รายงานโครงการวิจัย

การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก

Study on Degradation of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

จินตนา ภู่มงกุฎชัย

Jintana Poomongkutchai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในผลไม้และผัก

Study on Degradation of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
จินตนา ภู่มงกุฎชัย
Jintana Poomongkutchai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารถ (Foreword หรือ Preface)

โครงการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก เป็นการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง โดยดำเนินการในพืชที่เป็นพืชส่งออก เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ หรือพืชที่มีปัญหาการแจ้งเตือน เป็นการศึกษาในแปลงทดลองตามหลักเกณฑ์ของโคเด็กซ์ (Codex Guidelines) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล โดยใช้วัตถุอันตรายที่ได้รับการขึ้นทะเบียน ภายใต้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice; GAP) และวางแผนการทดลองแบบ supervised residue trial และเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะเวลาต่างๆ หลังการใช้พ่นครั้งสุดท้าย การวิเคราะห์ชนิดของสารพิษตกค้างตาม residue definition และวิธีการวิเคราะห์ที่เลือกใช้จะต้องผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีตามหลักมาตรฐานสากล เพื่อนำข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้างไปกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval ; PHI) หลังการพ่นสาร และนำไปเสนอคณะกรรมการวิชาการพิจารณามาตรฐานสินค้าเกษตร พิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit ; MRL) ของไทย (Thai MRLs) และเสนอต่อเพื่อพิจารณากำหนดค่า Asean และ Codex MRLs ต่อไป

เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัย คณะนักวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลจากการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ ทั้งเกษตรกร หรือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ส่งผลให้เกิดความร่วมมือให้มีการผลิตอาหารปลอดภัย มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคมากขึ้น สำหรับค่า MRLs ที่ได้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดค่าความปลอดภัย ช่วยลดปัญหาการกีดกันทางการค้า และเพิ่มมูลค่าในการส่งออกสินค้าได้มากยิ่งขึ้น

คณะนักวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

หน้า

คณะผู้วิจัย 5

บทคัดย่อ 6

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ 8

บทนำ 9

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 10

ขอบเขตของโครงการวิจัย 10

การทบทวนวรรณกรรม 11

ผลการวิจัยและอภิปรายผล 13

กิจกรรมที่ 1 : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง 13

กิจกรรมที่ 2 : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบริโภคผล (fruiting vegetable) เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง 19

กิจกรรมที่ 3 : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักใบตระกูลกะหล่ำ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง 27

กิจกรรมที่ 4 : การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักอื่นๆเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง 32

บทสรุปและข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 37

ภาคผนวก 39

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

จินตนา ภู่มงกุฎชัย
ศศิมา มั่งนิมิตร์
วิทยา บัวศรี
บุญทวีศักดิ์ บุญทวี
ชนิตา ทองแซม
พรนภัส วิชานนะณานนท์
มัลลิกา ทองเขียว
ศศิณิฎา คงแช่มดี
ประพันธ์ เคนท้าว
มติมล แสงสว่าง
ภาสินี ไชยชะนะ

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ
ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล
ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร
สุพัตรี หนูสังข์
วีระสิงห์ แสงวรรณ
วาเลนไทน์ เจือสกุล
พชร เมินหา
วิชุตา ควรหัตร์
ชนิกัณดา เทสสิริ
ศิริพันธ์ สมุทรศรี
ปกป้อง ทะนันชัย

Research Team

Jintana Poomongkutchai
Sasima Mungnimitr
Wittaya Buasri
Boonthaweesak Boonthawee
Chanita Thongsam
Pornnaphat Wichannananon
Malika Thongkheaw
Sasinida khongchamdee
Praphan Kenthao
Matimon Sangsawang
Pasinee Chaichana

Prachathipat Pongpinyo
Laksamee Dachanuraknukul
Piyasak Akcaboot
Supattri Noosang
Weerasing Sangwan
Valentine Juasakul
Pachara Meanha
Wichuta Kuanhut
Chanikanda Tessiri
Siripan Samutsri
Pokpong Thananchai

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชผักและผลไม้ในพืชทางการเกษตรส่งออก ได้แก่ ทุเรียน ส้มเขียวหวาน มะม่วง พริก มะเขือ คะน้า ถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit, MRL) โดยกำหนดการทดลองตามวิธีการศึกษาการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practice, GAP) ทำการทดลองในแปลงทดลองปีละ 2 แปลง โดยวางแผนการทดลองแบบ supervised residue trial ตามหลักเกณฑ์ของโคเด็กซ์ ทำการเก็บผลผลิตที่ระยะเวลาต่างๆ หลังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรครั้งสุดท้าย นำตัวอย่างมาสกัดและวิเคราะห์ชนิดของสารพิษตกค้างด้วยวิธีตามหลักมาตรฐานสากล ซึ่งโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ ได้แก่ ทุเรียน ส้มเขียวหวานและมะม่วง ประกอบด้วย 9 การทดลอง กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบริโภคผล ได้แก่ พริกและมะเขือ ประกอบด้วย 13 การทดลอง กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักกินใบตระกูลกะหล่ำ ได้แก่ คะน้า ประกอบด้วย 6 การทดลอง กิจกรรมที่ 4 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักอื่น ๆ ได้แก่ ถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่งและกะเพรา ประกอบด้วย 5 การทดลอง รวมทั้ง 4 กิจกรรมมีการทดลองทั้งหมด 33 การทดลอง จากการทดลองจะได้ชุดข้อมูลการสลายตัวทั้งหมด 131 ชุดข้อมูล สามารถกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval, PHI) หลังการฉีดพ่นสาร จำนวน 33 ค่า และกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างได้จำนวน 9 ค่า โดยค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่กำหนดสามารถใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงทางการค้าได้ จากผลดังกล่าวทำให้ผลผลิตทางการเกษตรของไทยมีความปลอดภัยและเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้าส่งผลให้ต่างประเทศมีความต้องการสินค้าเกษตรของไทยมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The objective of this project is to study the degradation of residues in export agricultural plants such as durian, mandarin, mango, chili, aubergine, chinese broccoli, yard long been, stinking and holy basil for determining of the maximum residue limits (MRLs). The experimental design was conducted by the pesticide use both acceptable and reliable under the agricultural standard on good agricultural practices (GAP). Two experiment plots were conducted for each year. The experimental design was carried out by the supervised residue trial according to the Codex guidelines, and the samples were collected at the day after the last application on the different times. The pesticide residues were extracted and analyzed according to the international standard methods. This project consists of 4 activities for example the study on the degradation of pesticide residues in fruits (durian, mandarin, mango) including 9 experiments, the study on the degradation of pesticide residues in fruiting vegetable (chili and aubergine) including 13 experiments, the study on the degradation of pesticide residues in leafy vegetables (chinese broccoli) including 6 experiments, and the study on the degradation of pesticide residues in vegetables (yard long been, stinking and holy basil) including 5 experiments. Total of 33 experiments and 131 degradation of pesticide residues data were obtained from 4 activities. The pre harvest interval (PHI) were investigated for 33 values whereas the MRL were established for 9 values. These MRL values can be used as a commercial reference. These will confirm that the Thai agricultural products are safe and acceptable for trading partners resulting in the foreign countries have a need more demand. Moreover, these will increase the value to the overall economic system of the sustainable Thailand.

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

MRL (Maximum Residue Limit) = ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง หมายถึง ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้าเกษตร กำหนดโดยคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร เป็นค่ามาตรฐานเพื่อใช้บอกถึงปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีได้

PHI (Pre-Harvest Interval; PHI) = ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยหลังการพ่นสาร หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชครั้งสุดท้ายจนถึงวันเก็บเกี่ยว หรือระยะหยุดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

การส่งออกสินค้าเกษตรของประเทศไทยต้องปฏิบัติตามข้อตกลงในเรื่อง มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้ในการจำกัดการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อปกป้องและคุ้มครองสุขภาพของมนุษย์ พืช สัตว์ในประเทศของตนเอง ในด้านที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการบริโภคที่เกิดจากสารเคมีที่ติดมากับพืชและผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ประเทศผู้นำเข้าสินค้าจึงใช้ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในอาหารมาเป็นข้อกีดกันหรือข้อต่อรองทางการค้าสินค้าเกษตร การส่งออกสินค้าเกษตรของไทยนอกจากมีปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง ยังมีปัญหาศัตรูพืชติดไปกับสินค้าเกษตรด้วย โดยในปี 2550 สหภาพยุโรป ได้แจ้งเตือนการตรวจพบศัตรูพืชในสินค้าเกษตรจากไทยรวม 202 ครั้ง ซึ่งการแจ้งเตือน 5 อันดับแรก คือ โหระพา 41 ครั้ง ผักชีฝรั่ง 27 ครั้ง กล้วยไม้ 26 ครั้ง มะเขือ 20 ครั้ง และพริก 16 ครั้ง สินค้าที่ตรวจพบศัตรูพืชดังกล่าวจะถูกอายัด หรือปฏิเสธการนำเข้า หรือทำลายและมีการประกาศในระบบแจ้งเตือนของอาหารและอาหารสัตว์ (Rapid Alert System for Food and Feed ; RASFF) (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2550)

ในปี 2553 ผักที่ส่งออกไปสหภาพยุโรปตรวจพบศัตรูพืชหลายครั้ง ทำให้สหภาพยุโรปออกมาตรการคุมเข้ม หากประเทศไทยไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ สหภาพยุโรปจะระงับการนำเข้าจากไทยทันที ทำให้ในปี 2553 ประเทศไทยตรวจเข้มศัตรูพืชในสินค้าเกษตร ณ จุดส่งออก และได้ข้อมูลศัตรูพืชที่พบบ่อย ได้แก่ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน หนอนชอนใบ และหนอนเจาะผล พืชที่ตรวจพบศัตรูพืช คือ กะเพรา โหระพา แมงลัก ผักชีฝรั่ง มะเขือ สะระแหน่ คะน้า และคื่นฉ่าย สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ตรวจพบศัตรูพืชเนื่องจากยังไม่มีคำแนะนำในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญในพืชดังกล่าวข้างต้น ทำให้ไม่มีคำแนะนำที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเกษตรกร ทำให้เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารตกค้างจากสารที่ไม่ได้แนะนำ จึงเป็นภารกิจที่กรมวิชาการเกษตรต้องดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญในพืชส่งออกที่มีปัญหาศัตรูพืช รวมทั้งทำการศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อเป็นข้อมูลเสนอโคเด็กซ์ พิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit ; MRL) หรือเรียกว่า ค่า Codex MRLs และเสนอที่ประชุมอาเซียนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของอาเซียน (Asean MRLs)

การกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง หรือค่า MRL ในผักและผลไม้ ทำให้ประเทศไทยมีเกณฑ์ในการค้าระหว่างประเทศ เป็นการช่วยลดปัญหาการส่งออกได้ หากไม่มีค่า MRL ประเทศคู่ค้าจะใช้ค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ (Limit of Quantitation ; LOQ) ซึ่งเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นเกณฑ์ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก โดยไม่ได้คำนึงถึงความปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัย ทำให้ประเทศไทยเสียโอกาสทางการค้ากับต่างประเทศและการส่งออกเสียเปรียบ อย่างไรก็ตามโครงการนี้จะให้ความสำคัญในผักและผลไม้ที่มีปัญหาการแจ้งเตือนจากประเทศคู่ค้า หรือเป็นสินค้าส่งออกของไทยแต่ไม่มีค่า MRLs สำหรับใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงทางการค้า และเพื่อให้ผลผลิตทางการเกษตรของไทยมีมาตรฐานความปลอดภัยเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า ทำให้ต่างประเทศมีความต้องการสินค้าเกษตรของไทยมากขึ้น เป็นผลในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เพื่อใช้ประกอบการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs)

ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก ทำการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในพืชที่มีปัญหาสารตกค้าง ได้แก่ ทุเรียน ส้มเขียวหวาน มะม่วง พริก มะเขือ คะน้า ถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา โดยศึกษาวัตถุมีพิษที่มีคำแนะนำการใช้ ภายใต้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) และวางแผนการทดลองแบบ supervised trial ตามหลักเกณฑ์ของ Codex มีการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานในแปลงทดลองสอดคล้องกับหลักการ GLP (Good Laboratory Practice) วิธีการวิเคราะห์ที่เลือกใช้จะต้องผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี ตามหลักมาตรฐานสากล การวิเคราะห์ชนิดของสารพิษตกค้างตาม residue definition และมีการควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม โดยโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบริโภคผล (fruiting vegetable) เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักกินใบตระกูลกะหล่ำ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักอื่น ๆ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

กรมวิชาการเกษตร

การทบทวนวรรณกรรม

เมื่อมีการใช้สารพิษทางการเกษตรเพื่อกำจัดศัตรูพืช ก็ย่อมมีสารพิษตกค้างในพืชตามมา โดยที่ประเทศไทยต้องปฏิบัติตามข้อตกลงในเรื่อง มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS) ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้ในการจำกัดการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อปกป้องและคุ้มครองชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืช สัตว์ ในประเทศของตนเอง ในด้านที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการบริโภค หรือเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ติดมากับพืช สัตว์และผลิตภัณฑ์รวมทั้ง สารเจือปนในอาหาร สารพิษ หรือจุลินทรีย์ที่เป็นพาหะของโรค ทั้งนี้การกำหนดระดับความปลอดภัยและการตรวจสอบมาตรฐานสินค้า ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศและตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และยังเป็นมาตรการที่ครอบคลุมทั้งในด้านกฎหมาย ข้อกำหนด และระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวกับหลักเกณฑ์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอน และวิธีการผลิต การตรวจสอบวิเคราะห์ การพิจารณาอนุมัติออกใบรับรองการกักกันต่าง ๆ โดยมาตรการที่กำหนดออกมาต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ในการตรวจวิเคราะห์ และการประเมินข้อมูลที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) ในปี 2556 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ได้รวบรวมค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของสารเคมี 48 ชนิดรวมทั้งหมด 728 ค่า โดยอ้างอิงจากค่า Codex MRL และได้มีการสัมมนาระดมความเห็นต่อร่างมาตรฐานสินค้าเกษตรเรื่องปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2556 เพื่อควบคุมดูแลการผลิตอาหารปลอดภัยสำหรับประเทศไทย

สมสมัยและคณะ (2556) ได้ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม โดยเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวาน 124 ตัวอย่าง และส้มโอ 101 ตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง พบว่า ส้มเขียวหวานมีสารตกค้างในทุกตัวอย่าง ชนิดสารพิษตกค้างที่พบในส้มเขียวหวานมีทั้งหมด 30 ชนิด โดยสารตกค้างที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ คาร์เบนดาซิม รองลงมาได้แก่ คาร์โบฟูราน ไซเพอร์เมทริน คลอร์ไพริฟอส อีไทออน โพรฟีโนฟอส ไพริดาเบน มีตัวอย่างพบสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัยร้อยละ 51 สารที่พบเกินค่าปลอดภัยได้แก่ คาร์เบนดาซิม คาร์โบฟูราน อีไทออน โพรฟีโนฟอส ส่วนส้มโอพบสารตกค้างใน 74 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ75 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ชนิดสารพิษตกค้างที่พบในส้มโอมีทั้งหมด 17 ชนิด สารตกค้างที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ คาร์เบนดาซิม รองลงมา คือ ไซเพอร์เมทริน อีไทออน คลอร์ไพริฟอส และโพรฟีโนฟอส และพบว่ามีส้มโอ 1 ตัวอย่าง ที่มีสารพิษตกค้างคาร์เบนดาซิมเกินค่าปลอดภัย

ยงยุทธและคณะ (2556) ได้ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ สุ่มตัวอย่างผักตระกูลมะเขือ 15 ชนิด จำนวน 325 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่าย รวม 37 จังหวัด นำมาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ผลปรากฏว่าพบสารตกค้าง 110 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.8 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ ชนิดสารพิษตกค้างที่พบในผักตระกูลมะเขือ มีทั้งหมด 10 ชนิด สารตกค้างที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ ไซเพอร์เมทริน รองลงมา คือ คลอร์ไพริฟอส โพรฟีโนฟอส อีไทออน แต่ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยใน

ปี พ.ศ.2557 ปิยะศักดิ์และคณะ (2557) ได้ศึกษาการสลายตัวของฟิโพรนิลในคะน้า 2 แปลงทดลอง และได้ดำเนินการอีก 2 แปลงทดลอง ในปี พ.ศ.2558 ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลครบ 6 แปลงทดลอง เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์ในการเสนอเพื่อกำหนดค่า Codex MRL ได้ จึงเสนอแผนการทดลองศึกษาการสลายตัวของฟิโพรนิลในคะน้า ในปี พ.ศ.2560 การทำแปลงทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืช จึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากประเทศไทยมีสินค้าเกษตรที่สำคัญเพื่อส่งออก เช่น มะม่วง พริก มะเขือ คะน้า กะเพรา โหระพา และถั่วฝักยาว เป็นต้น กอร์ปกับประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการค้าเสรี มีการนำเข้าและขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรหลากหลาย เกษตรกรมีโอกาสเลือกใช้สารเคมีหลายชนิดแต่ค่า MRL ที่กำหนดไว้แล้ว มีไม่ครอบคลุมการใช้สารของเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการทดลองต่อไปให้ครอบคลุมชนิดพืช เพื่อการค้าสินค้าเกษตรและความปลอดภัยอาหารด้านพืช การศึกษาสารพิษตกค้างตามคำแนะนำเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างนั้น สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึง คือ การวางแผนการศึกษาให้มีเงื่อนไขและสภาวะที่สอดคล้องกับวิธีการใช้สารเคมีตาม GAP และได้ข้อมูลที่มีสภาวะที่สอดคล้องกับรูปแบบการผลิตพืชนั้น โดยมีความหลากหลายของสภาวะการปลูกพืชมากเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการศึกษา ได้แก่ การเลือกพันธุ์พืช การเลือกพื้นที่ศึกษา ขนาดของแปลงทดลอง การเลือกวัตถุอันตราย ระยะเวลาการศึกษา จำนวนการทดลอง (trial) ที่ศึกษา การเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการประมวลผลข้อมูล พร้อมการจัดทำเอกสารข้อมูล เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จะทำให้ผลการทดลองมีคุณค่าและได้มาตรฐานในระดับสากล ผลการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ได้มีการรายงานไว้ในเอกสารผลการปฏิบัติงานของสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรเป็นประจำทุกปี เช่น วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ประภัสสราและคณะ, 2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ยงยุทธและคณะ, 2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมคตรินในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ประชาธิปัตย์และคณะ, 2555) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (สมสมัยและคณะ, 2556) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ศศิมาและคณะ, 2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟนในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (พนิดาและคณะ, 2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรไธโอฟอสในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (จินตนาและคณะ, 2554) นอกจากนี้กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ยังมีการศึกษาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างพืชที่สุ่มจากแหล่งจำหน่ายต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลการเฝ้าระวัง (Monitoring data) นำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐาน สารพิษตกค้างของประเทศไทย พืชที่ตรวจพบสารพิษตกค้างบ่อยครั้ง และพบมากทั้งชนิดและปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ พริก อย่างไรก็ตาม ยังคงตรวจพบสารพิษตกค้างหลายชนิดที่ไม่มีค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ทั้งค่ามาตรฐานของไทยและของนานาชาติ การแก้ปัญหาสารพิษตกค้าง ด้วยการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างให้ครอบคลุมชนิดพืช ต้องมีการดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อการผลิตพืชที่ปลอดภัย ให้เป็นจุดแข็งของสินค้าเกษตรไทยด้วย ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในพืช จะเสนอเพื่อประเมินร่วมกับข้อมูลทางพิษวิทยา กำหนดเป็นค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของอาเซียน และโคเด็กซ์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

โครงการวิจัย การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก

โครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วย 4 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ชื่อการทดลอง ประกอบด้วย 9 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมวิจัย
1.1	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์บาริล (carbaryl) ในทุเรียน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560)	ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	พชร เมินหา พรนภัส วิชานนะณานนท์
1.2	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ในทุเรียน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560)	พรนภัส วิชานนะณานนท์	พชร เมินหา ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ
1.3	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมกติน (abamectin) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2561)	ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	พชร เมินหา พรนภัส วิชานนะณานนท์
1.4	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของแลมป์ดา-ไซฮาโลทริน (Lambda cyhalothrin) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2561)	พรนภัส วิชานนะณานนท์	พชร เมินหา ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ
1.5	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไพริดาเบน (pyridaben) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้า (2562-2564)	ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	พชร เมินหา พรนภัส วิชานนะณานนท์ มติมล แสงสว่าง ศิริพันธ์ สมุทรศรี
1.6	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2562-2564)	พรนภัส วิชานนะณานนท์	พชร เมินหา ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ มติมล แสงสว่าง ศิริพันธ์ สมุทรศรี
1.7	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในมะม่วง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560)	วีระสิงห์ แสงวรรณ	วิชุตา ควรหัตร์ วาเลนไทน์ เจือสกุล
1.8	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) ในมะม่วง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560)	พชร เมินหา	พรนภัส วิชานนะณานนท์ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ
1.9	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกติน เบนโซเอท (emamectin benzoate) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2564)	พชร เมินหา	พรนภัส วิชานนะณานนท์ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ มติมล แสงสว่าง ศิริพันธ์ สมุทรศรี

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1.1 วัตถุอันตราย carbaryl, chlorpyrifos, abamectin, lambda-cyhalothrin, pyridaben, difenoconazole, azoxystrobin, difenoconazole และ emamectin benzoate ระบุความเข้มข้นที่ฉลากและต้องตรวจวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ (% a.i.) ก่อนทำการทดลองทุกแปลง

1.1.2 สารมาตรฐาน carbaryl, chlorpyrifos, abamectin, lambda-cyhalothrin, pyridaben, difenoconazole, azoxystrobin, difenoconazole และ emamectin benzoate

1.1.3 สารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ethyl acetate, isooctane, acetone, acetonitrile, methanol, water และ hexane ชนิด pesticide grade และ HPLC grade สารเคมี ได้แก่ sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4), magnesium sulphase ($MgSO_4$), trisodiumcitrate di-hydrate (Na_3citrate 2.H_2O), disodium hydrogencitrate (Na_2Hcitrate 1.5.H_2O), primary secondary amine (PSA), graphitize carbon black (GCB), Carbon (C18)

1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.2.1 เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง ได้แก่ มีดและเขียงสำหรับหั่นตัวอย่าง เครื่องปั่นตัวอย่าง (food processer) เครื่องชั่ง 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องระเหยสารละลาย (Nitrogen evaporators) เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) และไมโครปิเปต (micro pipette)

1.2.3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker, volumetric flask, centrifuge tube และ vial

1.2.4 เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ ได้แก่ GC-MS/MS, LC-MS/MS หรือเครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดอื่น ตามความเหมาะสม พร้อมคอลัมน์ชนิดต่าง ๆ

2. แบบและวิธีการทดลอง

ทุกการทดลองในกิจกรรมที่ 1ทำการทดลองแบบ Supervised Residue Trials ตาม Codex Guidelines ทำแปลงทดลองปีละ 2 แปลง ต่างพื้นที่กัน แต่ละแปลงทดลองมี 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองย่อยที่ 1 ไม่พ่นสารใช้สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบ และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย carbaryl, chlorpyrifos, abamectin, lambda-cyhalothrin, pyridaben, difenoconazole, azoxystrobin, difenoconazole และ emamectin benzoate ตามอัตราแนะนำ และเก็บตัวอย่างภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาต่างๆ

กรมวิชาการเกษตร

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

การทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างหรือการหาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง โดยการเติมสารละลายมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างด้วยวิธีที่เหมาะสม สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) ประเมินค่าจาก %recovery โดยผลของ %recovery ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-120% และพิสูจน์ความเที่ยง (precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ซึ่งต้องอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ คือ ≤20% (SANCO, 2013) หาช่วงความเข้มข้น (working range) ของสารที่วิเคราะห์ที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ หาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of Detection ; LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation ; LOQ) ของวิธีวิเคราะห์ โดย LOD เท่ากับ 3×SD และศึกษาขีดจำกัดการการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) โดย LOQ เท่ากับ 10×SD (Eurachem, 2014)

3.2 การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

3.2.1 สำรวจพื้นที่แปลงทดลองปลูกทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง ปีละ 2 พื้นที่แปลงทดลอง

3.2.2 แต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (untreated) เป็นแปลงที่ไม่ได้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร และแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (treated) ในอัตราแนะนำ

3.2.3 ดำเนินการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในแต่ละแปลงทดลอง (treated)

3.2.4 สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค GC-MS/MS หรือ LC-MS/MS ตามความเหมาะสม เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง ผลวิเคราะห์แต่ละชุด (batch) ต้องทำ recovery ที่ระดับความเข้มข้นครอบคลุมผลวิเคราะห์ของชุดนั้น

3.2.5 ประเมินผล รวบรวมบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และเขียนรายงานสรุปผลการทดลอง

4. สถานที่ทำการทดลอง

4.1 แปลงของเกษตรกรในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

4.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

5. ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มเดือนตุลาคม 2559 และ สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

1. การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง ทั้ง 9 การทดลองในกิจกรรมที่ 1 พบว่า วิธีการสกัดตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารตกค้างที่เหมาะสม คือ วิธี EN QuEChERS (EN 15662: 2008) สำหรับการสกัดสารพิษตกค้าง azoxystrobin ในตัวอย่างมะม่วง (การทดลองที่ 1.7) จะใช้วิธี QuEChERS followed by LC-MS/MS for fruits and vegetables (EURL- FV: 2010) ซึ่งวิธีการสกัดตัวอย่างดังกล่าวให้ %recovery เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์การยอมรับทั้ง 9 การทดลอง และให้ % RSD ไม่เกิน 20% ดังนั้น วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาสกัดตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง จากแปลงทดลองได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ โดยมีค่า LOD และ LOQ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

พืช	สารพิษตกค้าง	Recovery (%)	RSD (%)	Working range (mg/kg)	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	เทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง	วิธีสกัด
ทุเรียน	carbaryl	74-91	3-4	0.01-1.0	-	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	chlorpyrifos	77-109	3-4	0.01-2.0	-	0.01	GC/MS-MS	
ส้มเขียวหวาน	abamectin	80-117	9-12	0.01-2.0	-	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	l-cyhalothrin	96-112	3-6	0.01-1.0	-	0.01	GC/MS-MS	
	pyrideben	78-106	5-6	0.01-1.0	-	0.01	LC/MS-MS	
	difenoconazole	74-115	4-16	0.01-1.0	-	0.01	LC/MS-MS	
	emamectin benzoate	80-116	6-14	0.01-1.0	-	0.01	LC/MS-MS	
มะม่วง	azoxystrobin	71-95	2-18	0.01-0.20	0.005	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EURL-FV: 2010)
	difenoconazole	72-110	1-7	0.01-1.0	-	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)

กรมวิชาการเกษตร

2. การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลองทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

การศึกษาปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ carbaryl, chlorpyrifos ในทุเรียน abamectin, lambda-cyhalothrin, pyridaben, difenoconazole, emamectin benzoate ในส้มเขียวหวาน และ azoxystrobin, difenoconazole ในมะม่วง ทำการทดลองปีละ 2 แปลงทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ยในตัวอย่างลดลงเรื่อย ๆ (รายละเอียดในตารางที่ 1.2 และในภาคผนวก ตารางที่ 1-9) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 9 การทดลอง (การทดลองที่ 1.1-1.9) สำหรับแปลงควบคุมทั้ง 9 การทดลอง ตรวจไม่พบสารตกค้างในตัวอย่าง

ตารางที่ 1.2 ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทุเรียน ส้มเขียวหวาน และมะม่วง

พืช	สารพิษตกค้าง	จำนวนแปลงทดลอง	DALA (day)	Residue (mg/kg)
ทุเรียน	carbaryl	2	0-21	0.83-12.51
	chlorpyrifos	2	0-21	0.05-0.91
ส้มเขียวหวาน	abamectin	2	0-14	ND-0.01
	lambda-cyhalothrin	2	0-14	0.04-0.08
	pyridaben	5	0-30	<0.01-0.73
	difenoconazole	5	0-30	0.21-1.45
มะม่วง	azoxystrobin	2	0-21	0.05-0.25
	difenoconazole	2	0-21	0.14-0.60
ส้มเขียวหวาน	emamectin benzoate	2	0-21	<0.01-0.04

กรมวิชาการเกษตร

ผลจากการทดลองทั้งหมดในกิจกรรมที่ 1 รวมระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ปี พบว่าได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้าง ดังนี้

การทดลองที่ 1.1 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง carbaryl ในส้มเขียวหวาน จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 14 วัน และกำหนดค่า Thai MRL ที่ 30 mg/kg (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559)

การทดลองที่ 1.2 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในส้มเขียวหวาน จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 14 วัน และกำหนดค่า Thai MRL ที่ 0.4 mg/kg (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559)

การทดลองที่ 1.3 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง abamectin ในส้มเขียวหวาน จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 7 วัน และมีการเสนอเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ที่ 0.02 mg/kg (เสนอปี 2564)

การทดลองที่ 1.4 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง lambda-cyhalothrin ในส้มเขียวหวาน จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

การทดลองที่ 1.5 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง pyridaben ในส้มเขียวหวาน จำนวน 5 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 5 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

การทดลองที่ 1.6 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง difenoconazole ในส้มเขียวหวาน จำนวน 5 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 5 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 1.7 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง azoxystrobin ในมะม่วง จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 3 วัน และกำหนดค่า Thai MRL ที่ 0.7 mg/kg (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559)

การทดลองที่ 1.8 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง difenoconazole ในมะม่วง จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 7 วัน และกำหนดค่า Thai MRL ที่ 0.6 mg/kg (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559)

การทดลองที่ 1.9 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง emamectin benzoate ในส้มเขียวหวาน จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

ศรีนครินทร์

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบริโภคผล (fruiting vegetable) เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ชื่อการทดลอง ประกอบด้วย 13 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมวิจัย
2.1	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	ประพันธ์ เคนท้าว	จินตนา ภู่มงกุฎชัย ศศิณิฎา คงแช่มดี บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์
2.2	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (fipronil) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	ศศิณิฎา คงแช่มดี	ประพันธ์ เคนท้าว จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์
2.3	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอิมิดาโคลพริด (imidacloprid) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	วิทยา บัวศรี	มัลลิกา ทองเขียว ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ศศิมา มั่งนิมิตร์
2.4	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	ศศิมา มั่งนิมิตร์	ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล วิทยา บัวศรี มัลลิกา ทองเขียว
2.5	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้า (2560-2562)	มัลลิกา ทองเขียว	วิทยา บัวศรี ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ศศิมา มั่งนิมิตร์
2.6	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโฟลนิคามิด (flonicamid) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2561-2563)	มัลลิกา ทองเขียว	วิทยา บัวศรี ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล
2.7	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2561-2563)	พชร เมินหา	พรนภัส วิชานนะณานนท์ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ มติมล แสงสว่าง ศิริพันธ์ สมุทรศรี
2.8	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2561-2563)	วีระสิงห์ แสงวรรณ	ชนิตา ทองแซม วาเลนไทน์ เจือสกุล วิชุตา ควรหัตร์
2.9	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของสไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	สุพัตรี หนูสังข์	ประพันธ์ เคนท้าว ศศิณิฎา คงแช่มดี บุญทวีศักดิ์ บุญทวี จินตนา ภู่มงกุฎชัย

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมวิจัย
2.10	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไตรฟลอกซี่สโตรบิน (trifloxystrobin) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	บุญทวีศักดิ์ บุญทวี	ประพันธ์ เคนท้าว ศศิณิฎา คงแช่มดี สุพัตรี หนูสังข์
2.11	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกติน เบนโซเอท (emamectin benzoate) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	ชนิตา ทองแซม วีระสิงห์ แสงวรรณ
2.12	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	ชนิกัณดา เทสสิริ	วาเลนไทน์ เจือสกุล วิชุตา ควรหัตร์
2.13	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอินด๊อกซาคาร์บ (indoxacarb) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	วิทยา บัวศรี	มัลลิกา ทองเขียว ภาสินี ไชยชะนะ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1.1 วัตถุอันตราย ได้แก่ azoxystrobin, fipronil, imidacloprid, beta-cyfluthrin, fenpropathrin, flonicamid, chlorantraniliprole, indoxacarb, spiromesifen, trifloxystrobin, emamectin benzoate, และ indoxacarb ระบุความเข้มข้นที่ฉลากและต้องตรวจวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ (% a.i.) ก่อนทำการทดลองทุกแปลง

1.1.2 สารมาตรฐาน azoxystrobin, fipronil, imidacloprid, beta-cyfluthrin, fenpropathrin, flonicamid, chlorantraniliprole, indoxacarb, spiromesifen, trifloxystrobin, emamectin benzoate, และ indoxacarb

1.1.3 สารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ethyl acetate, isooctane, acetone, acetonitrile, methanol, water และ hexane ชนิด pesticide grade และ HPLC grade สารเคมี ได้แก่ sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4), magnesium sulphase ($MgSO_4$), trisodiumcitrate di-hydrate (Na_3citrate 2.H_2O), disodium hydrogencitrate (Na_2Hcitrate 1.5.H_2O), primary secondary amine (PSA), graphitize carbon black (GCB), Carbon (C18), sodium hydroxide (NaOH)

1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.2.1 เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง ได้แก่ มีดและเขียงสำหรับหั่นตัวอย่าง เครื่องปั่นตัวอย่าง (food processer) เครื่องชั่ง 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องระเหยสารละลาย (Nitrogen evaporators) เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) และไมโครปิเปต (micro pipette), หลอด centrifuge tubes

1.2.3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker, volumetric flask, centrifuge tube และ vial

1.2.4 เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ ได้แก่ GC-MS/MS, LC-MS/MS หรือเครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดอื่น ตามความเหมาะสม พร้อมคอลัมน์ชนิดต่าง ๆ

2. แบบและวิธีการทดลอง

ทุกการทดลองในกิจกรรมที่ 2 ทำการทดลองแบบ Supervised Residue Trials ตาม Codex Guidelines ทำแปลงทดลองปีละ 2 แปลง ต่างพื้นที่กัน แต่ละแปลงทดลองมี 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองย่อยที่ 1 ไม่พ่นสารใช้สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบ และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย azoxystrobin, fipronil, imidacloprid, beta-cyfluthrin, fenpropathrin, flonicamid, chlorantraniliprole, indoxacarb, spiromesifen, trifloxystrobin, emamectin benzoate, และ indoxacarb ตามอัตราแนะนำ และเก็บตัวอย่างภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ศรีวิชัยการเกษตร

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในพริกและมะเขือ

การทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างหรือการหาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างพริกและมะเขือ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างด้วยวิธีที่เหมาะสม สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) ประเมินค่าจาก %recovery โดยผลของ %recovery ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-120% และพิสูจน์ความเที่ยง (precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ซึ่งต้องอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ คือ ≤20% (SANCO, 2013) หาช่วงความเข้มข้น (working range) ของสารที่วิเคราะห์ที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ หาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of Detection ; LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation ; LOQ) ของวิธีวิเคราะห์ โดย LOD เท่ากับ 3×SD และศึกษาขีดจำกัดการการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) โดย LOQ เท่ากับ 10×SD (Eurachem, 2014)

3.2 การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างพริกและมะเขือ

3.2.1 สำรวจพื้นที่แปลงทดลองปลูกพริกและมะเขือ ปีละ 2 พื้นที่แปลงทดลอง

3.2.2 แต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (untreated) เป็นแปลงที่ไม่ได้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร และแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (treated) ในอัตราแนะนำ

3.2.3 ดำเนินการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในแต่ละแปลงทดลอง (treated)

3.2.4 สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค GC-MS/MS หรือ LC-MS/MS ตามความเหมาะสม เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง ผลวิเคราะห์แต่ละชุด (batch) ต้องทำ recovery ที่ระดับความเข้มข้นครอบคลุมผลวิเคราะห์ของชุดนั้น

3.2.5 ประเมินผล รวบรวมบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และเขียนรายงานสรุปผลการทดลอง

4. สถานที่ทำการทดลอง

4.1 แปลงของเกษตรกรในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกพริกและมะเขือ

4.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

5. ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มเดือนตุลาคม 2559 และ สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี

ผลการวิจัย (Results)

1. การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในพริกและมะเขือ

ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างพริกและมะเขือ ทั้ง 13 การทดลองในกิจกรรมที่ 2 พบว่า วิธีการสกัดตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารตกค้างที่เหมาะสม คือ วิธี QuEChERS ซึ่งวิธีการสกัดตัวอย่างดังกล่าวให้ %recovery เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์การยอมรับทั้ง 13 การทดลอง และให้ % RSD ไม่เกิน 20% ดังนั้น วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาสกัดตัวอย่างพริกและมะเขือ จากแปลงทดลองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ โดยมีค่า LOD และ LOQ แสดงดังตารางที่ 2.1

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดตัวอย่างพริกและมะเขือ

พืช	สารพิษตกค้าง	Recovery (%)	RSD (%)	Working range (mg/kg)	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	เทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง	วิธีสกัด
พริก	azoxystrobin	99-115	2-5	0.01-0.05	0.005	0.01	LC-MS/MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	fipronil	94-105	2-4	0.005-0.1	0.002	0.005	LC-MS/MS	
มะเขือ	imidacloprid	81-102	4-10	0.01 - 2.0	0.005	0.01	LC-MS/MS	QuEChERS Alkaline Hydrolysis (Unitedchem, 2013)
	beta-cyfluthrin	86-103	3-7	0.01-2.0	0.005	0.01	GC-MS/MS	QuEChERS (EURL- FV: 2010)
	fenpropathrin	78-110	2-11	0.01-2.0	0.005	0.01	GC-MS/MS	
	flonicamid	71-115	4-11	0.01-1.0	0.005	0.01	LC-MS/MS	QuEChERS (EURL-SRM, 2015)
	chlorantraniliprole	71-94	8-13	0.01-1.0	-	0.01	LC-MS/MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	indoxacarb	91-111	3-6	0.01-0.50	0.005	0.01	LC-MS/MS	
พริก	spiromesifen	85-104	7-9	0.01-0.50	0.005	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	trifloxystrobin	76-108	3-11	0.005-1.0	-	0.005	LC/MS-MS	
	emamectin benzoate	72-99	3-7	0.01-0.50	0.005	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EURL- FV: 2010)
	chlorantraniliprole	87-100	2-6	0.01-0.45	0.005	0.01	LC/MS-MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	indoxacarb	94-101	3-7	0.01-0.10	0.005	0.01	LC/MS-MS	

กรมวิชาการเกษตร

2. การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลองพริกและมะเขือ

การศึกษาปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ azoxystrobin, fipronil, spiromesifen, trifloxystrobin, emamectin benzoate, chlorantraniliprole และ indoxacarb ในพริก imidacloprid, beta-cyfluthrin, fenpropathrin, flonicamid, chlorantraniliprole และ indoxacarb ในมะเขือ โดยทำการทดลองปีละ 2 แปลงทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ยในตัวอย่างลดลงเรื่อย ๆ (รายละเอียดในตารางที่ 2.2 และภาคผนวก ตารางที่ 10-22) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 13 การทดลอง (การทดลองที่ 2.1-2.13) สำหรับแปลงควบคุมทั้ง 13 การทดลอง ตรวจไม่พบสารตกค้างในตัวอย่าง

ตารางที่ 2.2 ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างพริกและมะเขือ

พืช	สารพิษตกค้าง	จำนวนแปลงทดลอง	DALA (day)	Residue (mg/kg)
พริก	azoxystrobin	6	0-17	0.01-0.88
	fipronil	6	0-17	ND-0.287
มะเขือ	imidacloprid	6	0-21	ND-0.21
	beta-cyfluthrin	6	0-21	ND-0.08
	fenpropathrin	6	0-21	ND-0.09
	flonicamid	5	0-21	ND-0.11
	chlorantraniliprole	5	0-21	<0.01-0.23
	indoxacarb	5	0-21	ND-0.11
พริก	spiromesifen	3	0-21	0.02-1.45
	trifloxystrobin	3	0-21	0.01-0.81
	emamectin benzoate	3	0-14	<0.005-0.01
	chlorantraniliprole	3	0-21	0.01-0.41
	indoxacarb	3	0-21	ND-1.16

ผลจากการทดลองทั้งหมดในกิจกรรมที่ 2 รวมระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ปี พบว่าได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้าง ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง azoxystrobin ในพริก จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.2 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในพริก จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 3 วัน และมีการเสนอเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ที่ 0.1 mg/kg (เสนอปี 2564)

การทดลองที่ 2.3 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง imidacloprid ในมะเขือ จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.4 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง beta-cyfluthrin ในมะเขือ จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 3 วัน และมีการเสนอเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ที่ 0.2 mg/kg (เสนอปี 2564)

การทดลองที่ 2.5 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fenpropathrin ในมะเขือ จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.6 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง flonicamid ในมะเขือ จำนวน 5 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 5 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

การทดลองที่ 2.7 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole ในมะเขือ จำนวน 5 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 5 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.8 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง indoxacarb ในมะเขือ จำนวน 5 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 5 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.9 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง spiromesifen ในพริก จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.10 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง trifloxystrobin ในพริก จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.11 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง emamectin benzoate ในพริก จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.12 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole ในพริก จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 2.13 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง indoxacarb ในพริก จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักใบตระกูลกะหล่ำ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ชื่อการทดลอง ประกอบด้วย 6 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมวิจัย
3.1	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซีทามิพริด (acetamiprid) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	วาเลนไทน์ เจือสกุล	วิชุตา ควรหัตร์ ชนิตา ทองแซม
3.2	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (fipronil) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560)	วีระสิงห์ แสงวรรณ	วาเลนไทน์ เจือสกุล ชนิตา ทองแซม
3.3	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกตินเบนโซเอต (emamectin benzoate) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	ชนิตา ทองแซม	วิชุตา ควรหัตร์ วีระสิงห์ แสงวรรณ วาเลนไทน์ เจือสกุล
3.4	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	วิชุตา ควรหัตร์	วาเลนไทน์ เจือสกุล ชนิตา ทองแซม
3.5	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของลูเฟนนูรอน (lufenuron) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	ศศิณิฎา คงแช่มดี	ประพันธ์ เคนท้าว สุพัตรี หนูสังข์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี
3.6	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	ประพันธ์ เคนท้าว	จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์ ศศิณิฎา คงแช่มดี

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1.1 วัตถุอันตราย ได้แก่ acetamiprid, fipronil, emamectin benzoate, azoxystrobin, lufenuron และ chlorantraniliprole ระบุความเข้มข้นที่ฉลากและต้องตรวจวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ (% a.i.) ก่อนทำการทดลองทุกแปลง

1.1.2 สารมาตรฐาน acetamiprid, fipronil, emamectin benzoate, azoxystrobin, lufenuron และ chlorantraniliprole

1.1.3 สารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ethyl acetate, isooctane, acetone, acetonitrile, methanol, water และ hexane ชนิด pesticide grade และ HPLC grade สารเคมี ได้แก่ sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4), magnesium sulphase ($MgSO_4$), trisodiumcitrate di-hydrate (Na_3citrate $2.H_2O$), disodium hydrogencitrate (Na_2Hcitrate $1.5.H_2O$), primary secondary amine (PSA), graphitize carbon black (GCB), Carbon (C18), sodium hydroxide (NaOH)

1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.2.1 เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง ได้แก่ มีดและเขียงสำหรับหั่นตัวอย่าง เครื่องปั่นตัวอย่าง (food processer) เครื่องชั่ง 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) และไมโครปิเปต (micro pipette), หลอด centrifuge tubes

1.2.3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker, volumetric flask, centrifuge tube และ vial

1.2.4 เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ ได้แก่ GC-MS/MS, LC-MS/MS หรือเครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดอื่น ตามความเหมาะสม พร้อมคอลัมน์ชนิดต่าง ๆ

2. แบบและวิธีการทดลอง

ทุกการทดลองในกิจกรรมที่ 3 ทำการทดลองแบบ Supervised Residue Trials ตาม Codex Guidelines ทำแปลงทดลองปีละ 2 แปลง ต่างพื้นที่กัน แต่ละแปลงทดลองมี 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองย่อยที่ 1 ไม่พ่นสารใช้สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบ และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย acetamiprid, fipronil, emamectin benzoate, azoxystrobin, lufenuron และ chlorantraniliprole ตามอัตราแนะนำ และเก็บตัวอย่างภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาต่างๆ

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในคะน้า

การทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างหรือการหาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างคะน้า โดยการเติมสารละลายมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างด้วยวิธีที่เหมาะสม สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) ประเมินค่าจาก %recovery โดยผลของ %recovery ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-120% และพิสูจน์ความเที่ยง (precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ซึ่งต้องอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ คือ ≤20% (SANCO, 2013) หาช่วงความเข้มข้น (working range) ของสารที่วิเคราะห์ที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ หาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of Detection ; LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation ; LOQ) ของวิธีวิเคราะห์ โดย LOD เท่ากับ 3×SD และศึกษาขีดจำกัดการการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) โดย LOQ เท่ากับ 10×SD (Eurachem, 2014)

3.2 การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างคะน้า

3.2.1 สำรวจพื้นที่แปลงทดลองปลูกคะน้า ปีละ 2 พื้นที่แปลงทดลอง

3.2.2 แต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (untreated) เป็นแปลงที่ไม่ได้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร และแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (treated) ในอัตราแนะนำ

3.2.3 ดำเนินการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในแต่ละแปลงทดลอง (treated)

กรมวิชาการเกษตร

3.2.4 สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค GC-MS/MS หรือ LC-MS/MS ตามความเหมาะสม เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง ผลวิเคราะห์แต่ละชุด (batch) ต้องทำ recovery ที่ระดับความเข้มข้นครอบคลุมผลวิเคราะห์ของชุดนั้น

3.2.5 ประเมินผล รวบรวมบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และเขียนรายงานสรุปผลการทดลอง

4. สถานที่ทำการทดลอง

4.1 แปลงของเกษตรกรในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกคะน้า

4.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

5. ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มเดือนตุลาคม 2559 และ สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี

ผลการวิจัย (Results)

1. การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในคะน้า

ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างคะน้า ทั้ง 6 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 พบว่าวิธีการสกัดตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารตกค้างที่เหมาะสม คือ วิธี QuEChERS (EN 15662: 2008) ซึ่งวิธีการสกัดตัวอย่างดังกล่าวให้ %recovery เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์การยอมรับทั้ง 6 การทดลอง และให้ % RSD ไม่เกิน 20% ดังนั้น วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาสกัดตัวอย่างคะน้า จากแปลงทดลองได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ โดยมีค่า LOD และ LOQ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดตัวอย่างคะน้า

พืช	สารพิษตกค้าง	Recovery (%)	RSD (%)	Working range (mg/kg)	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	เทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง	วิธีสกัด
คะน้า	acetamiprid	76-101	2-11	0.01-8.0	-	0.01	LC-MS/MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	fipronil	93-116	1-7	0.005-0.50	-	0.005	LC-MS/MS	
	emamectin benzoate	72-112	4-18	0.005-0.40	-	0.005	LC-MS/MS	
	azoxystrobin	80-112	1-6	0.01-5.0	0.005	0.01	LC-MS/MS	
	lufenuron	95-115	2-4	0.005-0.10	0.002	0.005	LC-MS/MS	
	chlorantraniliprole	91-101	4-5	0.01-0.50	0.005	0.01	LC-MS/MS	

กรมวิชาการเกษตร

2. การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลองคะน้า

การศึกษาปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ acetamiprid, fipronil, emamectin benzoate, azoxystrobin, lufenuron และ chlorantraniliprole ในคะน้า โดยทำการทดลองปีละ 2 แปลงทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ยในตัวอย่างลดลงเรื่อย ๆ (รายละเอียดในตารางที่ 3.2 และภาคผนวก ตารางที่ 23-28) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 6 การทดลอง (การทดลองที่ 3.1-3.6) สำหรับแปลงควบคุมทั้ง 6 การทดลอง ตรวจไม่พบสารตกค้างในตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างคะน้า

พืช	สารพิษตกค้าง	จำนวนแปลงทดลอง	DALA (day)	Residue (mg/kg)
คะน้า	acetamiprid	6	0-14	<LOQ-4.16
	fipronil	2	0-14	<LOQ-1.951
	emamectin benzoate	6	0-14	<0.005-0.43
	azoxystrobin	6	0-14	ND-4.22
	lufenuron	3	0-14	0.126-2.880
	chlorantraniliprole	3	0-14	0.03-6.16

ผลจากการทดลองทั้งหมดในกิจกรรมที่ 3 รวมระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ปี พบว่าได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้าง ดังนี้

การทดลองที่ 3.1 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง acetamiprid ในคะน้า จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 5 วัน และมีการเสนอเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ที่ 0.1 mg/kg (เสนอปี 2564)

การทดลองที่ 3.2 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในคะน้า จำนวน 2 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 2 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) เท่ากับ 10 วัน

การทดลองที่ 3.3 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง emamectin benzoate ในคะน้า จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

การทดลองที่ 3.4 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง azoxystrobin ในคะน้า จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า และมีแผนในการเสนอค่าเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ในปี 2565

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3.5 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง lufenuron ในคะน้า จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 3.6 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole ในคะน้า จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักในผักอื่น ๆ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ชื่อการทดลอง ประกอบด้วย 5 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมวิจัย
4.1	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้า (2560-2562)	บุญทวีศักดิ์ บุญทวี	จินตนา ภู่มงกุฎชัย ประพันธ์ เคนท้าว สุพัตรี หนูสังข์ ศศิณิฎา คงแช่มดี
4.2	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเดลทาเมทริน (deltamethrin) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2560-2562)	สุพัตรี หนูสังข์	ประพันธ์ เคนท้าว จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี ศศิณิฎา คงแช่มดี
4.3	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกตินเบนโซเอต (emamectin benzoate) ในผักชีฝรั่ง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	วาเลนไทน์ เจือสกุล	วิชุตา ควรหัตร์ ชนิตา ทองแซม ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร วีระสิงห์ แสงวรรณ
4.4	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของลูเฟนนูรอน (lufenuron) ในกะเพรา เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (2563-2564)	วิชุตา ควรหัตร์	วาเลนไทน์ เจือสกุล ชนิตา ทองแซม
4.5	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทอกซีฟีโนไซด์ (methoxyfenozide) ในกะเพรา เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้า (2563-2564)	ชนิตา ทองแซม	ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร วีระสิงห์ แสงวรรณ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1.1 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1.1 วัตถุอันตราย ได้แก่ beta-cyfluthrin, deltamethrin, emamectin benzoate, lufenuron และ methoxyfenozide ระบุความเข้มข้นที่ฉลากและต้องตรวจวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ (% a.i.) ก่อนทำการทดลองทุกแปลง

1.1.2 สารมาตรฐาน beta-cyfluthrin, deltamethrin, emamectin benzoate, lufenuron และ methoxyfenozide

1.1.3 สารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ethyl acetate, isooctane, acetone, acetonitrile, methanol, water และ hexane ชนิด pesticide grade และ HPLC grade สารเคมี ได้แก่ sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4), magnesium sulphase ($MgSO_4$), trisodiumcitrate di-hydrate (Na_3citrate 2.H_2O), disodium hydrogencitrate (Na_2Hcitrate 1.5.H_2O), primary secondary amine (PSA), graphitize carbon black (GCB), Carbon (C18), sodium hydroxide (NaOH)

1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.2.1 เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง ได้แก่ มีดและเขียงสำหรับหั่นตัวอย่าง เครื่องปั่นตัวอย่าง (food processer) เครื่องชั่ง 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องระเหยสารละลาย (Nitrogen evaporators) เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) และไมโครปิเปต (micro pipette), หลอด centrifuge tubes

1.2.3 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker, volumetric flask, centrifuge tube และ vial

1.2.4 เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ ได้แก่ GC-MS/MS, LC-MS/MS หรือเครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดอื่น ตามความเหมาะสม พร้อมคอลัมน์ชนิดต่าง ๆ

2. แบบและวิธีการทดลอง

ทุกการทดลองในกิจกรรมที่ 4 ทำการทดลองแบบ Supervised Residue Trials ตาม Codex Guidelines ทำแปลงทดลองปีละ 2 แปลง ต่างพื้นที่กัน แต่ละแปลงทดลองมี 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองย่อยที่ 1 ไม่พ่นสารใช้สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบ และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย beta-cyfluthrin, deltamethrin, emamectin benzoate, lufenuron และ methoxyfenozide ตามอัตราแนะนำ และเก็บตัวอย่างภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาต่างๆ

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

การทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างหรือการหาประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา โดยการเติมสารละลายมาตรฐานลงในตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างด้วยวิธีที่เหมาะสม สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) ประเมินค่าจาก %recovery โดยผลของ %recovery ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-120% และพิสูจน์ความเที่ยง (precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ซึ่งต้องอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ คือ ≤20% (SANCO, 2013) หาช่วงความเข้มข้น (working range) ของสารที่วิเคราะห์ที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ หาขีดจำกัดในการตรวจวัด (Limit of Detection ; LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation ; LOQ) ของวิธีวิเคราะห์ โดย LOD เท่ากับ 3×SD และศึกษาขีดจำกัดการการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) โดย LOQ เท่ากับ 10×SD (Eurachem, 2014)

3.2 การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

3.2.1 สำรวจพื้นที่แปลงทดลองปลูกถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา ปีละ 2 พื้นที่แปลงทดลอง

3.2.2 แต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (untreated) เป็นแปลงที่ไม่ได้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร และแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (treated) ในอัตราแนะนำ

3.2.3 ดำเนินการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในแต่ละแปลงทดลอง (treated)

กรมวิชาการเกษตร

33.2.4 สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค GC-MS/MS หรือ LC-MS/MS ตามความเหมาะสม เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง ผลวิเคราะห์แต่ละชุด (batch) ต้องทำ recovery ที่ระดับความเข้มข้นครอบคลุมผลวิเคราะห์ของชุดนั้น

3.2.5 ประเมินผล รวบรวมบันทึกข้อมูลต่าง ๆ และเขียนรายงานสรุปผลการทดลอง

4. สถานที่ทำการทดลอง

4.1 แปลงของเกษตรกรในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

4.2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

5. ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มเดือนตุลาคม 2559 และ สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564 รวมระยะเวลา 5 ปี

ผลการวิจัย (Results)

1. การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างต่าง ๆ ในตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา ทั้ง 5 การทดลองในกิจกรรมที่ 4 พบว่า วิธีการสกัดตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารตกค้างที่เหมาะสม คือ วิธี QuEChERS (EN 15662: 2008) ซึ่งวิธีการสกัดตัวอย่างดังกล่าวให้ %recovery เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์การยอมรับทั้ง 5 การทดลอง และให้ % RSD ไม่เกิน 20% ดังนั้น วิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาสกัดตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา จากแปลงทดลองได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ โดยมีค่า LOD และ LOQ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

พืช	สารพิษตกค้าง	Recovery (%)	RSD (%)	Working range (mg/kg)	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	เทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง	วิธีสกัด
ถั่วฝักยาว	beta-cyfluthrin	81-120	5-8	0.01-0.50	-	0.01	GC-MS/MS	QuEChERS (EN 15662: 2008)
	deltamethrin	83-101	4-6	0.01-0.50	0.005	0.01	LC-MS/MS	
ผักชีฝรั่ง	emamectin benzoate	81-105	6-11	0.01-0.50	-	0.01	LC-MS/MS	
กะเพรา	lufenuron	74 - 110	3-10	0.01-4.0	0.005	0.01	LC-MS/MS	
	methoxyfenozide	71-115	8-17	0.01-0.50	-	0.01	LC-MS/MS	

กรมวิชาการเกษตร

2. การศึกษาการสลายตัวของสารตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลองถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

การศึกษาปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ beta-cyfluthrin และ deltamethrin ในถั่วฝักยาว emamectin benzoate ในผักชีฝรั่ง lufenuron และ methoxyfenozide ในกะเพรา โดยทำการทดลองปีละ 2 แปลงทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ปริมาณสารตกค้างเฉลี่ยในตัวอย่างลดลงเรื่อย ๆ (รายละเอียดในตารางที่ 4.2 และภาคผนวก ตารางที่ 29-33) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 5 การทดลอง (การทดลองที่ 4.1-4.5) สำหรับแปลงควบคุมทั้ง 5 การทดลอง ตรวจไม่พบสารตกค้างในตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างถั่วฝักยาว ผักชีฝรั่ง และกะเพรา

พืช	สารพิษตกค้าง	จำนวนแปลงทดลอง	DALA (day)	Residue (mg/kg)
ถั่วฝักยาว	beta-cyfluthrin	6	0-17	ND-0.44
	deltamethrin	6	0-14	ND-0.36
ผักชีฝรั่ง	emamectin benzoate	3	0-14	<0.01-0.05
กะเพรา	lufenuron	3	0-21	ND-3.22
	methoxyfenozide	3	0-14	0.015-11.16

ผลจากการทดลองทั้งหมดในกิจกรรมที่ 4 รวมระยะเวลาที่ทำการทดลอง 5 ปี พบว่าได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารตกค้าง ดังนี้

การทดลองที่ 4.1 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง beta-cyfluthrin ในถั่วฝักยาว จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 4.2 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง deltamethrin ในคะน้า จำนวน 6 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 6 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า ที่ 3 วัน และมีการเสนอเพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL ที่ 0.2 mg/kg (เสนอปี 2564)

การทดลองที่ 4.3 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง emamectin benzoate ในผักชีฝรั่ง จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

การทดลองที่ 4.4 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง lufenuron ในกะเพรา จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 4.5 ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง methoxyfenozide ในกะเพรา จำนวน 3 ชุดข้อมูล (ทำการทดลอง 3 แปลงทดลอง) มีการเสนอค่าเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวปลอดภัยหลังการพ่นสาร (Pre Harvest Interval; PHI) จำนวน 1 ค่า

บทสรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้และผัก โดยได้ดำเนินการตั้งแต่ ปี 2560 - 2564 เป็นระยะเวลา 5 ปี มีการทดลอง ทั้งหมด 33 การทดลอง แบ่งเป็น 4 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 ประกอบด้วย 9 การทดลอง พบว่า ได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง carbaryl, chlorpyrifos ในทุเรียน abamectin, lambda-cyhalothrin, pyridaben, difenoconazole, emamectin benzoate ในส้มเขียวหวาน และ azoxystrobin, difenoconazole ในมะม่วง ทั้งหมด 24 ชุดข้อมูล เสนอค่า PHI จำนวน 9 ค่า และกำหนดค่า MRL แล้วจำนวน 5 ค่า

กิจกรรมที่ 2 ประกอบด้วย 13 การทดลอง พบว่า ได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง azoxystrobin, fipronil, spiromesifen, trifloxystrobin, emamectin benzoate, chlorantraniliprole และ indoxacarb ในพริก imidacloprid, beta-cyfluthrin, fenpropathrin, flonicamid, chlorantraniliprole และ indoxacarb ในมะเขือ ทั้งหมด 60 ชุดข้อมูล เสนอค่า PHI จำนวน 13 ค่า และ กำหนดค่า MRL แล้วจำนวน 2 ค่า

กิจกรรมที่ 3 ประกอบด้วย 6 การทดลอง พบว่า ได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง acetamiprid, fipronil, emamectin benzoate, azoxystrobin, lufenuron และ chlorantraniliprole ในคะน้า ทั้งหมด 26 ชุดข้อมูล เสนอค่า PHI จำนวน 6 ค่า และ กำหนดค่า MRL แล้วจำนวน 1 ค่า

กิจกรรมที่ 4 ประกอบด้วย 5 การทดลอง พบว่า ได้ชุดข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง beta-cyfluthrin และ deltamethrin ในถั่วฝักยาว emamectin benzoate ในผักชีฝรั่ง lufenuron และ methoxyfenozide ในกะเพรา ทั้งหมด 21 ชุดข้อมูล เสนอค่า PHI จำนวน 5 ค่า และ กำหนดค่า MRL แล้วจำนวน 1 ค่า

รวม 4 กิจกรรม ได้ชุดข้อมูลการสลายตัวทั้งหมด 131 ชุดข้อมูล เสนอค่า PHI ทั้งหมด 33 ค่า และกำหนดค่า MRL แล้ว 9 ค่า สำหรับการทดลองที่ยังไม่มีการกำหนดค่า MRL จะมีการพิจารณาเพื่อกำหนดค่า Thai MRL และพิจารณากำหนดค่า Asean และ Codex MRL ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ สุพัตรี หนูสังข์ และบุญทวีศักดิ์ บุญทวี. 2554. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรไธโอฟอสในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ชนิตา ทองแซม และลมัย ชูเกียรติวัฒนา. 2557. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในคะน้าเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2557. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ สมสมัย ปาลกูล วิษณุ แจ่งใบ และปฏิมาภรณ สังข์น่อย. 2555. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมคตรินในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ วะนิดา สุขประเสริฐ และยงยุทธ ไผ่แก้ว. 2554. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี และสุพัตรี หนูสังข์. 2554. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟนในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว นำเย็น ศิริพัฒน์ และประภัสสรา พิมพ์พันธุ์. 2554. จัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ และประภัสสรา พิมพ์พันธุ์. 2556. สำรวจสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ2555. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล และวิทยา บัวศรี. 2554. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2550. สถิติการส่งออกผักสดปี 2550. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. Available online 31Aug2008 http://www.acfs.go.th/sps/index.php

กรมวิชาการเกษตร

สมสมัย ปาลกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ วิษณุ แจ่งใบ และปฏิมาภรณ สังข์น่อย. 2556. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2555. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สมสมัย ปาลกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ วิษณุ แจ่งใบ และปฏิมาภรณ สังข์น่อย. 2556. การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในไม้ผลตระกูลส้ม. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2555. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตร. มกษ. 9002-2559 สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. PESTICIDE RESIDUES: MAXIMUM RESIDUE LIMITS. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

EN 15662. 2008. Foods of plant origin- Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partition and clean-up by dispersive SPE-QuEChERS-method.

EURL-SRM. 2015. Analysis of Flonicamid-Metabolites TFNA and TFNG using acidified QuEChERS method. Version 2. EU Reference Laboratory for Pesticides Requiring Single Residue Methods. Fellbach, Germany.

EURL-FV (2010-M1). Multiresidue Method using QuEChERS followed by GC-QqQ/MS/MS and LC-QqQ/MS/MS for Fruits and Vegetables.

Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics.

SANCO. 2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. European Union, Health and Consumer Protection Directorate General.

Unitedchem. 2013. Determination of Chlorophenoxyacetic Acid and Other Acidic Herbicides Using a QuEChERS Sample Preparation Approach and LC-MS/MS Analysis.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี2560-2564)

ผลการทดลองที่ 1.1 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์บาริล (carbaryl) ในทุเรียน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ carbaryl ในทุเรียน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย carbaryl 85% W/W WP อัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 15 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง carbaryl (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	12.51	6.04
3	6.25	1.70
7	4.58	1.44
14	2.77	1.43
21	2.12	0.83

ผลการทดลองที่ 1.2 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ในทุเรียน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ chlorpyrifos ในทุเรียน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย chlorpyrifos 40% W/V EC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 15 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorpyrifos (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.91	0.50
3	0.42	0.20
7	0.26	0.14
14	0.14	0.09
21	0.11	0.05

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 1.3 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมกติน (abamectin) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2561)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ abamectin ในส้มเขียวหวาน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย abamectin 1.8% W/V EC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 3 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง abamectin (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.01	0.01
1	ND	ND
3	ND	ND
5	ND	ND
7	ND	ND
10	ND	ND
14	ND	ND

ND = not detectable ไม่พบสารตกค้าง หรือพบปริมาณน้อยกว่า LOD (<0.005 mg/kg)

ผลการทดลองที่ 1.4 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของแลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (Lambda cyhalothrin) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2561)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ lambda-cyhalothrin ในส้มเขียวหวาน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย lambda-cyhalothrin 2.5% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 3 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง lambda-cyhalothrin (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.07	0.08
1	0.07	0.08
3	0.05	0.06
5	0.06	0.06
7	0.04	0.05
10	0.04	0.05
14	0.04	0.05

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 1.5 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไพริดาเบน (pyridaben) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2562-2564)

ตารางที่ 5 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ pyridaben ในส้มเขียวหวาน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย pyridaben 20% W/W WP อัตรา 15 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 5 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 5 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง Pyridaben (mg/kg)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
0	0.07	0.43	0.73	0.53	0.42
3	0.04	0.38	0.59	0.53	0.47
5	0.03	0.16	0.63	0.49	0.57
7	0.03	0.20	0.53	0.49	0.45
10	0.02	0.11	0.52	0.51	0.48
14	0.01	0.08	0.34	0.42	0.41
21	<0.01	0.06	0.34	0.36	0.36
30	-	-	-	0.30	0.36

ผลการทดลองที่ 1.6 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2562-2564)

ตารางที่ 6 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ difenoconazole ในส้มเขียวหวาน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย difenoconazole 25% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 5 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง difenoconazole (mg/kg)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
0	0.96	1.23	1.24	0.71	0.76
3	0.44	1.15	1.18	0.59	0.73
5	0.50	0.78	1.36	0.64	0.67
7	0.42	0.60	1.45	0.48	0.60
10	0.42	0.39	1.07	0.46	0.67
14	0.25	0.34	1.11	0.44	0.48
21	0.21	0.23	1.11	0.41	0.41
30	-	-	-	0.21	0.32

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 1.7 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในมะม่วง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560)

ตารางที่ 7 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ azoxystrobin ในมะม่วง จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย azoxystrobin 5% W/V SC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 240 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง azoxystrobin (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.25	0.25
3	0.20	0.21
7	0.15	0.14
14	0.07	0.08
21	0.05	0.05

ผลการทดลองที่ 1.8 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) ในมะม่วง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560)

ตารางที่ 8 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ difenoconazole ในมะม่วง จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย difenoconazole 25% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 15 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง difenoconazole (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.60	0.52
3	0.41	0.35
7	0.34	0.33
14	0.25	0.34
21	0.14	0.16

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 1.9 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกติน เบนโซเอท (emamectin benzoate) ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2564)

ตารางที่ 9 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ emamectin benzoate ในส้มเขียวหวาน จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 5 ลิตรต่อต้น พ่นทุก ๆ 5 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง emamectin benzoate (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	0.04	0.04
3	0.02	0.01
5	0.01	0.01
7	<0.01	<0.01
10	<0.01	<0.01
14	<0.01	<0.01
21	<0.01	<0.01

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักบริโภคผล (fruiting vegetable) เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2564)

ผลการทดลองที่ 2.1 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 10 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ azoxystrobin ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย azoxystrobin 25% W/V SC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง azoxystrobin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.23	0.35	0.31	0.27	0.88	0.31
1	0.09	0.34	0.25	0.21	0.57	0.10
2	0.04	0.32	0.19	0.09	0.45	0.05
3	0.02	0.26	0.09	0.09	0.47	0.06
5	0.02	0.14	0.04	0.07	0.38	0.05
7	0.01	0.10	0.04	0.07	0.27	0.04
10	0.01	0.08	0.04	0.05	0.19	0.03
14	0.02	0.07	0.02	0.05	0.16	0.03
17	0.01	0.06	0.01	0.04	0.16	0.02

ผลการทดลองที่ 2.2 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (fipronil) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 11 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ fipronil ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย fipronil 5% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.105	0.180	0.165	0.169	0.287	0.134
1	0.029	0.110	0.090	0.084	0.095	0.031
3	0.010	0.043	0.034	0.043	0.047	0.017
5	0.006	0.029	0.029	0.032	0.029	0.015
7	0.006	0.018	0.021	0.030	0.024	0.012
10	0.005	0.020	0.026	0.019	0.011	0.010
14	<0.005	0.013	0.013	0.018	0.008	0.010
17	<0.005	0.009	ND	0.011	0.006	0.007

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.3 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอิมิดาโคลพริด (imidacloprid) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 12 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ imidacloprid ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย imidacloprid 10% W/V SL อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง imidacloprid (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.12	0.18	0.19	0.21	0.18	0.17
1	-	-	-	-	0.06	0.11
3	0.08	0.11	0.15	0.10	0.04	0.10
5	0.07	0.08	0.14	0.06	0.04	0.08
7	0.06	0.05	0.13	0.04	0.03	0.07
14	0.01	0.02	0.09	0.02	0.01	0.02
21	ND	<0.01	0.04	0.01	0.01	0.01

ผลการทดลองที่ 2.4 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 13 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ beta-cyfluthrin ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย beta-cyfluthrin 2.5% W/V EC อัตรา 80 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง beta-cyfluthrin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.03	0.03	0.04	0.08	0.07	0.06
3	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03
5	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
7	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
14	ND	ND	ND	<0.01	ND	0.01
21	ND	ND	ND	ND	ND	ND

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.5 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 14 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ fenpropathrin ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย fenpropathrin 10% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง fenpropathrin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.03	0.03	0.04	0.09	0.07	0.06
3	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
5	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
7	ND	ND	0.01	0.01	0.01	0.01
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ผลการทดลองที่ 2.6 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโฟลนิคามิด (flonicamid) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2561-2563)

ตารางที่ 15 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ flonicamid ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย flonicamid 50% W/W WG อัตรา 3 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง flonicamid (mg/kg)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
0	0.11	0.06	0.05	0.08	0.04
3	0.10	0.05	0.02	0.04	0.02
5	0.08	0.03	0.02	0.04	0.02
7	0.06	0.03	0.02	0.03	0.01
14	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
21	ND	ND	ND	0.01	ND

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.7 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2561-2563)

ตารางที่ 16 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ chlorantraniliprole ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole (mg/kg)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
0	0.03	0.09	0.05	0.23	0.06
1	0.01	0.09	0.05	0.18	0.04
3	0.01	0.07	0.03	0.10	0.03
5	0.01	0.05	0.02	0.08	0.02
7	<0.01	0.05	0.01	0.05	0.02
10	<0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
14	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
21	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

ผลการทดลองที่ 2.8 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2561-2563)

ตารางที่ 17 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ indoxacarb ในมะเขือ จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย indoxacarb 30% W/W WG อัตรา 5 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง indoxacarb (mg/kg)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
0	0.06	0.03	0.03	0.08	0.11
1	0.04	0.02	0.03	0.09	0.05
3	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
5	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
7	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	ND	ND	ND	0.01	0.01
21	ND	ND	ND	ND	ND

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.9 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของสไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 18 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ spiromesifen ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย spiromesifen 24% W/V SC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 5 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง spiromesifen (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.74	0.60	1.45
1	0.43	0.57	-
3	0.18	0.24	0.59
5	0.09	0.12	0.33
7	0.07	0.08	0.23
10	0.05	0.05	0.16
14	0.03	0.04	0.10
21	0.02	0.02	0.06

ผลการทดลองที่ 2.10 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไตรฟลอกซี่สโตรบิน (trifloxystrobin) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 19 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ trifloxystrobin ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย trifloxystrobin 50% W/W WG อัตรา 6 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง trifloxystrobin (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.81	0.19	0.49
1	0.53	0.14	0.30
3	0.32	0.06	0.20
5	0.26	0.05	0.18
7	0.20	0.03	0.12
10	0.18	0.03	0.08
14	0.12	0.02	0.05
21	0.09	0.01	0.49

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.11 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกติน เบนโซเอท (emamectin benzoate) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 20 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ emamectin benzoate ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง emamectin benzoate (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.01	0.01	0.01
1	<0.005	<0.005	<0.005
3	<0.005	<0.005	<0.005
5	<0.005	<0.005	<0.005
7	<0.005	<0.005	<0.005
10	<0.005	<0.005	<0.005
14	<0.005	<0.005	<0.005

ผลการทดลองที่ 2.12 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 21 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ chlorantraniliprole ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.41	0.31	0.23
1	0.36	0.20	0.18
3	0.23	0.14	0.13
5	0.13	0.07	0.10
7	0.10	0.03	0.07
10	0.07	0.02	0.05
14	0.04	0.01	0.02
21	0.03	0.01	0.01

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 2.13 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอินด๊อกซาคาร์บ (indoxacarb) ในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 22 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ indoxacarb ในพริก จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย indoxacarb 15% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง indoxacarb (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.63	1.16	0.47
1	0.47	1.01	0.21
3	0.26	0.42	0.12
5	0.15	0.20	0.07
7	0.08	0.13	0.07
14	0.02	0.07	0.03
21	ND	0.03	0.01

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักใบตระกูลกะหล่ำ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2564)

ผลการทดลองที่ 3.1 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซีทามิพริด (acetamiprid) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 23 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ acetamiprid ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย acetamiprid 20% W/W SP อัตรา 10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง acetamiprid (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	2.39	2.28	4.16	3.93	1.67	2.76
1	0.62	1.41	0.96	1.13	0.36	1.31
3	0.32	0.88	0.47	1.10	0.11	0.89
5	0.31	0.43	0.16	0.49	0.03	0.41
7	0.05	0.18	0.11	0.10	0.01	0.10
10	0.05	0.05	0.04	0.02	<LOQ	0.06
14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

ผลการทดลองที่ 3.2 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิล (fipronil) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560)

ตารางที่ 24 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ fipronil ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย fipronil 5% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง fipronil (mg/kg)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	1.951	1.679
1	0.913	0.863
3	0.160	0.130
5	0.066	0.038
7	0.018	0.016
10	0.004	0.004
14	<LOQ	<LOQ

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 3.3 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกตินเบนโซเอต (emamectin benzoate) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 25 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ emamectin benzoate ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง emamectin benzoate (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.05	0.06	0.30	0.43	0.07	0.16
1	<0.005	0.01	0.03	0.20	0.01	0.03
3	<0.005	0.01	<0.005	0.12	<0.005	0.01
5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
7	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
10	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
14	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

ผลการทดลองที่ 3.4 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 26 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ azoxystrobin ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย azoxystrobin 25% W/V SC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง azoxystrobin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	1.18	2.54	2.21	4.22	1.83	3.19
1	0.89	1.36	0.93	1.02	0.55	0.50
3	0.18	0.25	0.18	0.70	0.06	0.17
5	0.08	0.08	0.06	0.19	0.04	0.05
7	0.02	0.04	0.02	0.06	0.03	0.01
10	0.01	0.02	<0.01	0.01	<0.01	ND
14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ND	ND

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 3.5 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของลูเฟนนูรอน (lufenuron) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 27 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ lufenuron ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย lufenuron 5% W/V EC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง lufenuron (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	2.429	2.880	2.413
1	2.354	1.734	1.219
3	1.337	0.848	0.745
5	1.141	0.371	0.446
7	0.421	0.393	0.465
10	0.391	0.175	0.211
14	0.147	0.126	0.141

ผลการทดลองที่ 3.6 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอแรนทรานิลิโพรล (chlorantraniliprole) ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 28 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ chlorantraniliprole ในคะน้า จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	6.16	1.63	3.01
1	4.58	1.30	2.28
3	1.78	0.80	0.48
5	1.30	0.21	0.40
7	0.68	0.14	0.15
10	0.45	0.07	0.05
14	0.15	0.05	0.03

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในในผักอื่นๆ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2564)

ผลการทดลองที่ 4.1 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 29 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ beta-cyfluthrin ในถั่วฝักยาว จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย beta-cyfluthrin 2.5% W/V EC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง beta-cyfluthrin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.34	0.34	0.44	0.14	0.13	0.11
1	0.26	0.29	0.31	0.08	0.09	0.07
3	0.12	0.15	0.12	0.03	0.04	0.04
5	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02
7	0.02	0.02	0.01	ND	ND	0.01
10	0.01	0.01	ND	ND	ND	0.01
14	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
17	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ผลการทดลองที่ 4.2 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเดลทาเมทริน (deltamethrin) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2560-2562)

ตารางที่ 30 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ deltamethrin ในถั่วฝักยาว จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย deltamethrin 3% W/V EC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง deltamethrin (mg/kg)					
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 6
0	0.25	0.24	0.36	0.14	0.26	0.16
1	0.17	0.18	0.29	0.08	0.15	0.08
3	0.07	0.09	0.08	0.03	0.05	0.04
5	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
7	0.01	0.01	0.01	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	ND	ND	ND

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 4.3 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีมาเมกติน เบนโซเอต (emamectin benzoate) ในผักชีฝรั่ง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 31 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ emamectin benzoate ในผักชีฝรั่ง จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง emamectin benzoate (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	0.04	0.05	0.03
1	<0.01	0.01	0.01
3	<0.01	<0.01	<0.01
5	<0.01	<0.01	<0.01
7	<0.01	<0.01	<0.01
10	<0.01	<0.01	<0.01
14	<0.01	<0.01	<0.01

ผลการทดลองที่ 4.4 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของลูเฟนนูรอน (lufenuron) ในกะเพรา เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 32 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ lufenuron ในกะเพรา จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย lufenuron 5% W/V EC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง lufenuron (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	1.25	2.27	3.22
1	1.21	1.58	2.85
3	0.66	0.95	2.02
5	0.40	0.37	1.75
7	0.29	0.21	0.80
10	0.20	0.10	0.29
14	0.07	0.02	0.22
21	-	ND	0.04

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองที่ 4.5 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทอกซีฟีโนไซด์ (methoxyfenozide) ในกะเพรา เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ปี 2563-2564)

ตารางที่ 33 ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ methoxyfenozide ในกะเพรา จากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตราย methoxyfenozide 24% W/V SC อัตรา 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก ๆ 7 วัน รวม 2 ครั้ง

จำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง methoxyfenozide (mg/kg)		
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
0	11.16	8.51	6.51
1	10.01	5.50	5.40
3	3.35	2.34	4.18
5	2.52	0.51	3.85
7	1.36	0.18	2.02
10	0.77	0.093	1.77
14	0.13	0.015	0.15

กรมวิชาการเกษตร