysis by GC/MS

Compound name	Time(min)	Quantified ion (m/z)	Confirm ion (m/z)	Confirm ion (m/z)	Confirm ion (m/z)
Chlorpyrifos	7.21	314	199	97	197
Prothiofos	8.20	113	267	162	309
Profenofos	8.48	139	337	339	97
Ethion	9.01	231	153	384	97

จากการวิเคราะห์พริกที่เติมสารมาตรฐาน จำนวน 7 ซ้ำ มีค่าเฉลี่ยของสารทั้ง 4 ชนิด โดยมีค่าความแม่นยำจาก %recovery เฉลี่ยที่ระดับ LOQ ในช่วง 91-109 และความเที่ยงจาก HORRAT ในช่วง 0.06-0.23 ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงการวิเคราะห์ (Linearity and working range) มีช่วงความเป็นเส้นตรง 0.1-2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า R<sup>2</sup> ในช่วง 0.9966-0.9993 เมื่อทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงของวิธีโดยการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน (spiked sample) เติมสารมาตรฐานในระดับ LOQ, ได้แก่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบความแม่นยำที่ประเมินจาก %recovery เฉลี่ยทั้ง 5 ระดับอยู่ในช่วง 96-109 % ความเที่ยงประเมินด้วย HORRAT อยู่ในช่วง 0.06-0.23 ผลการทดสอบความแม่นยำของวิธีจากการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิง CRM Code TRM-S-5019 LotNo.250914-4 พบความแม่นยำที่ประเมินจาก %recovery อยู่ในช่วง 80-110% เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่าอ้างอิง พบค่าที่วิเคราะห์ได้แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง

**Table 2** Fortification level limit of detection (LOD), Limit of quantitation (LOQ)

Pesticides	Fortification level(mg/ml)	Amount (mg/kg)	Average	SD	Intercept	LOD	LOQ
Chlorpyrifos	0.1	0.1107	0.1092	0.0056	0.0064	0.019	0.06
Ethion	0.1	0.1069	0.1034	0.0043	0.0025	0.008	0.03
Prothiofos	0.1	0.0969	0.0938	0.0051	0.0056	0.017	0.06
Profenofos	0.5	0.4484	0.4577	0.0286	0.0207	0.062	0.29

### วิจารณ์ผล

การวิเคราะห์สารตกค้างยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต้องใช้สารมาตรฐานที่เข้มข้น ซึ่งเป็นสารพิษที่อันตราย ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติตามวิธีการทดสอบอย่างเคร่งครัด ก่อนทำการวิเคราะห์ทุกครั้งต้องทำการตรวจสอบ Standard curve ก่อนเสมอ เพื่อเป็นการทวนสอบความเข้มข้นของ Working standard เนื่องจากสารละลายมาตรฐานละลายใน Methanol ซึ่งระเหยง่ายอาจมีผลให้ค่าความเข้มข้นของ Working standard เปลี่ยนแปลงไป จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบบ External Standard Calibration ซึ่งสามารถปรับปรุงวิธีวิเคราะห์หรือเปลี่ยนไปใช้เทคนิควิเคราะห์แบบ Internal Standard Calibration โดยเลือกใช้สาร Internal Standard ที่เหมาะสมได้แก่ Triphenylphosphate เพื่อลดค่าความไม่แน่นอนจาก bias ของวิธีทำให้สามารถรายงานผลได้อย่างแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น

### สรุป

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 4 ชนิด ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) โพรโทไอฟอส (prothiofos) โพรฟีโนฟอส (profenofos) และ อีไธออน (ethion) ในพริกชี้ฟ้าโดยวิธี QuEChERS ร่วมกับ GC/MS นำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารดังกล่าวในพริกชี้ฟ้าสดและประยุกต์การตรวจวิเคราะห์ชนิดสารตกค้างและผักผลไม้ชนิดอื่น ๆ ได้

### คำขอบคุณ

ขอบคุณห้องปฏิบัติการ บริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (มีนบุรี) สำหรับการสนับสนุนเชื้อเพื่อสถานที่เครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี สารมาตรฐาน ในการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช(Thai-PAN). 2560. รายงานผลการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในผักผลไม้ครั้งที่ 2/2559. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.thaipan.org/sites/default/files/file/pesticide\\_doc30\\_0.pdf](http://www.thaipan.org/sites/default/files/file/pesticide_doc30_0.pdf). (5 เมษายน 2560).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=146](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=146). (5 เมษายน 2560).
- สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. 2557. รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/01\\_envocc\\_situation\\_57.pdf](http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/01_envocc_situation_57.pdf). (7 มีนาคม 2560).
- Codex Alimentarius. 2016. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Method of Analysis and Sampling 37<sup>th</sup> Session Budapest, Hungary, 22-26 February 2016. [Online]. Available Source: [http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/ar/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-715-37%252FWD%252Fma37\\_05e.pdf](http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/ar/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-715-37%252FWD%252Fma37_05e.pdf). (9 Jan 2016).
- AOAC. 2016. Official Method of Analysis of AOAC International. Appendix F. USA. 17-28 p.