

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : โครงการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2. **โครงการวิจัย** : การวิจัยการศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
กิจกรรม : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้
กิจกรรมย่อย : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้จากแหล่งที่ได้รับการรับรองระบบ GAP

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สวพ.8 หลังการรับรองระบบ GAP
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study of Types and Amount of Pesticide Residues in Vegetables and Fruits from Lower Southern Part of Thailand after Certified Good Agricultural Practice (GAP)

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสาวิตรี เขมวงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
ผู้ร่วมงาน : -

5. **บทคัดย่อ**

จากการตรวจติดตามสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรจากแปลงที่ผ่านการรับรองระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558 มีการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตเพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรทั้งหมด 1,148 ตัวอย่าง จากพืช 33 ชนิด เป็นตัวอย่างจากแปลงผลิต 673 ตัวอย่าง จุดรวบรวม 200 ตัวอย่าง และจุดจำหน่าย 275 ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 3 กลุ่มสาร คือ กลุ่ม organophosphates จำนวน 26 ชนิดสาร สารกลุ่ม organochlorines จำนวน 4 ชนิดสาร สารกลุ่ม pyrethroids จำนวน 7 ชนิดสาร ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Steinwandter H. จากการศึกษาพบการตกค้างของสารพิษในตัวอย่างจากแปลงผลิต จุดรวบรวม และจุดจำหน่าย จำนวน 64, 44 และ 49 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.51, 22 และ 17.82 ของจำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมดในแต่ละแหล่งตามลำดับ จากข้อมูลการวิเคราะห์พบการตกค้างของสารพิษ 18 ชนิดสาร ได้แก่ chlorpyrifos, diazinon, dicrotophos, ethion, EPN, profenofos, malathion, omethoate, profenofos, prothiophos, pirimiphos-ethyl, triazophos, dicofol, cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin และ fenvalerate โดยชนิดสารพิษตกค้างที่

พบมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ chlorpyrifos คิดเป็นร้อยละ 6.36 cypermethrin ร้อยละ 5.66 และ ethion ร้อยละ 1.31 ส่วนใหญ่พบในตัวอย่างพริก และไม่พบสารที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 เมื่อนำข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน หรือ ค่า MRLs โดยใช้เกณฑ์พิจารณาเรียงลำดับ ดังนี้

รหัสการทดลอง 03-06-54-05-02-03-08-54

Thai MRLs, Codex MRLs และประเทศคู่ค้า ได้แก่ EU MRLs และ Japan MRLs ตามลำดับ พบตัวอย่างที่มีการตกค้างของสารพิษเกินค่า MRLs จากแปลงผลิต จุตรอบรวม และจุดจำหน่าย จำนวน 2, 22 และ 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.3, 11 และ 7.27 ของตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมดตามลำดับ โดยแปลงผลิตมีชนิดพืชที่พบการตกค้างเกินค่า MRLs 1 ชนิดพืช ได้แก่ ฝรั่ง จุตรอบรวมพบ 5 ชนิดพืช ได้แก่ กวางตุ้ง แตงกวา ผักกาดขาว พริก และฝรั่ง จุดจำหน่ายพบ 5 ชนิดพืช ได้แก่ กวางตุ้ง คื่นช่าย แตงกวา มะเขือ และพริก ข้อมูลจากการวิเคราะห์พบว่า ผลผลิตที่ได้จากแปลงผลิตหลังการรับรองระบบ GAP ส่วนมากมีปริมาณการตกค้างของสารพิษต่ำกว่าค่า MRLs คือ ผลผลิตปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังมีร้อยละการตกค้างของสารพิษทางการเกษตรน้อยกว่าตัวอย่างพืชจากจุตรอบรวมและจุดจำหน่าย เป็นไปได้ว่าผลผลิตพืชเมื่อเก็บเกี่ยวจากแปลงผลิตมายังจุดรวบรวมและจุดจำหน่าย อาจมีการปะปนกับผลผลิตจากแปลงที่ไม่ได้ผลิตตามระบบ GAP การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรในผลผลิตพืชในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง สะท้อนให้เห็นถึงมาตรฐานการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรของเกษตรกรหลังได้รับการรับรองแปลงตามระบบ GAP ว่ายังคงถูกต้องและปลอดภัยตามคำแนะนำในการผลิตพืช

Abstract

To monitoring pesticide residues in agricultural products from the after certified systems of Good Agricultural Practice (GAP) in the southern of thailand which consisted of the province of Phatthalung, Trang, Satun and Songkhla, Yala, Pattani and Narathiwat between December, 2010 to September, 2015. Thirty-seven pesticide residues substances were measured for their residues by gas chromatography (GC), divided to 26 of organophosphates, 4 of organochlorines and 6 of pyrethroids. The method of analyse pesticide residues modified by Steinwandter H. method. The samples were collected to evaluate the pesticide residues totally 1,148 samples from 33 plant species from the products of GAP crop fields, points collected, and outlets were collected of 673, 200 and 275 samples, respectively. The result showed that the pesticide residues in samples collected from the products of GAP crop fields, points collected, and outlets were found of 64, 44 and 49 samples and the percentage of the specimens in each case 9.51, 22 and 17.82 respectively. In addition, the eighteen of pesticide residues; chlorpyrifos, diazinon, dicrotophos, ethion, EPN, profenofos, malathion, omethoate, profenofos, prothiophos, pirimiphos-ethyl, triazophos, dicofol, cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin and

fenvalerate were found in all of samples. Chlorpyrifos, cypermethrin and ethion were dominant and the percentage of them as 3, 5.66 and 6.36, respectively. Then, mainly found in chilli samples and the hazardous substance of the fourth were not found in this study. The evaluated of actual detection value was examined by used the maximum residue limit (MRLs) under Thai agricultural standard, Codex, EU and Japan, respectively. Samples collected from GAP products, pesticide residues were found 2 samples (0.3%) and guava have the pesticides residues quantity higher than MRLs. Samples collected from points collected, pesticide residues were found 22 samples (11%) and Chinese cabbage, Cucumber, Chinese white cabbage, chilli and guava have the pesticides residues quantity higher than MRLs. Samples collected from outlets, pesticide residues were found 20 samples (7.27%) and Chinese cabbage, Chinese kale, Cucumber, egg-plant and chilli have the pesticides residues quantity higher than MRLs. As described above, agricultural products after certified the process of GAP in the southern of Thailand was found pesticide residues quantity lower than MRLs which gave the amount in safety level for general consumer. There is also a percentage of pesticide residues quantity fewer than samples from points collected and outlets. It is possible that crop yields from the harvest to the point collected and outlets may be mixed with a yield of plots that are not produced according to GAP process. The study of type and amount of pesticide residues in agricultural crops in the southern of Thailand Reflecting the use of agricultural pesticide of farmer after certified according to GAP system that is still valid and safe instructions for the production of plants.

6. คำนำ

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตอาหารจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพ โดยเน้นความปลอดภัยของอาหารต่อสุขภาพของผู้บริโภค มาตรการความปลอดภัยด้านอาหารจึงมีความเข้มงวดมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มประเทศที่เป็นสมาชิกองค์การการค้าโลกที่ได้กำหนดกฎระเบียบและมาตรการต่างๆภายใต้เขตการค้าเสรี ให้เป็นการผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยตามมาตรฐานสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบและมาตรการตลอดเวลา เพื่อรองรับสถานการณ์ต่างๆที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ประเทศไทยจึงต้องติดตามและเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์และต้องปรับตัวด้านการผลิตสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และไม่ให้เกิดการใช้เรื่องความปลอดภัยด้านอาหารมาเป็นเหตุในการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศได้ ดังนั้นเพื่อให้บรรลุหลักหลักการด้านความปลอดภัยอาหารตั้งแต่แหล่งผลิตจนถึงมือผู้บริโภค รวมถึงต้องสามารถทวนสอบย้อนกลับทราบแหล่งที่มาของอาหารได้ กรมวิชาการเกษตรซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบด้านพืช จึงได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตพืชตั้งแต่ในแปลงผลิต โดยเน้นการ

ปฏิบัติการทางเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agriculture Practices: GAP) โดยเฉพาะการลดการใช้สารเคมี เพื่อไม่ให้สารเคมีก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

การปฏิบัติการทางเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agriculture Practices: GAP) เป็นระบบที่ช่วยสร้างมาตรฐานและควบคุมการจัดการกระบวนการผลิตพืชอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษ ปลอดภัยจากศัตรูพืช และมีคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค รวมทั้งสามารถนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติตามระบบ GAP มีข้อกำหนดที่ต้องตรวจสอบ ได้แก่ น้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การพักผลผลิตการขนย้ายในแปลงปลูกและการเก็บรักษา สุขลักษณะส่วนบุคคล การบันทึกข้อมูลและการตรวจสอบ (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2556)

การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรจากกระบวนการผลิตพืช ในพืชผัก และผลไม้ที่ขอการรับรองแปลงผลิต จากโครงการ GAP เป็นอีกขั้นตอนที่สำคัญ ทำให้ได้ข้อมูลการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรว่าเป็นไปอย่างเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้เกษตรกรต้องไม่ใช้สารเคมีที่ประกาศยกเลิกการใช้ และต้องใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง เหมาะสม ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตพืชจะต้องมีปริมาณการตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัย ซึ่งเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ GAP และได้ปฏิบัติตามระบบ หลังจากผ่านการประเมินจะได้ใบรับรองแปลงผลิตพืช (ใบรับรอง Q) และหลังจากเกษตรกรได้รับการรับรองแปลงผลิตแล้ว ยังคงมีการติดตามกระบวนการผลิตเป็นระยะ เพื่อให้แน่ใจว่าเกษตรกรยังคงมีการปฏิบัติการทางเกษตรที่ดีสำหรับพืชอย่างสม่ำเสมอ การสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงผลิตที่หลังผ่านการรับรอง GAP เพื่อนำมาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร จึงเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ใช้ติดตามและประเมินว่าเกษตรกรว่ายังคงมีการใช้สารเคมีอย่างเหมาะสมในกระบวนการผลิตหรือไม่

งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการตรวจสอบสารพิษตกค้างทางการเกษตรในผลผลิตของเกษตรกร จากแปลงหลังผ่านการรับรองแปลง GAP รวมทั้งผลผลิตจากจุดรวบรวม และจุดจำหน่ายในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง 7 จังหวัด ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินว่าเกษตรกรยังคงมีการรักษามาตรฐานการผลิตพืชให้ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างหรือไม่ หลังจากผ่านการรับรองแปลง GAP จากกรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent technologies model 6890 ประกอบด้วย หัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และหัว ตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD)
2. เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง ความละเอียดในการอ่าน 0.01
3. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ความละเอียดในการอ่าน 0.0001
4. Rotary Evaporator พร้อมอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

5. N-Evaporator
6. Homogenizer ความเร็วรอบ 8000 - 24,000 รอบ/วินาที (rpm)
7. เครื่องสับตัวอย่าง (food processor)
8. Dispenser ช่วงการใช้งาน 20-100 มิลลิลิตร
9. Volumetric flask ขนาด 5, 10, 25, 100 มิลลิลิตร
10. Cylinder ขนาด 50 มิลลิลิตร
11. Micropipette ขนาด 1-10 ไมโครลิตร, 20-200 ไมโครลิตร, 200-1000 ไมโครลิตร, 1-5 มิลลิลิตร
12. Flat bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
13. Auto sampler vial ขนาด 2 มิลลิลิตร
14. Funnel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร
15. กระดาษกรองเบอร์ 1 ของ "Whatman" ขนาด 185 มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า
16. ขวดแก้วแบบมีฝาปิด (Duran)
17. Pasture pipette
18. เต้าเผา
19. Freezer
20. Oven

สารเคมี

1. สารเคมีในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง
 - 1.1 Acetone (Analytical grade)
 - 1.2 Dichloromethane (Analytical grade และ Pesticide grade)
 - 1.3 Sodium chloride (Analytical grade)
 - 1.4 Hexane (Pesticide grade)
 - 1.5 Ethyl acetate (Pesticide grade)
 - 1.6 Silica gel ชนิด granular ขนาด 60-200 mesh
 - 1.7 Sodium sulphate ชนิด anhydrous granular ที่เผาด้วยอุณหภูมิ 500°C นาน 3 ชั่วโมง และเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 130°C (กองวัตถุมีพิษ, 2544)
2. สารมาตรฐาน (Pesticide standard)

ใช้สารที่มีความบริสุทธิ์สูง ชื่อการค้า Dr. Ehrenstorfer จำนวน 37 ชนิด ดังนี้

 - 2.1 สารกลุ่ม Organophosphates จำนวน 26 ชนิดสาร ได้แก่ azinphos-methyl, acephate, azinphos-ethyl, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methamidophos, methidathion, mevinphos, monocrotophos, omethoate,

parathion-ethyl, parathion-methyl, phosalone, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, prothiophos และ triazophos

2.2 สารกลุ่ม Organochlorines จำนวน 4 ชนิดสาร ได้แก่ endosulfan sulfate, α -endosulfan, β -endosulfan และ dicofol

2.3 สารกลุ่ม Pyrethroids จำนวน 7 ชนิดสาร ได้แก่ deltamethrin bifenthrin, cyfluthrin, cyhalothrin, permethrin, cypermethrin และ fenvalerate

- วิธีการ

วิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ ดัดแปลงจากวิธีของ Steinwandter H. (1985)

1. การสุ่มเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างพืชผักผลไม้ จากแปลงผลิตของเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP จุดรวบรวม และ จุดจำหน่ายผลผลิต การสุ่มเก็บตัวอย่างต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม ยกเว้นพืชที่มีผลขนาดใหญ่ต้องสุ่ม ปริมาณไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม

2. การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่าง

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กและนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (food processor) คลุกเคล้าให้ เข้ากันดีก่อนนำตัวอย่างที่ได้ไปชั่งปริมาณ 25 ± 0.02 กรัม ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิด ขนาด 250 มิลลิลิตร และติด ป้ายระบุหมายเลขตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์ทันที ในกรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างในตู้แช่ อุณหภูมิต่ำ -20°C

2.2 การสกัดตัวอย่าง

เติม acetone ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่ชั่งไว้ และปั่นด้วย homogenizer ที่ ระดับความเร็วประมาณ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที เติม Sodium chloride ประมาณ 10 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นอีกครั้งด้วย homogenizer นาน 1 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เทส่วนใสลงใน ขวดแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม sodium sulphate anhydrous ประมาณ 20 กรัม ปิดฝาขวดและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว กรองส่วนใสผ่านกรวยกรองซึ่งภายในบรรจุ sodium sulphate anhydrous รองรับ ด้วยกระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายลงใน flat bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลด ปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิต่ำ 40°C จนเกือบแห้ง แล้วเติม ethyl acetate ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ล้างตัวอย่างให้ทั่วด้วย pasture pipette จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวด auto sampler vial ขนาด 2 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารตกค้างกลุ่ม organophosphate ด้วยเครื่อง GC โดยใช้ตัวตรวจวัดชนิด flame photometric detector (FPD) และดูดสารละลายที่เหลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิดเพื่อนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อน

2.3 การกำจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างวิเคราะห์ (Clean up)

นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมาลดปริมาตรโดยใช้ก๊าซไนโตรเจน เติม hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วย vortex เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยการ

กรองผ่านคอลัมน์ที่ภายในบรรจุสารสำหรับกรองตัวอย่างหลายชั้น โดยชั้นแรกจากส่วนล่างของคอลัมน์ จะใช้กระดาษกรอง ต่อมาเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous และ silica gel ที่ผ่านการอบและ deactivate ด้วยน้ำ 10% ชั้นบนสุดเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous การกรองค่อยๆหยดสารละลายตัวอย่าง ผ่านคอลัมน์ โดยมี mobile phase คือ hexane กับ dichloromethane อัตราส่วน 4 ต่อ 1 และ hexane กับ dichloromethane อัตราส่วน 1 ต่อ 1 รองรับสารที่กรองผ่านคอลัมน์ด้วย flat bottom flask นำสารที่ผ่านการกำจัดสิ่งปนเปื้อนไปลดปริมาตร ด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40°C จนเกือบแห้ง แล้วล้าง flat bottom flask ด้วย hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร โดยใช้ pasture pipette จากนั้นจึงนำสารที่ได้ไปตรวจหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ด้วยเครื่อง GC โดยใช้ตัวตรวจวัดชนิด electron capture detector (ECD)

3. การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐาน เตรียมที่ 3 ระดับความเข้มข้น ดังนี้

3.1.1 การเตรียม stock standard solution

stock standard solution คือ สารละลายมาตรฐานที่เตรียมจากสาร primary standard (ข้อ 2) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่อยู่ในสภาพของเหลวหรือของแข็ง ความเข้มข้นสูง ความบริสุทธิ์มากกว่า 99% ขึ้นไป การเตรียมจะเตรียมที่ความเข้มข้นประมาณ 1,000 µg/ml โดย stock standard solution จะใช้เป็นสารละลายตั้งต้นในการเตรียมสารที่มีความเข้มข้นต่ำลงไป อายุการใช้งาน 1 ปี การเตรียมเริ่มจากชั่งสารมาตรฐานให้น้ำหนักที่แน่นอนใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร และนำค่าความบริสุทธิ์ของสารมาคำนวณกลับเป็นน้ำหนักสารที่แท้จริง โดยใช้ isooctane PR grade เป็นตัวทำละลายสำหรับสารกลุ่ม organophosphate และใช้ ethyl acetate PR grade เป็นตัวทำละลาย ส่วนสารกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ความเข้มข้นของ stock standard solution คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (}\mu\text{g/ml)} = \frac{\text{น้ำหนักที่ชั่ง (mg)} \times \text{ความบริสุทธิ์ของสาร (\%)} \times 10^3}{\text{ปริมาตรที่เตรียม (ml)} \times 100}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ชั่งสารมาตรฐาน cypermethrin (ความบริสุทธิ์ 99.5%) 0.0121 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร สามารถคำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (}\mu\text{g/ml)} = \frac{\text{น้ำหนักที่ชั่ง (mg)} \times \text{ความบริสุทธิ์ของสาร (\%)} \times 10^3}{\text{ปริมาตรที่เตรียม (ml)} \times 100}$$

$$= 0.0121 \times 10^3 \times 99.5 \times 10^3$$

$$\frac{\quad}{10 \times 100}$$

$$= 1,203.95 \text{ หรือ } 1,204 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

3.1.2 การเตรียม intermediate mixed standard solution

intermediate mixed standard solution คือ สารละลายมาตรฐานผสมที่เตรียมจาก stock standard solution ของสารแต่ละชนิด มีลักษณะเหมือน stock standard solution แต่มีความเข้มข้นน้อยกว่า โดยความเข้มข้นที่เตรียมอยู่ที่ประมาณ 100 $\mu\text{g/ml}$ อายุการใช้งาน 6 เดือน สามารถเตรียมโดยใช้สูตรการคำนวณ

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ	N_1	คือ	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
	N_2	คือ	ความเข้มข้นของสารที่ต้องการเตรียม
	V_1	คือ	ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องใช้
	V_2	คือ	ปริมาตรของสารที่ต้องเตรียม

ตัวอย่างการคำนวณ

ต้องการเตรียม intermediate mixed standard solution ที่มี cypermethrin ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ ใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร ต้องใช้สารมาตรฐาน cypermethrin ความเข้มข้น 1,204 $\mu\text{g/ml}$ ปริมาตรเท่าไร สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned} N_1V_1 &= N_2V_2 \\ 1,204 \times V_1 &= 100 \times 10 \\ V_1 &= \frac{100 \times 10}{1,204} \\ &= 0.83 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 830 \text{ ไมโครลิตร} \end{aligned}$$

3.1.3 การเตรียม working mixed standard solution

working mixed standard solution คือ สารละลายมาตรฐานผสมที่เตรียมจากการเจือจาง intermediate mixed standard solution เพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน หรือการทำ calibration curve สำหรับคำนวณปริมาณสารตกค้างในตัวอย่างแต่ละชนิดต่อไป ซึ่งจะเตรียมในช่วงใช้งาน อย่างน้อย 3 ระดับความเข้มข้น โดยมีการคำนวณเช่นเดียวกับการเตรียม intermediate mixed standard solution (ข้อ 3.1.2)

3.2 การวัดชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphates

มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- ### 3.2.1 วัดสารมาตรฐาน โดยการทำให้ calibration curve ด้วยสารมาตรฐานอย่างน้อย 3 ระดับความเข้มข้น โดยมีข้อกำหนดให้ค่า calibration factor (R^2) ≥ 0.995

3.2.2 วัด solvent blank เพื่อตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง

3.2.3 วัดสารละลายตัวอย่าง

3.2.4 การเตรียมเครื่อง GC มีสภาวะการใช้งานดังนี้

detector : flame photometric detector (FPD-Detector)

column : capillary column HP-5
(5% phenyl methyl siloxane)

: model, agilent 19091J-413

: length, 30 เมตร

: diameter (i.d.), 0.32 มิลลิเมตร

: film thickness, 0.25 ไมโครเมตร

temperature : injector 250°C

: detector 250 °C

carrier gas : helium, flow rate 2.2 มิลลิลิตร/นาที

: air, flow rate 100 มิลลิลิตร/นาที

: hydrogen, flow rate 75 มิลลิลิตร/นาที

make up gas : nitrogen, flow rate 60 มิลลิลิตร/นาที

injection mode : splitless, purge time 1 นาที

: injection volume, 1 ไมโครลิตร

oven temperature program

: initial temperature, 100°C, hold 1 min

: rate 10°C /min to 150°C, hold 1 min

: rate 10°C /min to 180°C, hold 1 min

: rate 10°C /min to 245°C, hold 5 min

: rate 10°C /min to 250°C, hold 5 min

3.3 การวัดชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organochlorines และ pyrethroids มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.3.1 วัดสารมาตรฐาน โดยการทำให้ calibration curve ด้วยสารมาตรฐานอย่างน้อย 3 ระดับความเข้มข้น โดยมีข้อกำหนดให้ค่า calibration factor (R^2) ≥ 0.995

3.3.2 วัด solvent blank เพื่อตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง

3.3.3 วัดสารละลายตัวอย่าง

3.3.4 การเตรียมเครื่อง GC มีสภาวะการใช้งานดังนี้

detector : electron capture detector (ECD-Detector)

column : capillary column DB-5

	: model, agilent 122-5032
	: length, 30 เมตร
	: diameter (i.d.), 0.25 มิลลิเมตร
	: film thickness, 0.25 ไมโครเมตร
temperature	: injector 250°C
	: detector 300 °C
carrier gas	: helium, flow rate 2.0 มิลลิลิตร/นาที
make up gas	: nitrogen, flow rate 60 มิลลิลิตร/นาที
injection mode	: splitless, purge time 1 นาที
	: injection volume, 1 ไมโครลิตร
oven temperature program	
	: initial temperature, 60°C, hold 1 min
	: rate 50°C /min to 180°C, hold 2 min
	: rate 5°C /min to 250°C, hold 1 min
	: rate 10°C /min to 255°C, hold 7 min

3.4 การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง

หลังจากนำสารละลายตัวอย่างฉีดเข้าเครื่อง GC จะได้ chromatogram ของสาร ที่มีค่า retention time ในตัวอย่าง จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า retention time ของสารมาตรฐาน ถ้าเป็นสารชนิดเดียวกัน ค่า retention time จะเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน (± 0.03 วินาที) ซึ่งเมื่อทราบชนิดสารแล้ว สามารถคำนวณหาปริมาณสารในตัวอย่าง โดยคำนวณได้จากสูตร

$$C_{\text{sam}} = C_o \times \text{multiplier}$$

โดยที่

$$\text{Multiplier} = \frac{V_t \times V_f}{W \times V_a}$$

เมื่อ

C_{sam} คือ ความเข้มข้นของสารพิษในตัวอย่าง (mg/kg)

C_o คือ ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่างที่อ่านจากเครื่อง (mg/kg)

V_t คือ ปริมาตรของสารละลายทั้งหมด (ml)

- V_f คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลาย (ml)
 V_a คือ ปริมาตรสารละลายที่ใช้จริง (ml)
 W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (g)

3.5 การรายงานผลและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับค่ามาตรฐาน

รายงานผลการวิเคราะห์เป็นเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง หน่วยที่ใช้ในการรายงานเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) และเกณฑ์กำหนดค่าระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในอาหารที่ยอมรับให้มีได้ในแต่ละพืช หรือค่า Maximum Residue Limits (MRL) ให้ใช้ค่า MRL ของไทย (มาตรฐานสินค้าเกษตร : มกษ.9002-2556), Codex, EU และ Japan ตามลำดับ

- เวลาและสถานที่ดำเนินการ

1. ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2558
2. สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์

ได้ดำเนินการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจติดตามการตกค้างของสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร โดยได้สุ่มตัวอย่างจาก 3 แหล่ง ได้แก่ แปลงผลิตที่ผ่านการรับรองระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) จุฑารวบรวมผลผลิต และจุดจำหน่ายผลผลิต ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวนทั้งสิ้น 1,148 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างจากแปลงผลิต 673 ตัวอย่าง จุฑารวบรวมผลผลิต 200 ตัวอย่าง และจุดจำหน่ายผลผลิต 275 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 33 ชนิดพืช จำนวนตัวอย่างที่สุ่มวิเคราะห์แต่ละชนิดพืชมีดังนี้ กวางตุ้ง (47 ตัวอย่าง), ข่า (20 ตัวอย่าง), ข้าวโพดฝักอ่อน (19 ตัวอย่าง), ข้าวโพด (45 ตัวอย่าง), คะน้า (24 ตัวอย่าง), ตะไคร้ (29 ตัวอย่าง), แตงกวา (25 ตัวอย่าง), ใต้วเหมี่ยว (35 ตัวอย่าง), ถั่วฝักยาว (38 ตัวอย่าง), บวบ (31 ตัวอย่าง), ผักกาดขาว (17 ตัวอย่าง), ผักโขม (16 ตัวอย่าง), ผักบุ้ง (23 ตัวอย่าง), ผักหวาน (33 ตัวอย่าง), ผักเหลียง (39 ตัวอย่าง), ใฝ่หวาน (11 ตัวอย่าง), มะเขือ (27 ตัวอย่าง), พริก (121 ตัวอย่าง), มะนาว (48 ตัวอย่าง), วอเตอร์เครส (35 ตัวอย่าง), เห็ด (20 ตัวอย่าง), แก้วมังกร (15 ตัวอย่าง), เงาะ (30 ตัวอย่าง), แตงโม (45 ตัวอย่าง), ทูเรียน (43 ตัวอย่าง), ฝรั่ง (33 ตัวอย่าง), มะละกอ (40 ตัวอย่าง), มังคุด (60 ตัวอย่าง), ลองกอง (65 ตัวอย่าง), ลำไย (31 ตัวอย่าง), ส้มโอ (32 ตัวอย่าง), สละ (26 ตัวอย่าง) และสับปะรด (25 ตัวอย่าง) (ตารางที่ 1)

2. ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืช

จากผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างพืช 1,148 ตัวอย่าง เพื่อหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง 3 กลุ่มสาร ได้แก่ กลุ่ม organophosphates จำนวน 26 ชนิดสาร สารกลุ่ม organochlorines จำนวน 4 ชนิดสาร และสาร

กลุ่ม pyrethroids จำนวน 7 ชนิดสาร ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Steinwandter (Steinwandter H, 1985) พบการตกค้างของสารพิษในตัวอย่างทั้งสิ้น 157 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.68 ของจำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมด โดยแต่ละแหล่งของตัวอย่าง ได้แก่ แปลงผลิต จุตรรวบรวมผลผลิต และจุดจำหน่ายผลผลิต พบการตกค้าง 64, 44 และ 49 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.51, 22 และ 17.82 ของจำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมดในแต่ละแหล่ง ตามลำดับ (แผนภูมิที่ 1) และเมื่อพิจารณาในแต่ละแหล่งของตัวอย่าง พบชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงผลิต

จากตัวอย่างวิเคราะห์ 673 ตัวอย่าง 33 ชนิดพืช ตรวจพบการตกค้าง 64 ตัวอย่าง จาก 17 ชนิดพืช โดยแต่ละชนิดพืชตรวจพบจำนวนการตกค้าง ดังนี้ กวางตุ้ง (2 ตัวอย่าง), ข้าวโพด (2 ตัวอย่าง), คื่นช่าย (1 ตัวอย่าง), แตงกวา (1 ตัวอย่าง), ถั่วฝักยาว (1 ตัวอย่าง), บวบ (3 ตัวอย่าง), ผักกาดขาว (1 ตัวอย่าง), ผักบุ้ง (1 ตัวอย่าง), ผักหวาน (2 ตัวอย่าง), มะเขือ (2 ตัวอย่าง), พริก (32 ตัวอย่าง), มะนาว (30 ตัวอย่าง), เห็ด (1 ตัวอย่าง), ทูเรียน (1 ตัวอย่าง), ฝรั่ง (8 ตัวอย่าง), ลำไย (2 ตัวอย่าง) และ ส้มโอ (4 ตัวอย่าง) โดยชนิดพืชที่ตรวจพบสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ฝรั่ง และพริก โดยฝรั่ง ตรวจพบทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53 ของจำนวนตัวอย่างฝรั่งทั้งหมด และพริก ตรวจพบทั้งหมด 32 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด (ตารางที่ 2)

ชนิดสารพิษตกค้างที่ตรวจพบทั้งหมดมี 11 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-0.42 mg/kg), ethion (0.01-0.36 mg/kg), profenofos (0.09-0.51 mg/kg), malathion (0.1 mg/kg), prothiophos (0.07 mg/kg), pirimiphos-ethyl (0.1-0.21 mg/kg), dicofol (0.19-0.34 mg/kg), cyfluthrin (0.05 mg/kg), cypermethrin (0.01-0.59 mg/kg), deltamethrin (0.03-0.04 mg/kg) และ fenvalerate (0.03 mg/kg) จากผลการวิเคราะห์ ชนิดสารพิษตกค้างที่พบมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin โดยพบจำนวน 27 และ 19 ตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และส่วนใหญ่พบตกค้างในพริก โดย chlorpyrifos พบตกค้างในพริกจำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด และ cypermethrin พบตกค้างในพริก จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.25 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด และชนิดพืชที่ตรวจพบจำนวนชนิดสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ พริก และฝรั่ง โดยพริก ตรวจพบทั้งหมด 5 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-0.42 mg/kg), profenofos (0.09-0.51 mg/kg), ethion (0.01-0.36 mg/kg), dicofol (0.19-0.34 mg/kg) และ cypermethrin (0.01-0.59 mg/kg) ส่วนฝรั่ง ตรวจพบทั้งหมด 4 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.02-0.03 mg/kg), profenofos (0.05 mg/kg), prothiophos (0.07 mg/kg) และ cypermethrin (0.02-0.2 mg/kg) (ตารางที่ 2)

2.2 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากจุดรวบรวมผลผลิต

จากตัวอย่างวิเคราะห์ 200 ตัวอย่าง 33 ชนิดพืช ตรวจพบการตกค้าง 44 ตัวอย่าง จาก 10 ชนิดพืช โดยแต่ละชนิดพืชตรวจพบจำนวนการตกค้าง ดังนี้ กวางตุ้ง (4 ตัวอย่าง), คื่นช่าย (2 ตัวอย่าง), แตงกวา (2 ตัวอย่าง), บวบ (2 ตัวอย่าง), ผักกาดขาว (3 ตัวอย่าง), พริก (19 ตัวอย่าง), มะนาว (3 ตัวอย่าง), ทูเรียน (1 ตัวอย่าง), ฝรั่ง (6 ตัวอย่าง) และ ส้มโอ (2 ตัวอย่าง) โดยชนิดพืชที่ตรวจพบสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่

มะนาว และพริก โดยมะนาว ตรวจพบในทุกตัวอย่างที่สุ่มเก็บวิเคราะห์ และพริก ตรวจพบทั้งหมด 19 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 95 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด (ตารางที่ 3)

ชนิดสารพิษตกค้างที่ตรวจพบทั้งหมดมี 11 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-1.01 mg/kg), dicotophos (9.96-10.45 mg/kg), ethion (0.02-0.36 mg/kg), EPN (0.82-0.92 mg/kg), malathion (0.32 mg/kg), pirimiphos-ethyl (0.02 mg/kg), profenofos (0.07-0.51 mg/kg), triazophos (0.07-0.13 mg/kg), dicofol (0.19-0.34 mg/kg), cyhalothrin (0.05-0.19 mg/kg) และ cypermethrin (0.01-2.35 mg/kg) จากผลการวิเคราะห์ ชนิดสารพิษตกค้างที่พบมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin โดยพบจำนวน 32 และ 24 ตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และส่วนใหญ่พบตกค้างในพริก โดย chlorpyrifos พบตกค้างในพริกจำนวน 13 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด และ cypermethrin พบตกค้างในพริก จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด และชนิดพืชที่ตรวจพบจำนวนชนิดสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ พริก และกวางตุ้ง โดยพริก ตรวจพบทั้งหมด 7 ชนิดสาร ช่วงปริมาณ ดังนี้ chlorpyrifos (0.01-0.42 mg/kg), profenofos (0.09-0.51 mg/kg), ethion (0.02-0.36 mg/kg), triazophos (0.07-0.13 mg/kg), dicofol (0.19-0.34 mg/kg), cyhalothrin (0.05-0.19 mg/kg) และ cypermethrin (0.01-0.39 mg/kg) ส่วนกวางตุ้ง ตรวจพบทั้งหมด 4 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.6-2.01 mg/kg), dicotophos (9.96-10.45 mg/kg), EPN (0.82-0.92 mg/kg) และ cypermethrin (1.25-2.35 mg/kg) (ตารางที่ 3)

2.3 ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากจุดจำหน่ายผลผลิต

จากตัวอย่างวิเคราะห์ 275 ตัวอย่าง 33 ชนิดพืช ตรวจพบการตกค้าง 49 ตัวอย่าง จาก 13 ชนิดพืช โดยแต่ละชนิดพืชตรวจพบจำนวนการตกค้าง ดังนี้ กวางตุ้ง (8 ตัวอย่าง), ข่า (1 ตัวอย่าง), คื่นช่าย (2 ตัวอย่าง), แตงกวา (2 ตัวอย่าง), บวบ (3 ตัวอย่าง), ผักกาดขาว (1 ตัวอย่าง), ผักหวาน (1 ตัวอย่าง), มะเขือ (5 ตัวอย่าง), พริก (14 ตัวอย่าง), มะนาว (15 ตัวอย่าง), ทูเรียน (1 ตัวอย่าง), ฝรั่ง (3 ตัวอย่าง) และ ส้มโอ (3 ตัวอย่าง) โดยชนิดพืชที่ตรวจพบสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ กวางตุ้ง และพริก โดยกวางตุ้ง ตรวจพบทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนตัวอย่างกวางตุ้งทั้งหมด และพริก ตรวจพบทั้งหมด 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนตัวอย่างพริกทั้งหมด (ตารางที่ 4)

ชนิดสารพิษตกค้างที่ตรวจพบทั้งหมดมี 12 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-2.01 mg/kg), diazinon (0.03 mg/kg), EPN (0.33 mg/kg), ethion (0.12-0.21 mg/kg), malathion (0.02-0.05 mg/kg), omethoate (1.48-1.54 mg/kg), profenofos (0.07-0.63 mg/kg), dicofol (0.74-2.44 mg/kg), cyhalothrin (0.02-0.19 mg/kg), cypermethrin (0.01-4.31 mg/kg), deltamethrin (0.02-0.45 mg/kg) และ fenvalerate (0.02-0.03 mg/kg) จากผลการวิเคราะห์ ชนิดสารพิษตกค้างที่พบมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin โดยพบ จำนวน 14 และ 22 ตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และชนิดพืชที่ตรวจพบจำนวนชนิดสารตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ พริก และมะนาว โดยพริก ตรวจพบทั้งหมด 8 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-0.48 mg/kg), profenofos (0.05-0.63 mg/kg), ethion (0.14-0.21 mg/kg), dicofol (0.72-2.44 mg/kg), cyhalothrin (0.05-0.19 mg/kg), cypermethrin (0.01-0.23 mg/kg)

และ fenvalerate (0.02-0.03 mg/kg) ส่วนมะนาว ตรวจพบทั้งหมด 4 ชนิดสาร ช่วงปริมาณดังนี้ chlorpyrifos (0.01-0.08 mg/kg), malathion (0.02-0.05 mg/kg), profenofos (0.01 mg/kg) และ ethion (0.12 mg/kg) (ตารางที่ 3)

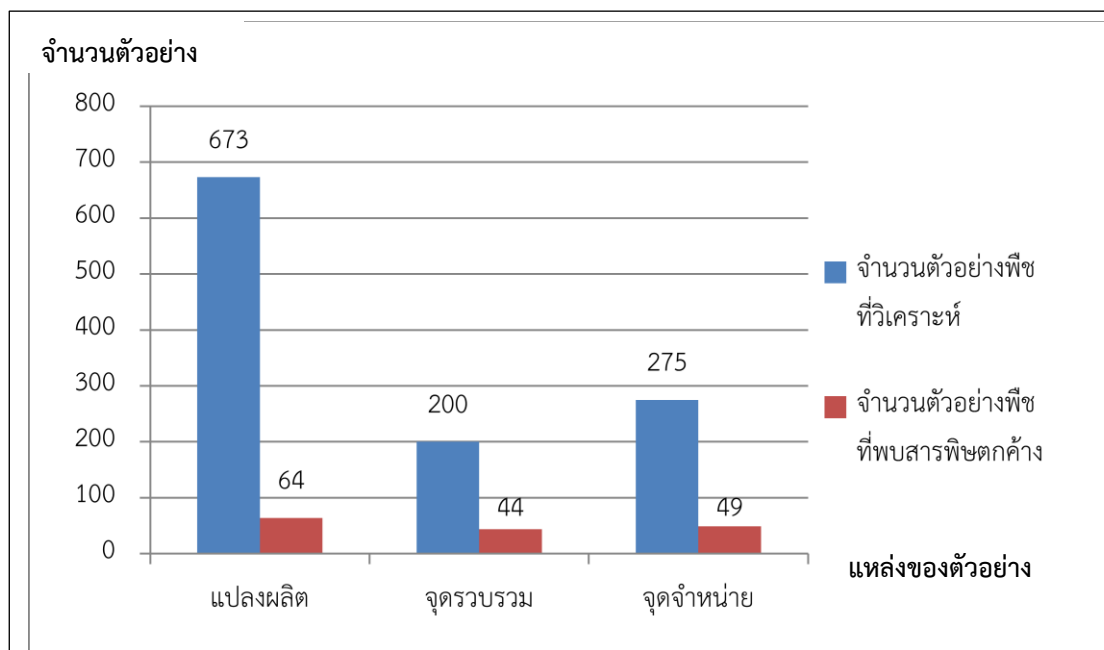
จากผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างจากตัวอย่างที่สุ่มเก็บทั้ง 3 แหล่ง จะพบว่าพืชที่มีความเสี่ยงสูงในการตรวจพบสารเคมีตกค้างทางการเกษตร ได้แก่ พริก ฝรั่ง กวางตุ้ง และมะนาว โดยเฉพาะพริก จะพบจำนวนตัวอย่างที่มีการตกค้างและจำนวนชนิดของสารเคมีที่ตกค้างมากกว่าพืชชนิดอื่น สะท้อนให้เห็นถึงเกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพริกหลายหลายชนิด ทั้งนี้เนื่องจากพริกเป็นพืชที่มีศัตรูพืชและโรคจำนวนมาก ต้องมีการดูแลรักษาโดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่เริ่มเพาะปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้จากข้อมูลยังแสดงให้เห็นว่าในเขตภาคใต้ตอนล่าง เกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูหลายหลายชนิด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ตรวจพบมากถึง 18 ชนิดสาร แต่ที่พบการตกค้างบ่อยครั้ง ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin (ตารางที่ 6) โดยเฉพาะในพริก อาจเป็นไปได้ว่า สารทั้งสองชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช เนื่องจากมีขายอย่างแพร่หลายในเขตภาคใต้ตอนล่าง สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของวัชรพร และคณะ (2554) เรื่อง การศึกษาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนหลังการรับรองระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) โดยได้ตรวจติดตามสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ที่ผ่านการรับรองระบบ GAP ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกันยายน 2554 จำนวน 200 ตัวอย่าง พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบการตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ cypermethrin และ chlorpyrifos เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของจินตนาและพนิดา (2553) เรื่อง การเฝ้าระวังปริมาณสารพิษตกค้างในพริก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างพริกจากทุกภาคของประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม 2552 ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างพริก 107 ตัวอย่าง จากผลวิเคราะห์พบชนิดสารพิษตกค้างที่พบบ่อยครั้ง ได้แก่ cypermethrin และ chlorpyrifos ขณะที่สุธินี และคณะ (2558) บริการตรวจวิเคราะห์พริก ให้กับผู้ตรวจประเมินแปลงเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่าง ในช่วงเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนกันยายน 2556 ทั้งสิ้น 2,029 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ chlorpyrifos, profenofos, cypermethrin, triazophos และ deltamethrin

3. ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชกับเกณฑ์มาตรฐาน

การพิจารณาข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในพืชที่สุ่มเก็บจากทั้ง 3 แหล่ง แปลงผลิต จุดรวบรวมผลผลิต และจุดจำหน่ายผลผลิต เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน หรือค่า MRLs ใช้เกณฑ์พิจารณาเรียงลำดับ ดังนี้ วัตถุประสงค์รายชนิดที่ 4 (วอ.4), Thai MRLs (มกษ. 9002-2556), Codex MRLs และประเทศคู่ค้า ได้แก่ EU MRLs และ Japan MRLs ตามลำดับ จากข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรที่ตรวจวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 7 โดยตรวจไม่พบการตกค้างของสารเคมีที่เป็น วอ.4 ในทุกตัวอย่าง แต่พบการตกค้างของสารเกินค่า MRLs จำนวน 8 ชนิดสาร จาก 43 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.74 ของตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด เรียงลำดับจากจำนวนตัวอย่างที่มีการตกค้างเกินค่า MRLs จากมากไปน้อย ได้แก่ cypermethrin จำนวน 13 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.13 chlorpyrifos จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.04 cyhalothrin จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.78 EPN omethoate, profenofos และ triazophos ชนิดสารละจำนวน 2

ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.17 ของแต่ละชนิดสาร และ dicofol จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การพบสารพิษตกค้างทางการเกษตรในตัวอย่างพืชจากแปลงผลิตหลังผ่านการรับรอง GAP นั้น เกิดจากการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง โดยใช้มากกว่าคำแนะนำหรือตามที่ฉลากกำหนด แม้จะสุ่มเก็บตัวอย่างในระยะปลอดภัยต่อการตกค้างของสารที่ฉีดพ่น จึงทำให้ตรวจพบสารพิษตกค้างทางการเกษตรในปริมาณที่มากกว่า MRLs ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค อย่างไรก็ตามจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างเกินค่า MRLs ในแต่ละชนิดสารยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ คือ น้อยกว่าร้อยละ 2 ของตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่เก็บจากจุดรวบรวมและจุดจำหน่าย มีการตกค้างของสารเคมีทั้งในส่วนของชนิดสารและปริมาณ ที่มากกว่าตัวอย่างที่เก็บจากแปลงผลิต GAP โดยในแปลงผลิต GAP พบการตกค้างที่เกินค่า MRLs เพียง 2 ชนิดสาร จาก 22 ตัวอย่าง ขณะที่จุดรวบรวม พบการตกค้างเกินค่า MRLs ของสารจำนวน 5 ชนิดสาร จาก 22 ตัวอย่าง และจุดจำหน่าย ตรวจพบจำนวน 6 ชนิดสาร จาก 19 ตัวอย่างตามลำดับ (ตารางที่ 7) เป็นไปได้ว่าจุดรวบรวมและจุดจำหน่ายผลผลิต อาจมีการคละกั้นของผลผลิตจากแปลงผลิตที่ได้รับและไม่ได้รับการรับรองแปลง GAP จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ตรวจพบชนิดสารและปริมาณการตกค้างของสารเคมีจากกระบวนการผลิตสูงกว่า แสดงให้เห็นว่าหากเกษตรกรยังคงรักษามาตรฐานการผลิตตามระบบ GAP ผลผลิตที่ได้นอกจากจะมีคุณภาพที่ดีแล้ว ยังปลอดภัยต่อการตกค้างของสารเคมีจากกระบวนการผลิตอีกด้วย และจากข้อมูลการวิเคราะห์ทั้งหมดสะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรในเขตภาคใต้ตอนล่างส่วนใหญ่ หลังจากได้รับการรับรองแปลง GAP ยังคงรักษามาตรฐานการผลิตตามระบบ GAP และมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธี ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่ยังคงปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค



แผนภูมิที่ 1 จำนวนตัวอย่างพืชที่พบสารพิษตกค้างทางการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2553

ถึงเดือนกันยายน 2558

ตารางที่ 1 ชนิดพืชและจำนวนตัวอย่างที่สุ่มวิเคราะห์สารพิษตกค้างทางการเกษตรจากแปลงผลิต จุตรอบรวม และจุดจำหน่าย ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง วิเคราะห์ทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างในแต่ละแหล่ง		
		แปลงผลิต	จุตรอบรวม	จุดจำหน่าย
1. กวางตุ้ง	47	25	10	12
2. ช่า	20	14	5	1
3. ข้าวโพดฝักอ่อน	19	12	2	5
4. ข้าวโพด	45	30	5	10
5. คენห่า	24	15	4	5
6. ตะไคร้	29	14	10	5
7. แตงกวา	25	10	10	5
8. ใต้วเหมียว	35	15	10	10
9. ถั่วฝักยาว	38	25	8	5
10. บวบ	31	16	5	10
11. ผักกาดขาว	17	10	5	2
12. ผักโขม	16	10	2	4
13. ผักบุ้ง	23	10	3	10
14. ผักหวาน	33	20	3	10
15. ผักเหลียง	39	30	3	6
16. ใฝ่หวาน	11	6	2	3
17. มะเขือ	27	15	3	9
18. พริก	121	80	20	21
19. มะนาว	48	30	3	15
20. วอเตอร์เครส	35	15	10	10
21. เห็ด	20	10	5	5
22. แก้วมังกร	15	10	1	4
23. เงาะ	30	15	5	10
24. แตงโม	45	30	5	10
25. ทุเรียน	43	30	5	8
26. ฝรั่ง	33	15	8	10
27. มะละกอ	40	25	5	10
28. มังคุด	60	40	10	10
29. ลองกอง	65	40	10	15
30. ลำไย	31	16	5	10
31. ส้มโอ	32	15	7	10
32. สลัด	26	15	6	5
33. สับปะรด	25	10	5	10

รวม	1,148	673	200	275
-----	-------	-----	-----	-----

ตารางที่ 2 ชนิดพืชที่พบสารพิษตกค้างจากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงผลิต GAP หลังการรับรองระบบในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		ค่า MRLs	จำนวนตัวอย่าง	
	วิเคราะห์ทั้งหมด	พบสารพิษตกค้าง	ชนิดสาร / จำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณ (mg/kg)		เกินค่า MRLs	ไม่มีค่า MRLs
1. กวางตุ้ง	25	2	chlorpyrifos /2	0.01-0.16	1 ¹	0	-
2. ข้าวโพด	30	2	deltamethrin /2	0.03-0.04	0.05 ¹	0	-
			fenvalerate /1	0.03	0.1 ¹	0	-
3. ค่ะน้ำ	15	1	chlorpyrifos /1	0.27	1 ²	0	-
4. แตงกวา	10	1	chlorpyrifos /1	0.04	0.05 ³	0	-
5. ถั่วฝักยาว	25	1	cypermethrin /1	0.04	0.7 ¹	0	-
6. บวบ	16	3	chlorpyrifos /1	0.07	-	-	1
			cypermethrin /2	0.01-0.03	-	-	2
7. ผักกาดขาว	10	1	cyfluthrin /1	0.05	0.3 ³	0	-
8. ผักบุ้ง	10	1	cypermethrin /1	0.02	-	-	1
9. ผักหวาน	20	2	cypermethrin /2	0.05-0.06	-	-	2
10. มะเขือ	15	2	cypermethrin /2	0.01-0.02	0.03 ³	0	-
11. พริก	80	32	chlorpyrifos /12	0.01-0.42	0.5 ¹	0	-
			profenofos /3	0.09-0.51	5 ¹	0	-
			ethion /5	0.01-0.36	3 ¹	0	-
			dicofol /2	0.19-0.34	1 ²	0	-
			cypermethrin /9	0.01-0.59	1 ¹	0	-
12. มะนาว	30	1	malathion /1	0.1	2 ³	0	-
			chlorpyrifos /2	0.01-0.17	0.3 ³	0	-
13. เหน็ด	10	1	chlorpyrifos /1	0.01	0.01 ⁴	0	-
14. ทุเรียน	30	1	cypermethrin /1	0.01	1 ³	0	-
15. ฝรั่ง	15	8	chlorpyrifos /5	0.02-0.03	0.05 ³	0	-
			profenofos /1	0.05	0.01 ³	1	-
			prothiophos /1	0.07	-	-	1
			cypermethrin /2	0.02-0.2	0.05 ³	1	-
16. ลำไย	16	2	chlorpyrifos /2	0.03-0.04	0.5 ¹	0	-
17. ส้มโอ	15	4	Pirimiphos-ethyl /2	0.1-0.21	-	-	2
			profenofos /3	0.1-0.17	2 ¹	0	-

รวม	64	-	-	-	2	9
-----	----	---	---	---	---	---

หมายเหตุ /1 /2 /3 /4 เป็นค่า MRLs ของ THAI, CODEX, EU และ JAPAN ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ชนิดพืชที่พบสารพิษตกค้างจากการสู่มเก็บตัวอย่างจากจุดรวบรวมผลผลิตในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		ค่า MRLs	จำนวนตัวอย่าง	
	วิเคราะห์ทั้งหมด	พบสารพิษตกค้าง	ชนิดสาร /จำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณ (mg/kg)		เกินค่า MRLs	ไม่มีค่า MRLs
1. กวางตุ้ง	10	4	chlorpyrifos /4	0.6-1.01	0.5 ^{/1}	4	-
			dicrotophos/2	9.96-10.45	-	-	2
			EPN /2	0.82-0.92	0.1 ^{/4}	2	-
			cypermethrin /4	1.25-2.35	1 ^{/1}	4	-
2. คะน้า	4	2	chlorpyrifos /2	0.05-0.33	1 ^{/2}	0	-
			cypermethrin /2	0.43-0.52	1 ^{/1}	0	-
3. แตงกวา	10	2	chlorpyrifos /2	0.01-0.06	0.05 ^{/3}	1	-
4. บวบ	5	2	cypermethrin /2	0.01-0.03	-	-	2
5. ผักกาดขาว	5	3	chlorpyrifos /3	0.59-1.29	0.5 ^{/1}	3	-
			cypermethrin /3	0.29-0.83	1 ^{/1}	0	-
6. พริก	20	19	chlorpyrifos /13	0.01-0.42	0.5 ^{/1}	0	-
			profenofos /4	0.09-0.51	5 ^{/1}	0	-
			ethion /6	0.02-0.36	3 ^{/1}	0	-
			triazophos /2	0.07-0.13	0.01 ^{/3}	2	-
			dicofol /3	0.19-0.34	1 ^{/2}	0	-
7. มะนาว	3	3	cyhalothrin /5	0.05-0.19	0.1	5	-
			cypermethrin /12	0.01-0.39	1 ^{/3}	0	-
			ethion /1	0.12	1 ^{/1}	0	-
8. ทุเรียน	5	1	malathion /1	0.32	7 ^{/2}	0	-
			pirimiphos-ethyl /1	0.02	-	-	1
			cypermethrin /1	0.06	1 ^{/3}	0	-
9. ฝรั่ง	8	6	chlorpyrifos /6	0.02-0.16	0.05 ^{/3}	1	-

10. ส้มโอ	7	2	chlorpyrifos /2	0.02-0.07	0.3 ^{/3}	0	-
			profenofos /1	0.07	2 ^{/1}	0	-
รวม	44	-	-	-	-	22	5

หมายเหตุ /1 /2 /3 /4 เป็นค่า MRLs ของ THAI, CODEX, EU และ JAPAN ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ชนิดพืชที่พบสารพิษตกค้างจากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากจุดจำหน่ายผลผลิตในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		ค่า MRLs	จำนวนตัวอย่าง	
	วิเคราะห์ทั้งหมด	พบสารพิษตกค้าง	ชนิดสาร /จำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณ (mg/kg)		เกินค่า MRLs	ไม่มีค่า MRLs
1. กวางตุ้ง	12	8	chlorpyrifos /4	0.04-2.01	0.5 ^{/1}	2	-
			profenofos /1	0.22	0.5 ^{/1}	0	-
			cyhalothrin /1	0.02	0.3 ^{/1}	0	-
			cypermethrin /6	0.25-4.31	1 ^{/1}	3	-
2. ข่า	1	1	chlorpyrifos /1	0.01	1 ^{/1}	0	-
3. ค่ะน้ำ	5	2	profenofos /1	0.52	0.5 ^{/1}	1	-
			deltamethrin /1	0.45	2 ^{/3}	0	-
			cypermethrin /3	0.37-4.28	0.5 ^{/1}	2	-
4. แตงกวา	5	2	chlorpyrifos /2	0.03-0.07	0.05 ^{/3}	1	-
5. บวบ	10	3	chlorpyrifos /1	0.05	-	-	1
			cypermethrin /2	0.07-0.09	-	-	2
6. ผักกาดขาว	2	1	diazinon /1	0.03	0.05 ^{/1}	0	-
7. ผักหวาน	10	1	cypermethrin /1	0.33	-	-	1
8. มะเขือ	9	5	EPN /1	0.33	-	0	1
			omethoate /2	1.48-1.54	0.02 ^{/3}	2	-

9. พริก	21	14	cypermethrin /3	0.05-0.19	0.03 ^{/1}	3	-
			chlorpyrifos /4	0.01-0.48	0.5 ^{/1}	0	-
			profenofos /4	0.05-0.63	5 ^{/1}	0	-
			ethion /2	0.14-0.21	3 ^{/3}	0	-
			dicofol /2	0.72-2.44	1 ^{/2}	1	-
			cyhalothrin /5	0.05-0.20	0.1 ^{/3}	4	-
			cypermethrin /6	0.01-0.23	1 ^{/1}	0	-
10. มะนาว	15	5	deltamethrin /2	0.02-0.07	0.1 ^{/1}	0	-
			fenvalerate /2	0.02-0.03	0.05 ^{/1}	0	-
			chlorpyrifos /2	0.01-0.08	1 ^{/2}	0	-
			malathion /2	0.02-0.05	7 ^{/3}	0	-
			profenofos /1	0.01	0.05 ^{/1}	0	-
11. ทูเรี่ยน	8	1	ethion /1	0.12	1 ^{/1}	0	-
			cypermethrin /1	0.01	1 ^{/3}	0	-

ตารางที่ 4 (ต่อ) ชนิดพืชที่พบสารพิษตกค้างจากการสู่มเก็บตัวอย่างจากจุดจำหน่ายผลผลิตใน
เขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง		ผลการวิเคราะห์		ค่า MRLs	จำนวนตัวอย่าง	
	วิเคราะห์ ทั้งหมด	พบสารพิษ ตกค้าง	ชนิดสาร /จำนวน ตัวอย่างที่พบ	ปริมาณ (mg/kg)		เกินค่า MRLs	ไม่มีค่า MRLs
12. ฝรั่ง	10	3	chlorpyrifos /1	0.03	0.05 ^{/3}	0	-
			omethoate /1	0.14	0.02 ^{/3}	0	-
			cypermethrin /2	0.01-0.03	0.05 ^{/3}	0	-
13. ส้มโอ	10	3	malathion /3	0.02-0.08	0.2 ^{/1}	0	-
			profenofos /1	0.07	2 ^{/1}	0	-
รวม		49	-	-	-	19	

หมายเหตุ /1 /2 /3 /4 /5 เป็นค่า MRLs ของ THAI, CODEX, EU, JAPAN และ KOREA ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรที่พบในตัวอย่าง จำนวน 1,148 ตัวอย่าง จากแปลงผลิต GAP หลังการรับรอง จุตรวบรวม และจุดจำหน่าย ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

แหล่ง ตัวอย่าง	ชนิดสาร	จำนวนตัวอย่าง ที่พบสารพิษตกค้าง	ร้อยละของการพบ สารพิษตกค้าง	ปริมาณที่พบ (mg/kg)
แปลงผลิต	chlorpyrifos	27	2.35	0.01-0.42
	ethion	5	0.44	0.01-0.36
	profenofos	7	0.61	0.09-0.51
	malathion	1	0.09	0.1
	prothiophos	1	0.09	0.07
	pirimiphos-ethyl	2	0.17	0.1-0.21
	dicofol	2	0.17	0.19-0.34
	cyfluthrin	1	0.09	0.05
	cypermethrin	19	1.66	0.01-0.59
	deltamethrin	2	0.17	0.03-0.04
	fenvalerate	1	0.09	0.03

ตารางที่ 5 (ต่อ) ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรที่พบในตัวอย่าง จำนวน 1,148 ตัวอย่าง จากแปลงผลิต GAP หลังการรับรอง จุตรวบรวม และจุดจำหน่าย ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

แหล่ง ตัวอย่าง	ชนิดสาร	จำนวนตัวอย่าง ที่พบสารพิษตกค้าง	ร้อยละของการพบ สารพิษตกค้าง	ปริมาณที่พบ (mg/kg)
จุตรวบรวม	chlorpyrifos	32	2.79	0.01-1.01
	dicrotophos	2	0.17	9.96-10.45

	ethion	7	0.61	0.02-0.36
	EPN	2	0.17	0.82-0.92
	malathion	1	0.09	0.32
	pirimiphos-ethyl	1	0.09	0.02
	profenofos	5	0.44	0.07-0.51
	triazophos	2	0.17	0.07-0.13
	dicofol	3	0.26	0.19-0.34
	cyhalothrin	5	0.44	0.05-0.19
	cypermethrin	24	2.09	0.01-2.35
จุดจำหน่าย	chlorpyrifos	14	1.22	0.01-2.01
	diazinon	1	0.09	0.03
	EPN	1	0.09	0.33
	ethion	3	0.26	0.12-0.21
	malathion	2	0.17	0.02-0.05
	omethoate	2	0.17	1.48-1.54
	profenofos	7	0.61	0.01-0.63
	dicofol	2	0.17	0.74-2.44
	cyhalothrin	6	0.52	0.02-0.19
	cypermethrin	22	1.92	0.01-4.31
	deltamethrin	3	0.26	0.02-0.45
	fenvalerate	2	0.17	0.02-0.03

ตารางที่ 6 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรที่พบในตัวอย่าง จำนวน 1,148 ตัวอย่าง ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558

ชนิดสาร	จำนวนตัวอย่าง	ร้อยละของการพบ	ปริมาณที่พบ
---------	---------------	----------------	-------------

	ที่พบสารพิษตกค้าง	สารพิษตกค้าง	(mg/kg)
1. chlorpyrifos	73	6.36	0.01-2.01
2. diazinon	1	0.09	0.03
3. dicrotophos	2	0.17	9.96-10.45
4. ethion	15	1.31	0.01-0.36
5. EPN	3	0.26	0.33-0.92
6. profenofos	7	0.61	0.09-0.51
7. malathion	4	0.35	0.02-0.32
8. omethoate	2	0.17	1.48-1.54
9. profenofos	12	1.05	0.07-0.51
10. prothiophos	1	0.09	0.07
11. pirimiphos-ethyl	3	0.26	0.02-0.21
12. triazophos	2	0.17	0.07-0.13
13. dicofol	7	0.61	0.19-2.44
14. cyfluthrin	1	0.09	0.05
15. cyhalothrin	11	0.96	0.02-0.19
16. cypermethrin	65	5.66	0.01-4.31
17. deltamethrin	5	0.44	0.02-0.45
18. fenvalerate	3	0.26	0.02-0.03

ตารางที่ 7 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่า MRLs ในตัวอย่าง ที่สุ่มเก็บจากแปลงผลิต หลังผ่านการรับรอง GAP จุดรวบรวม และจุดจำหน่าย จำนวน 1,148 ตัวอย่าง ใน เขตภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนสิงหาคม 2558

ชนิดสาร	ตัวอย่าง เกินค่า MRLs (ร้อยละ)	ชนิดพืช	ตัวอย่าง เกินค่า MRLs แต่ ละชนิดพืช	ปริมาณ ที่พบ (mg/kg)	ค่า MRLs	
					เกณฑ์	ปริมาณ (mg/kg)
แปลงผลิต GAP						
cypermethrin	1 (0.09)	ฝรั่ง	1	0.01-0.20	0.05	Thai
profenofos	1 (0.09)	ฝรั่ง	1	0.05	0.01	EU
จุดรวบรวม						
chlorpyrifos	9 (0.78)	กวาดุ้ง	4	0.60-2.01	0.5	Thai
		แตงกวา	1	0.01-0.06	0.05	EU
		ผักกาดขาว	3	0.59-1.29	0.5	Thai
		ฝรั่ง	1	0.02-0.16	0.05	Thai
cyhalothrin	5 (0.43)	พริก	5	0.05-0.19	0.1	Thai
cypermethrin	4 (0.35)	กวาดุ้ง	4	1.25-2.35	1	Thai
EPN	2 (0.17)	กวาดุ้ง	2	0.82-0.92	0.1	Japan
triazophos	2 (0.17)	พริก	2	0.07-0.13	0.01	EU
จุดจำหน่าย						
cypermethrin	8 (0.70)	กวาดุ้ง	3	0.25-4.31	1	Thai
		คะน้า	2	0.37-4.28	0.5	Thai
		มะเขือ	3	0.05-0.19	0.03	Thai
cyhalothrin	4 (0.35)	พริก	4	0.05-0.20	0.1	EU
chlorpyrifos	3 (0.26)	กวาดุ้ง	2	0.04-2.01	0.5	Thai
		แตงกวา	1	0.03-0.07	0.05	EU
omethoate	2 (0.17)	มะเขือ	2	1.48-1.54	0.02	EU
dicofol	1 (0.09)	พริก	1	0.72-2.44	1	Codex
profenofos	1 (0.09)	คะน้า	1	0.52	0.5	Thai
รวม	43 (3.74)					

ตารางที่ 8 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่า MRLs ในตัวอย่างผลผลิตที่สุ่มวิเคราะห์ จำนวน 1,148 ตัวอย่าง ในเขตภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2558

ชนิดสาร	ตัวอย่าง เกินค่า MRLs (ร้อยละ)	ชนิดพืช	ตัวอย่าง เกินค่า MRLs แต่ ละชนิดพืช	ปริมาณ ที่พบ (mg/kg)	ค่า MRLs	
					เกณฑ์	ปริมาณ (mg/kg)
cypermethrin	13 (1.13)	กวาดตุง	7	0.25-4.31	1	Thai
		คะน้า	2	0.37-4.28	0.5	Thai
		ฝรั่ง	1	0.01-0.2	0.05	Thai
		มะเขือ	3	0.05-0.19	0.03	Thai
chlorpyrifos	12 (1.04)	กวาดตุง	6	0.04-2.01	0.5	Thai
		แตงกวา	2	0.01-0.07	0.05	EU
		ผักกาดขาว	3	0.59-1.29	0.5	Thai
		ฝรั่ง	1	0.02-0.16	0.05	EU
cyhalothrin	9 (0.78)	พริก	9	0.05-0.20	0.1	EU
EPN	2 (0.17)	กวาดตุง	2	0.82-0.92	0.1	Japan
omethoate	2 (0.17)	มะเขือ	2	1.48-1.54	0.02	EU
profenofos	2 (0.17)	ฝรั่ง	1	0.05	0.01	EU
		คะน้า	1	0.52	0.5	Thai
triazophos	2 (0.17)	พริก	2	0.07-0.13	0.01	EU
dicofol	1 (0.09)	พริก	1	0.72-2.44	1	Codex
รวม	43 (3.74)					

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการตรวจติดตามการตกค้างของสารพิษทางการเกษตรในตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงของเกษตรกร ที่ผ่านการรับรอง GAP จุดรวมรวม และจุดจำหน่าย ในเขตภาคใต้ตอนล่าง 7 จังหวัด ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง

สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวนทั้งหมด 1,148 ตัวอย่าง จากพืช 33 ชนิด ทำการวิเคราะห์สารพิษตกค้างทางการเกษตร 3 กลุ่มสาร คือ กลุ่ม organophosphates จำนวน 26 ชนิดสาร สารกลุ่ม organochlorines จำนวน 4 ชนิดสาร และสารกลุ่ม pyrethroids จำนวน 7 ชนิดสาร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Steinwandter (Steinwandter H, 1985) ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1. ตัวอย่างวิเคราะห์ที่สุ่มจากทั้ง 3 แหล่ง คือ แปลงของเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP จุฬารวมรวม และจุดจำหน่าย พบว่า ตัวอย่างจากแปลงของเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP มีร้อยละการตรวจพบสารตกค้างทางการเกษตร น้อยกว่าจุดรวบรวม และจุดจำหน่าย อีกทั้งตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่แม้จะมีการตรวจพบสารตกค้างทางการเกษตร แต่ก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค คือ มีค่าสารตกค้างทางการเกษตรน้อยกว่าค่า MRL ขณะที่จุดรวบรวมและแหล่งจำหน่าย ตรวจพบสารตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยในการบริโภค คือ มีค่าสารตกค้างมากกว่าค่า MRL มากกว่าตัวอย่างจากแปลงของเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่แปลงผลิตได้ผ่านการรับรองแปลง GAP แล้ว ยังคงมีการรักษามาตรฐานการผลิตให้มีความปลอดภัยจากการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตร หรือหากมีการตกค้างก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ อาจเป็นไปได้ว่าผลผลิตทางการเกษตรจากจุดรวบรวมและจุดจำหน่าย มีการปะปนกันระหว่างผลผลิตจากแปลง GAP ที่มีกระบวนการควบคุมคุณภาพการผลิต และผลผลิตจากแปลงที่ยังไม่ได้เข้าโครงการ GAP ซึ่งอาจมีผลผลิตที่ผลิตจากกระบวนการที่ไม่ปลอดภัยจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร จึงทำให้ตรวจพบสารตกค้างที่สูงกว่าระดับความปลอดภัยมากกว่า

2. ชนิดสารตกค้างที่พบจากทั้ง 3 แหล่ง คือ แปลงของเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP จุฬารวมรวม และจุดจำหน่าย ส่วนใหญ่เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยชนิดสารที่ตรวจพบการตกค้างมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin อีกทั้งยังตรวจพบการตกค้างเกินค่าความปลอดภัย หรือ มีค่ามากกว่า MRL มากเป็น 2 อันดับแรกเช่นเดียวกัน ซึ่งสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ดี ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่ายในร้านขายเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรทั่วไป เกษตรกรจึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สารพิษตกค้างชนิดอื่นที่ตรวจพบ ได้แก่ diazinon, dicrotophos, ethion, EPN, profenofos, malathion, omethoate, profenofos, prothiophos, pirimiphos-ethyl, triazophos, dicofol, cyfluthrin, cyhalothrin, deltamethrin และ fenvalerate

3. จากผลการวิเคราะห์ที่มีการตรวจพบสารเคมีตกค้างทางการเกษตรในผลผลิตเกินค่าความปลอดภัย หรือ มีค่ามากกว่า MRL นั้น แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรบางรายยังคงมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่เหมาะสม ดังนั้นเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องควรให้ความสนใจในการติดตาม ควบคุมการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้ถูกต้อง เหมาะสม และเข้มงวดยิ่งขึ้น รวมทั้งให้ความรู้และแรงจูงใจให้เกษตรกรใช้สารชีวภาพทดแทนการใช้สารเคมี หรือการใช้เทคโนโลยีกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน หากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชในระดับที่ไม่มากนัก อย่างไรก็ตามในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ตรวจไม่พบสารเคมีตกค้างที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 (วอ.4) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ได้ประกาศห้ามมิให้มีการผลิต นำเข้า ส่งออก และครอบครองตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ซึ่งแก้ไข

เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2551 แสดงให้เห็นว่ามาตรการการบังคับใช้กฎหมายควบคุมตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร ได้ผลดีในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

4. ชนิดพืชที่จัดเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงที่ควรติดตามการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างอย่างใกล้ชิด มีทั้งสิ้น 7 ชนิด ได้แก่ กวางตุ้ง คะน้า แตงกวา ผักกาดขาว ฟรั่ง พริก และมะเขือ เนื่องจากเป็นชนิดพืชที่มีการตรวจพบสารเคมีตกค้างทางการเกษตรจากกระบวนการผลิตอยู่ในระดับที่เกินค่าความปลอดภัย นอกจากนี้มีพืชอีก 5 ชนิด ได้แก่ บวบ ผักหวาน ผักบุ้ง มะนาว และส้มโอ ที่ควรมีการเฝ้าติดตามการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตบ้างหรือสุ่มตรวจติดตามเป็นระยะ เนื่องจากมีการตรวจพบสารเคมีตกค้างทางการเกษตร แต่ปริมาณสารเคมีการตรวจพบยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

5. จากผลการดำเนินงานที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร เป็นเพียงมาตรการหนึ่งที่ทำให้เกิดความปลอดภัยด้านพืชเพิ่มขึ้น แต่การพัฒนากระบวนการผลิตและการตรวจสอบพืชให้มีความน่าเชื่อถือยังคงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้นอกจากทำให้ไม่ถูกนำมาใช้เป็นข้ออ้างหรือการกีดกันทางการค้าแล้ว ยังสามารถเพิ่มความเชื่อมั่นในสินค้าเกษตรโดยเฉพาะผลผลิตที่มาจากแปลงที่ผ่านการรับรอง GAP ว่ามีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งการควบคุมมาตรฐานการผลิตควรเริ่มตั้งแต่กระบวนการต่างๆในแปลงผลิต จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค โดยเฉพาะขั้นตอนการปลูกพืชในแปลงผลิต เป็นขั้นตอนที่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชจำนวนมาก

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 10.1 ใช้เป็นฐานข้อมูลสารพิษตกค้างทางการเกษตรของพืชในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
- 10.2 ได้ข้อมูลความปลอดภัยด้านพืชในส่วนของสารตกค้างของสารเคมีทางการเกษตร เพื่อนำมาประเมินมาตรฐานการผลิตพืชของเกษตรกร หลังจากได้รับการรับรองแปลงผลิต GAP

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

-

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2556. คู่มือแนะนำ การสืบค้นค่าปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits : MRLs) ของประเทศคู่ค้า. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. 41 หน้า.

กองวัตถุมีพิษ, 2544. ความรู้พื้นฐานการวิเคราะห์คุณภาพและสารพิษตกค้างทางวัตถุมีพิษการเกษตร. เอกสารวิชาการประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 14-19 มีนาคม 2544.

จินตนา ภู่มงกุฎชัย และพนิดา ไชยยันต์บุรณ์. 2553. ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2552 เล่มที่ 1: วิจัยการเฝ้าระวังปริมาณสารพิษตกค้างในพริก. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการ

- เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. 115-123 หน้า.
- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 46 หน้า.
- มาตรฐานสินค้าเกษตร. 2556. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- มาตรฐานสินค้าเกษตร. 2556. สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 50 หน้า.
- วัชรพร ศรีสว่างวงศ์ ปริญญา สุขสุพรรณ จารุพงศ์ ประสพสุข และชัยศักดิ์ ผั่วพลสง. 2554. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนหลังการรับรองระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP). หน้า 313-323. ใน : เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระบบเกษตรไทยได้ร่วมพระบารมี เพื่อความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน. 8-10 สิงหาคม 2554 ณ โรงแรมตักสิลา จ.มหาสารคาม.
- สุธินี สาสีสั่ง พรศิริ สายะพันธ์ เบญจมาศ ใจแก้ว และยสิทธิ์ อินทรสถิตย์. 2558. สถานการณ์การตกค้างของสารพิษตกค้างทางการเกษตรในพริกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง. กรมวิชาการเกษตร. 64 หน้า.
- Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. Fresenius Z. anal chem. 322 : 752-754.
- Codex MRLs. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/index.html>. (1 ตุลาคม 2558).
- EU MRLs. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database-redirect/index_en.htm. (1 ตุลาคม 2558).
- Japan MRLs. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html>. (1 ตุลาคม 2558).

13. ภาคผนวก -