

การศึกษาเปรียบเทียบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักที่ปลูกแบบปกติและปลูกแบบอินทรีย์ ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม

A Comparison Study of Pesticide Residues in Vegetables from Conventional and Organic Cultivation in Muang Nakhon Pathom District

กาญจน์รัตน์ สุครัตน์¹ เอกราชันย์ ไชยชนะ¹ ธัญญา เสาวภาคย์¹ และอดิศักดิ์ จตุรพิริยะ^{1*}
Kanjarat Sukrat¹, Ekrachan Chaichana¹, Thanunya Saowapark¹ and Adisak Jaturapiree^{1*}

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณและชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักที่ปลูกในระบบปกติและแบบอินทรีย์ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม โดยวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ ออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต ไพรีทรอยด์ และออร์กาโนคลอรีน จากตัวอย่างผักจากแปลงจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้งจีน บวบ ขึ้นฉ่าย ผักชีไทย ถั่วฝักยาว ผักกาดหอม ผักชีฝรั่ง และผักกาดขาว จากแปลงที่ปลูกแบบอินทรีย์ จำนวน 2 แปลง และปลูกแบบปกติที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 5 แปลง โดยแปลงที่เลือกทั้งสองระบบเป็นแปลงขนาดเล็กและปลูกแบบหมุนเวียน จากการวิเคราะห์พบว่าในระบบการปลูกแบบอินทรีย์มีผักเพียง 2 ชนิด ได้แก่ ขึ้นฉ่าย และผักชีฝรั่ง ที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ซึ่งได้แก่ chlorpyrifos ส่วนระบบการปลูกแบบปกติมีผัก 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วฝักยาว ผักชีไทย ขึ้นฉ่าย และผักชีฝรั่ง ที่มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, diazinon, carbofuran-3OH, carbofuran, carbosulfan, methomyl และ bifenthrin แสดงให้เห็นว่าระบบการปลูกแบบอินทรีย์มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างต่ำกว่าระบบการปลูกแบบปกติอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าผักในระบบเกษตรอินทรีย์ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ถึงแม้ว่าเกษตรกรไม่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเลย ส่วนในระบบปกติก็มีบางตัวอย่างที่ตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

คำสำคัญ: สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ผักปลูกแบบอินทรีย์ ผักปลูกแบบปกติ

Abstract

In this research, the different amounts and types of pesticide residues in vegetables under conventional and organic cultivation in Muang Nakhon Pathom district were compared. Four groups of pesticide compounds, namely organophosphates, carbamates, pyrethroids and organochlorines were investigated. Eight vegetables, namely water convolvulus, angled gourd, celery, coriander, yard long bean, lettuce, culantro, and Chinese cabbage, were sampled from 2 organic gardens and 5 conventional gardens that used pesticides. Both types of gardens featured small plots that had been cultivated by crop rotation. From the analysis, it was found that only 2 vegetables, celery and culantro from the organic gardens, had pesticide residue contamination (chlorpyrifos). As for the conventional gardens, 4 vegetables, including yard long bean, coriander, celery, and cilantro, were found to contain the pesticide residues chlorpyrifos, diazinon, carbofuran-3OH, carbofuran, carbosulfan, methomyl and bifenthrin. This clearly indicates that the produce from the organic garden system contained less pesticide residues than did produce from the conventional garden system. However, it was observed that the organic garden system produce still had some pesticide residues even though no pesticides had been applied, and perhaps contrary to expectation, some samples of vegetable produce from the conventional garden systems did not contain any pesticide residues.

Keywords: pesticide, pesticide residues, organic cultivation vegetable, conventional cultivation vegetable

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อ. เมืองนครปฐม จ. นครปฐม 73000

¹ Program of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Muang, Nakhon Pathom 73000

*Corresponding author, Email: adisak@webmail.npru.ac.th

คำนำ

ผักเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญในจังหวัดนครปฐม ซึ่งในปัจจุบันได้เกิดการตื่นตัวของเกษตรกรในการรวมกลุ่มกันสร้างชุมชนเกษตรอินทรีย์ขึ้น เนื่องมาจากการเล็งเห็นเรื่องความปลอดภัยของเกษตรกรเอง ราคาผลผลิตสูง รวมทั้งในปัจจุบันมีแหล่งจำหน่ายเป็นจำนวนมากพอ อย่างไรก็ตามยังพบว่าสินค้าเกษตรที่ได้จากระบบอินทรีย์หรือระบบออร์แกนิกยังคงมีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่แม้ว่าจะมีมาตรฐานการจัดการอย่างเคร่งครัด โดยได้มีรายงานของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (คณะกรรมการมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2559) พบว่าหลังจากสุ่มตรวจสอบสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ที่ออกจำหน่ายระบุว่ามีการตรวจพบสารเคมี 2 ชนิดในผักออร์แกนิก ได้แก่ ถั่วฝักยาว และผักบุ้ง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการลักลอบใช้ของเกษตรกรแต่ในปริมาณน้อย หรืออาจมีการปนเปื้อนจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สะสมในระบบนิเวศเดิมทั้งในดิน น้ำ และอากาศ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตเกษตรอินทรีย์ จากการติดต่อยกพื้นที่ในเขตอำเภอเมืองนครปฐมทำให้ทราบถึงความต้องการของเกษตรกรที่ปลูกผักอินทรีย์ที่ต้องการให้ทางผู้วิจัยทำการวิจัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักของเกษตรกรเพื่อเสริมสร้างความมั่นใจของเกษตรกรในการนำออกไปจำหน่าย รวมทั้งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปขอมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ ศึกษาเปรียบเทียบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างของพืชผักที่ผลิตจากระบบอินทรีย์และในกระบวนการผลิตในระบบปกติที่มีการใช้สารเคมี ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืช ถึงแม้ว่ามีรายงานหลายฉบับที่ได้ทำการศึกษาลักษณะนี้ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นรายงานสถานการณ์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากผักที่ได้จากห้างสรรพสินค้าและตลาดสด (จิราพร ใจเกลี้ยง และคณะ, 2555; พัชรี ภคชมา และคณะ, 2559; ธนพงศ์ ภูผาลี และคณะ, 2559) ส่วนการเก็บตัวอย่างจากแปลงจะมีเป็นส่วนน้อย (จิราพร ใจเกลี้ยง และคณะ, 2559)

ในงานวิจัยนี้จะลงสำรวจเก็บตัวอย่างผักจากแปลงทั้งที่ปลูกแบบปกติที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและแบบอินทรีย์ที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช เพื่อวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในห้องปฏิบัติการ โดยเลือกจากการทำการเกษตรขนาดเล็กที่มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณไม่เกิน 2 ไร่ และมีลักษณะการปลูกผักแบบหมุนเวียน ชนิดของผักที่จะนำมาใช้ในเปรียบเทียบระหว่างผักที่ปลูกแบบปกติและแบบอินทรีย์จะเป็นผักชนิดเดียวกัน โดยจะเป็นผักที่นิยมปลูก ได้แก่ ผักบุ้งจีน บวบ ขึ้นฉ่าย ผักขีไทย ถั่วฝักยาว ผักกาดหอม ผักชีฝรั่ง และผักกาดขาว โดยสารที่ตรวจจะเป็นสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชที่มักตกค้างอยู่ในผักและผลไม้ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) กลุ่มที่ 2 กลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) กลุ่มที่ 3 กลุ่มไพเรทรอยด์ (pyrethroid) และกลุ่มที่ 4 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) ถึงแม้ว่าสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนี้จะไม่มีการใช้แล้วแต่จำเป็นต้องตรวจเช่นกัน เนื่องจากอาจมีการตกค้างในดินและน้ำอยู่ นอกจากนี้ตามมาตรฐานการส่งออกของประเทศไทยยังกำหนดให้สาร endosulfan ซึ่งเป็นหนึ่งในสารกลุ่มนี้อยู่ในประเภทสารต้องห้ามด้วยเช่นกัน โดยหลังจากตรวจสอบสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชที่มักตกค้างอยู่ในผักแล้ว จะมีการนำผลการทดลองดังกล่าวมาเชื่อมโยงกับข้อมูลการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ได้จากการสัมภาษณ์ขณะลงพื้นที่และข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาทั้งในส่วนของการเกษตรแบบปกติและเกษตรอินทรีย์

วิธีการศึกษา

การดำเนินงานวิจัยจะเริ่มจากการคัดเลือกแปลงขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 2 ไร่ ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม โดยได้คัดเลือกแปลงผักจำนวนทั้งหมด 7 แปลง โดยเป็นแปลงเกษตรอินทรีย์ 2 แปลง และแปลงเกษตรปกติ 5 แปลง โดยหลังจากนั้นผู้วิจัยจะลงไปสำรวจพื้นที่และสัมภาษณ์สอบถามข้อมูลหลักจากเกษตรกรในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของแปลงเกษตร การจัดการน้ำ การจัดการแปลงปลูก การจัดการวัชพืช พฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เจตคติเกี่ยวกับการปลูกผักแบบปกติและแบบอินทรีย์ ซึ่งจะแสดงผลในส่วนของการสำรวจพื้นที่และสัมภาษณ์เกษตรกร นอกจากนี้จะเก็บตัวอย่างผักเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเก็บตัวอย่างผักจากแปลง

การเก็บตัวอย่างเป็นการสุ่มตรวจเก็บตัวอย่างจากแปลงผักที่คัดเลือกไว้ การสุ่มเก็บจะเป็นไปตามข้อกำหนดการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างของกองวัตถุมีพิษการเกษตร (จารุพงศ์ ประสพสุข, 2560) การเก็บตัวอย่างพืชจะเก็บในระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยจะเก็บตัวอย่างก่อนออกจำหน่ายไม่เกิน 3-5 วัน และจะทำตามวิธีการชักตัวอย่างจากแปลงปลูกด้วยการเก็บจากตัวอย่างทั้งแปลงซึ่งเก็บตามแนวเส้นทแยงมุมจากทุกร่อง โดยจะรวบรวมมาให้ได้อย่างน้อยจำนวน 1 กิโลกรัม ตามมาตรฐาน มกอช. 9025-2551 (คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) นำเอาตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกที่สะอาด หลังจากนั้นให้นำเข้าห้องปฏิบัติการทันที ในห้องปฏิบัติการจะนำผักมาปั่นด้วยเครื่องปั่น หลังจากนั้น

สุมน้ำตัวอย่างที่ปั่นละเอียดจำนวน 15 กรัมไปสกัดต่อไป หรือในกรณีที่ต้องเก็บจะนำเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ -21 °C เพื่อป้องกันสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างสลายตัว

การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

การวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักสดทำได้โดยใช้วิธีสกัดดัดแปลงจากวิธี QuEChER (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe) ซึ่งเป็นวิธีที่มีความรวดเร็ว ง่าย มีความถูกต้องแม่นยำ เหมาะสม ทันต่อความต้องการ (Anastassiades et al., 2003) โดยจะเริ่มจากนำตัวอย่างมาสกัดด้วยการชั่งตัวอย่าง 15±0.05 กรัม ใส่หลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร (มล.) เติม 1% acetic acid ใน acetonitrile 15 มล. หลังจากนั้นเติม magnesium sulphate (MgSO₄) จำนวน 6 กรัม และ sodium acetate (NaOAc) 1.5 กรัม แล้วเขย่า 1 นาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบประมาณ 3,300 รอบ/นาที นาน 5 นาที ปิเปตสารละลายชั้นบน 2 มล. ใส่หลอด centrifuge ขนาด 10 มล. จำนวน 2 หลอด เติม primary secondary amine (PSA) 100 มิลลิกรัม (มก.) magnesium sulphate (MgSO₄) 300 มก. และ graphitized carbon black (GCB) 25 มก. เขย่า 30 วินาที จากนั้นนำสารละลายไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบประมาณ 3,300 รอบ/นาที นาน 5 นาที ทั้ง 2 หลอด โดยหลอดที่ 1 ปิเปตสารละลาย 1 มล. ใส่ในหลอด turbo vap ระเหยให้เหลือประมาณ 0.1 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 1 มล. ด้วย toluene นำสารละลายที่ได้ตรวจวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มไพรีทรอยด์ และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ด้วยเครื่อง GC-μECD ส่วนหลอดที่ 2 ปิเปตสารละลายส่วนที่ใสกรองด้วย nylon filter 0.45 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS โดยในการวิเคราะห์ทางเครื่องมือจะวิเคราะห์ทั้งชนิดและปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบ ปริมาณของสารที่สามารถวิเคราะห์ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 32 ชนิด กลุ่มคาร์บาเมต 13 ชนิด กลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด และกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 19 ชนิด การวิเคราะห์ปริมาณนั้นจะใช้สารมาตรฐานจากบริษัท Dr. Ehrenstorfer ชนิดเดียวกันกับชนิดสารตกค้างที่จะวิเคราะห์ทั้งหมด 71 ชนิด แสดงดัง Table 1

Table 1 Type of pesticide residues analyzed in this experiment.

Group of pesticides	Type of pesticide
Organophosphate (group 1)	acephate, azinphos-ethyl, azinphos-methyl, buminafos, chlorfenvinphos, chlorpyrifos-ethyl, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, dicotophos, dimethoate, disulfoton, EPN, ethion, ethoprophos, etrimfos, fenitrothion, malathion, methidathion, monocrotophos, omethoate, parathion-ethyl, parathion-methyl, phosalone, phosphamidon, pirimphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, prothiofos, triazophos, trans-mevinphos
Carbamate (group 2)	aldicarb, bendiocarb, carbofuran-3-hydroxy, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, fenobucarb, isoprocarb, methiocarb, methomyl, metolcarb, oxamyl, promecarb
Pyrethroid (group 3)	lambda-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate, deltamethrin, bifenthrin
Organochlorine (group 4)	HCB, alpha-BHC, lindane (gamma-BHC), heptachlor, aldrin, delta-BHC, dicofol, heptachlor-epoxide, alpha-endosulfan, trans-chlordane, cis-chlordane, p,p'-DDE, dieldrin, endrin, o,p'-DDT, p,p'-DDD, beta-endosulfan, p,p'-DDT, endosulfan-sulfate

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการสำรวจพื้นที่และสัมภาษณ์เกษตรกร

หลังจากทำการคัดเลือกแปลงเกษตรในเขตอำเภอเมืองนครปฐม โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการทำการคัดเลือกได้แก่ มีเนื้อที่เพาะปลูกไม่เกิน 2 ไร่ การปลูกจะมีลักษณะหมุนเวียนซึ่งทั้งแปลงในแต่ละครั้งจะมีการปลูกผักที่หลากหลายมากกว่า 2 ชนิดและหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะปลูกผักชนิดใหม่ที่ไม่ซ้ำกับที่เก็บเกี่ยวไป พร้อมทั้งในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยทั้งแปลงเกษตรแบบอินทรีย์และแบบปกติจะมีผักที่กำลังจะเก็บเกี่ยวเป็นชนิดเดียวกัน โดยเกษตรกรยินยอมให้สัมภาษณ์และเก็บผักไปตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 7 แปลง โดยเป็นแปลงเกษตรอินทรีย์ 2 แปลง และแปลงเกษตรปกติ 5 แปลง พบว่า

แปลงเกษตรอินทรีย์ทั้ง 2 แปลงจะปลูกผักแบบหมุนเวียนตามแผนที่เกษตรกรได้วางไว้หรือตามการสั่งซื้อเพื่อส่งขายในตลาดเกษตรอินทรีย์ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม โดยแปลงเกษตรทั้งสองแปลงยังไม่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จากกรมวิชาการเกษตร ชนิดของผักที่ปลูกทั้งสองแปลงจะคล้ายกัน เช่น ผักชี ผักชีฝรั่ง ขึ้นฉ่าย คะน้า กวางตุ้ง โหระพา ผักบุ้งจีน ผักสลัด ผักบุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดหอม ถั่วฝักยาว และบวบเหลี่ยม เกษตรกรจะเป็นผู้ผลิตและนำไปส่งขายในตลาดและขายเองตามตลาดเกษตรอินทรีย์ขนาดเล็กในเขตอำเภอเมืองนครปฐม ลักษณะของแปลงผักทั้งแบบอินทรีย์และแบบปกติจะเป็นการยกร่องจากพื้นที่ราบ มีร่องแปลงสำหรับทางเดิน จะไม่มีร่องนาระหว่างแปลงแต่น้ำที่ใช้จะเป็นน้ำบาดาลที่ขุดเก็บกักไว้ ในการปลูกแต่ละครั้งจะมีการเตรียมดิน พลิกดิน ตั้ทิ้งไว้สักระยะก่อนจะลงผักใหม่ การจัดการวัชพืชพบว่าทั้งในระบบเกษตรอินทรีย์และปกติจะใช้ระบบป้องกันโดยการคลุมดินด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง แต่ในระบบเกษตรอินทรีย์ เกษตรกรบอกว่าจำเป็นต้องเตรียมแปลงที่ดี ต้องมีการพลิกดิน 2-3 ครั้ง แล้วตากดินสักระยะ ลงปุ๋ยคอก แล้วค่อยทำการเพาะปลูกอีกครั้ง รวมทั้งต้องเดินแปลงบ่อย ๆ เพื่อดูทั้งไซของแมลงและวัชพืช ในกรณีของวัชพืชจะใช้เพียงมือถอนหรือจอบตาก ส่วนในระบบปกติจะคล้าย ๆ กัน มีการไถพรวนดินเพียงครั้งเดียว ตากดิน แล้วลงปุ๋ยเริ่มปลูกผักชนิดใหม่เลย ส่วนเมื่อทำการปลูกแล้วจะมีการตรวจแปลงบ้าง เมื่อพบวัชพืชจะใช้เพียงมือถอนหรือจอบตาก จะมีการใช้ยาฆ่าหญ้าบ้างในกรณีพบวัชพืชมากเท่านั้น ในระบบเกษตรอินทรีย์นั้นเกษตรกรมีความรู้ด้านเกษตรอินทรีย์พอสมควร ไม่ว่าจะเป็นเรื่องที่จะไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช แต่จะใช้สารชีวภาพที่ผลิตเองร่วมกับสารสกัดอินทรีย์ทั่วไปที่ได้จากร้านค้ามาเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ยจะใช้เพียงปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์เท่านั้น มีการสร้างแนวป้องกันเพื่อป้องกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากพื้นที่เกษตรข้างเคียง โดยจะใช้แนวป้องกันทางธรรมชาติที่เป็นต้นไม้เป็นหลัก เช่น แนวต้นยูคาลิปตัส ต้นกระถิน และต้นกล้วย ไม่มีการจ้างแรงงานในการเตรียมแปลงและเก็บเกี่ยว ส่วนสาเหตุที่ทำการเพาะปลูกแบบอินทรีย์เนื่องจากกลัวผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิต รวมทั้งเกษตรกรไม่คิดว่าการเพาะปลูกแบบอินทรีย์จะเพิ่มภาระในการดูแลเพราะตามปกติก็ต้องดูแลอยู่แล้ว เกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกแบบอินทรีย์ทั้งสองแปลงเปลี่ยนจากการปลูกแบบปกติมาเพาะปลูกแบบอินทรีย์นานประมาณ 3-4 ปี ส่วนเกษตรกรที่เพาะปลูกแบบปกติก็จะปลูกผักหลายชนิดคล้ายกันกับแบบอินทรีย์ โดยพฤติกรรมการจัดการศัตรูพืชจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะแรกเกษตรกรจะจัดการศัตรูพืชเมื่อพบตัวอ่อนของหนอนหรือไซของแมลง เกษตรกรให้เหตุผลว่าเนื่องจากเนื้อที่เพาะปลูกไม่มากนัก ดังนั้นเกษตรกรสามารถเดินตรวจทั้งแปลงได้ ซึ่งเกษตรกรจะคอยตรวจแปลงเพื่อสังเกตตัวอ่อนและไซของทั้งแมลงและหนอน ถ้าพบจึงจะทำการจัดการศัตรูพืช ในกรณีที่ไม่มีพบก็จะไม่ฉีด หรือผักบางชนิดถ้ามีอายุสั้น ราคาถูก เช่น ผักบุ้ง เกษตรกรก็จะพยายามไม่จัดการศัตรูพืช เนื่องจากมีความเห็นว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีราคาแพง ไม่คุ้มกับราคาที่จำหน่ายได้ ส่วนลักษณะที่สองเป็นลักษณะที่จะฉีดก่อนพบตัวอ่อนและไซของแมลงศัตรูพืช โดยเกษตรกรให้ความเห็นว่าการฉีดลักษณะที่สองนี้ได้ผลดีกว่าลักษณะแรก ผักมีการเสียหายน้อยกว่าแต่เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต สารกำจัดศัตรูพืชที่นิยมใช้ เช่น คาร์โบซัลแฟน อะบาเมกติน คลอร์ไพริฟอส แลนควิ และไซเพอร์เมทริน ส่วนปริมาณการฉีดนั้นในตอนแรกเกษตรกรจะฉีดตามฉลากที่ผู้ผลิตให้มาหรือตามที่ร้านค้าแนะนำ จากนั้นจะคอยสังเกตว่าได้ผลหรือไม่ หลังจากนั้นเกษตรกรก็จะลดหรือเพิ่มปริมาณตามประสบการณ์ของเกษตรกรเอง ความถี่ในการฉีดก็เช่นเดียวกัน ในกรณีที่เกษตรกรฉีดไปแล้วได้ผลก็จะหยุดฉีด แต่ในกรณีที่ไม่ได้ผลหรือได้ผลไม่ดีพอก็จะฉีดซ้ำในปริมาณที่มากกว่าเดิมตามประสบการณ์ของเกษตรกรเอง ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเกษตรกรจะให้ความสำคัญกับผลผลิตผักที่ได้ โดยไม่ได้คำนึงว่าการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นอาจทำให้เกิดสารเคมีตกค้างในแปลงปลูก ในดิน และแหล่งน้ำของเกษตรกรเอง สำหรับการเลือกซื้อส่วนใหญ่เกษตรกรจะเลือกซื้อชนิดและยี่ห้อที่ร้านค้าแนะนำ ส่วนด้านความปลอดภัยนั้นเกษตรกรจะมีเพียงหน้ากากปิดจมูกและปากเท่านั้นที่ใช้ป้องกันขณะฉีดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แต่จะไม่สวมชุดป้องกัน เพราะยุ่งยาก ร้อน เสียเวลา และคิดว่าไม่จำเป็น นอกจากนี้เกษตรกรแบบปกติมีความเข้าใจความปลอดภัยของการเพาะปลูกแบบอินทรีย์ แต่ที่ไม่หันมาปลูกแบบอินทรีย์เนื่องจากไม่มีความรู้ คิดว่ายุ่งยาก และมีความเสี่ยงต่อความเสียหายของผักสูง

ผลการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

จากการตรวจสอบปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผัก 8 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้งจีน (water convolvulus) บวบ (angled gourd) ขึ้นฉ่าย (celery) ผักชีไทย (coriander) ถั่วฝักยาว (yard long bean) ผักกาดหอม (lettuce) ผักชีฝรั่ง (culantro) และผักกาดขาว (Chinese cabbage) จากระบบเพาะปลูก 2 รูปแบบ ได้แก่ ผักที่ปลูกแบบอินทรีย์ (organic cultivation vegetables, OCV) 2 แปลง และการปลูกแบบปกติ (conventional cultivation vegetables, CCV) 5 แปลง โดยในแต่ละแปลงจะเก็บชนิดของผักแตกต่างกันดัง Table 2 พบว่าในระบบการปลูกแบบอินทรีย์จะมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปริมาณน้อยกว่าและจำนวนชนิดของสารตกค้างน้อยกว่าอย่างชัดเจน สำหรับระบบการปลูกแบบอินทรีย์มีผักเพียง 2 ชนิด ได้แก่ ขึ้นฉ่าย และผักชีฝรั่งเท่านั้นที่ตรวจพบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ซึ่งสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในผักทั้งสองชนิดนี้เป็นสารชนิดเดียวกัน

คือ chlorpyrifos ซึ่งจัดเป็นสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม organophosphate โดยพบในขึ้นฉ่ายปริมาณ 0.008 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของผัก และในผักชีฝรั่งปริมาณ 0.007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของผัก ซึ่งเมื่อไปพิจารณาเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูงสุดสำหรับมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand-MRLs) (คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร, 2556) มาตรฐานของสหภาพยุโรป (EU-MRLs) (Committee of Health and Food Safety Department, 2016) มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (Japan-MRLs) (Committee of Residue Limits of Agricultural Chemicals, 2016) พบว่าสารดังกล่าวไม่ถูกกำหนด (non-specified) ให้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างตาม Thailand-MRLs แต่สำหรับ EU-MRLs และ Japan-MRLs ระบุว่าไม่ได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของผัก ซึ่งจากปริมาณที่ตรวจพบทำให้สรุปได้ว่าผักอินทรีย์ทั้งสองชนิดผ่านมาตรฐานทั้งมาตรฐานของประเทศไทย สหภาพยุโรป และประเทศญี่ปุ่น

สำหรับระบบการปลูกแบบปกดินนี้มีผักที่ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ได้แก่ ผักบุ้ง บวบ ผักกาดขาว และผักกาดหอม ส่วนผักที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วฝักยาว ผักชีไทย ขึ้นฉ่าย และผักชีฝรั่ง โดยเป็นสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, diazinon, carbofuran-3OH, carbofuran, carbosulfan, methomyl และ bifenthrin ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างจาก 3 กลุ่ม คือ organophosphate, carbamate และ pyrethroid แต่ไม่พบในกลุ่ม organochlorine จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าระบบการปลูกแบบอินทรีย์มีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชต่ำกว่าระบบการปลูกแบบปกติอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามระบบมาตรฐานของประเทศไทยพบว่าผักที่ปลูกในระบบปกติมีเพียงชนิดเดียวที่มีค่าเกินมาตรฐาน ได้แก่ ถั่วฝักยาว ซึ่งมีสาร carbofuran เกินมาตรฐาน แต่สำหรับมาตรฐานสหภาพยุโรปพบว่ามีผัก 3 ชนิดที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชไม่ผ่านมาตรฐาน ได้แก่ ถั่วฝักยาว ขึ้นฉ่าย และผักชีฝรั่ง ส่วนตามมาตรฐานของญี่ปุ่นพบว่ามีผักชีฝรั่งและขึ้นฉ่ายไม่ผ่านมาตรฐาน

เมื่อวิเคราะห์ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่ตรวจพบ พบว่าจะพบสาร chlorpyrifos ตกค้างในผักจากแปลงเกษตรทั้งสองระบบในผัก 3 ชนิด ได้แก่ ขึ้นฉ่าย ผักชีฝรั่ง และผักชีไทย ซึ่งอาจจะเนื่องจาก chlorpyrifos เป็นสารเคมีกำจัดแมลงที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีการนำเข้าไปในปริมาณที่สูงมาก (ไทยรีฟอร์ม, 2561) เนื่องจากเป็นสารเคมีทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติการออกฤทธิ์ที่กว้าง (broad-spectrum) จึงสามารถกำจัดศัตรูพืชได้หลากหลาย ทั้งแมลงปากดูดและแมลงปากกัดจากการสูมตัวอย่างผักทั้งจากตลาดสด ห้างสรรพสินค้า และฟาร์ม พบว่าสาร chlorpyrifos จะเป็นสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่พบบ่อยและพบในปริมาณมากเกินมาตรฐาน รวมทั้งตรวจพบในผักหลากหลายชนิด (จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ, 2557; ฝ่ายข้อมูล-ไทยแพน, 2559; Sapbamrer and Hongsibsong, 2014; Wanwimolruk et al., 2015) นอกจากนี้เป็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับระบบปกติยังพบสารกำจัดศัตรูพืชที่อันตราย เช่น carbofuran-3OH และ carbosulfan ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้กำหนดให้เป็นสารต้องห้ามระวัง ส่วนเครือสหภาพยุโรปจัดเป็นสารต้องห้าม (prohibited substances) (อังคณา สุวรรณกฎ, 2559)

นอกจากนี้จากผลการทดลองจะสังเกตได้ว่าผักที่ปลูกระบบปกติบางชนิดไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมของเกษตรกรในการฉีดสารกำจัดศัตรูพืช เช่น ผักบุ้งจีน ซึ่งเกษตรกรจะไม่พยายามฉีดสารกำจัดศัตรูพืชเนื่องจากเป็นผักที่มีราคาถูก ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวเร็ว ทำให้ระยะเวลาที่แมลงจะทำความเสียหายมีน้อย ส่วนสาเหตุอีกประการที่ทำให้ตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระบบปกติถึงแม้ว่าในระบบจะมีการฉีดสารกำจัดศัตรูพืชนั้นเนื่องมาจากในกรณีที่เกษตรกรฉีดสารกำจัดศัตรูพืชก่อนนำผักออกจำหน่ายเป็นระยะเวลานานพอสมควร ทำให้สารดังกล่าวอาจเกิดการสลายตัวจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสงแดด อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่ไช้รด และปริมาณน้ำฝน (Hanson et al., 2015) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ทราบเรื่องการสลายตัว บางรายไม่ให้ความสำคัญแต่บางรายให้ความสำคัญ โดยได้ให้ข้อมูลว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ฉีดจะมีการสลายตัวหมดไปหลังจากฉีดประมาณ 7-10 วัน และควรเก็บขายหลังจากนั้น แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่เกษตรกรรู้นั้นเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้องมากนัก ซึ่งจากหลายงานวิจัยพบว่าการสลายตัวของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นขึ้นอยู่กับทั้งปริมาณที่ฉีด (จิตาภรณ์ เพ็ชรชัย และจิตติยา แซ่ป้ง, 2560; Siebers and Mattusch, 1996) ชนิดของสาร (จิตติยา แซ่ป้ง และกรรณิการ์ อ่อนชัย, 2549) รวมทั้งชนิดของผัก (มะลิวัลย์ แซ่ลิ้ม และคณะ, 2558; จิตติยา แซ่ป้ง และกรรณิการ์ อ่อนชัย, 2549; ชนิดา เกิดสรวทศน์ และจิตติยา แซ่ป้ง, 2558)

Table 2 Pesticide residues found in organic cultivation vegetables (OCV) and conventional cultivation vegetables (CCV).

Source	Kind of vegetable	^{1/} Detected pesticides (mg/kg)	Thailand-MRLs (mg/kg)	EU-MRLs (mg/kg)	Japan-MRLs (mg/kg)
Organic cultivation vegetables (OCV)					
OCV 1	Water convolvulus	Nd	-	-	-
	Angled gourd	Nd	-	-	-
	Celery	Chlorpyrifos ¹ (0.008)	Non specified	<0.05	<0.05
	Coriander	Nd	-	-	-
	Yard long bean	Nd	-	-	-
OCV 2	Lettuce	Nd	-	-	-
	Culantro	Chlorpyrifos ¹ (0.007)	Non specified	<0.05	<0.05
	Chinese cabbage	Nd	-	-	-
Conventional cultivation vegetables (CCV)					
CCV 1	Water convolvulus	Nd	-	-	-
CCV 2	Angled gourd	Nd	-	-	-
	Yard long bean	Carbofuran-3OH ² (0.088)	<0.1	Prohibited	<0.3
		Carbofuran ² (0.156)	<0.1	Prohibited	<0.3
		Carbosulfan ² (0.039)	<0.1	Prohibited	<0.05
		Methomyl ² (0.012)	<1	<0.1	<5
CCV 3	Celery	Chlorpyrifos ¹ (0.055)	Non specified	<0.05	<0.05
		Diazinon ¹ (0.011)	Non specified	Prohibited	<0.1
	Coriander	Chlorpyrifos ¹ (0.021)	Non specified	<0.05	<0.05
CCV 4	Culantro	Bifenthrin ³ (0.910)	Non specified	<0.02	<0.05
		Chlorpyrifos ¹ (0.010)	Non specified	<0.05	<0.05
CCV 5	Lettuce	Nd	-	-	-
	Chinese cabbage	Nd	-	-	-

Nd = non-detected.

^{1/}From the column of detected pesticides: the power numbers mean group of detected pesticide, and number in bracket means the amount of detected pesticide in unit of mg of detected pesticide/kg of vegetable.

ส่วนในระบบเกษตรอินทรีย์สังเกตได้ว่าผักจากระบบการปลูกแบบอินทรีย์ยังคงมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ แม้จะเป็นระบบที่มีการยืนยันว่าไม่ได้ใช้สารเคมี ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่าการปนเปื้อนอาจเกิดจากหลาย ๆ สาเหตุ เช่น การใช้อุปกรณ์การเกษตรร่วมกันซึ่งปัญหาดังกล่าวได้เคยเกิดขึ้นที่ประเทศเบลเยียม (ต้นกล้า, 2557) ที่เกษตรกรนำอุปกรณ์พ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในระบบเกษตรปกติมาใช้ในระบบเกษตรอินทรีย์โดยไม่ทำความสะอาดก่อน ซึ่งจากการสอบถามเกษตรกรพบว่าอุปกรณ์การฉีดพ่นสารป้องกันแมลงแบบชีวภาพนั้นเกษตรกรซื้อมาใช้เองซึ่งไม่น่าจะเป็นสาเหตุในการปนเปื้อน แต่พวกเครื่องมือหนักเกษตรกรยืมมาจากวิสาหกิจชุมชนซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

การปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมหรือจากบริเวณเกษตรกรรมข้างเคียงก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งในการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักอินทรีย์ จากการสำรวจพื้นที่ของเกษตรกรพบว่าถึงแม้ว่าเกษตรกรจะมีแนวป้องกันการแพร่ของสารเคมีทางอากาศจากพื้นที่เกษตรข้างเคียงที่ยังมีการปลูกแบบปกติอยู่ แต่สารเคมีที่ใช้ทำการฉีดพ่นมีอนุภาคขนาดเล็กมากจึงอาจจะสามารถแพร่ผ่านแนวป้องกันได้ นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการแพร่ผ่านแหล่งน้ำหรือดิน เช่น ช่วงฤดูฝนสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างอาจเกิดการแพร่ผ่านน้ำและดินจากบริเวณเกษตรข้างเคียงได้ดังในรายงานวิจัยของ รัศมี แสงศิริมงคลย์ และคณะ (2558)

การปนเปื้อนในสารชีวภาพก็อาจเป็นอีกสาเหตุได้เช่นเดียวกัน ซึ่งโดยปกติในแปลงเกษตรอินทรีย์มีการใช้สารชีวภาพบางชนิดในการป้องกันกำจัดเชื้อราหรือแมลง ซึ่งสารชีวภาพทางการค้าบางผลิตภัณฑ์อาจไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์และอาจมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชผสมอยู่ หรือแม้แต่สารชีวภาพที่เตรียมขึ้นมาโดยเกษตรกรเองก็อาจมีขั้นตอนที่ไม่ได้ควบคุมอย่างเคร่งครัดทำให้มีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ ซึ่งเคยมีรายงานว่าปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากเศษผักผลไม้ที่ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอยู่ เมื่อนำไปผลิตปุ๋ยก็ยังพบการตกค้างในปุ๋ยนั้นด้วยเช่นกัน (จารุพงศ์ ประสพสุข และฐิติมาศ อิวาย, 2556)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาตามชนิดของพืช เป็นที่น่าสังเกตว่าขึ้นง่ายและผักชีฝรั่งมีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งในระบบเกษตรอินทรีย์และระบบปกติ ซึ่งจากหลายข้อมูลของงานวิจัยการสุ่มตรวจพืชผักพบว่าขึ้นง่ายและผักชีฝรั่งตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างบ่อยและตรวจพบในปริมาณที่มาก (จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ, 2557) ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของพืช การเก็บเกี่ยว และการเพาะปลูก โดยผักทั้งสองชนิดเป็นพืชที่เจริญเติบโตใกล้ดินและมีปริมาณน้ำในต้นสูง ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนสารเคมีที่ตกค้างอยู่ในดินได้ง่าย และการมีปริมาณน้ำในต้นสูงแสดงให้เห็นว่าพืชมีการดูดซับน้ำจากสิ่งแวดล้อมได้ดี ทำให้มีโอกาสดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างเข้าไปในต้นได้ง่ายด้วย นอกจากนี้ผักทั้งสองชนิดนี้จะมีการเก็บเกี่ยวพร้อมราก ซึ่งรากเป็นส่วนที่มีการดูดซับสารเคมีจากดินได้สูง ขณะที่พืชที่มีการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการตัดจะไม่มีส่วนของรากติดมาทำให้พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างน้อยกว่า รวมทั้งการเพาะปลูกต้องทำในบริเวณที่มีหลังคาคลุม ดังนั้นพืชจะไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงทำให้สารเคมีที่ตกค้างหรือกระจายมาจากแหล่งอื่นเกิดการสลายตัวหายไปได้ยาก

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผักจากแปลงที่ปลูกในระบบปกติและแบบเกษตรอินทรีย์พบว่าในระบบการปลูกแบบอินทรีย์จะมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปริมาณน้อยกว่าและจำนวนชนิดของสารตกค้างน้อยกว่าอย่างชัดเจน โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่พบจะไม่มีสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอยู่เลย นอกจากนี้ยังพบว่าในระบบเกษตรอินทรีย์มีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักตัวอย่าง แต่พบในปริมาณที่ไม่เกินระดับมาตรฐานของทั้งมาตรฐานของประเทศไทย สหภาพยุโรป และประเทศญี่ปุ่น โดยสารที่พบได้แก่ chlorpyrifos ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย โดยผักที่พบ ได้แก่ ขึ้นง่าย และผักชีฝรั่ง ส่วนในระบบปกติพบว่ามีทั้งการตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างและตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง โดยผักที่ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างนั้น ได้แก่ ผักบุ้ง บวบ และหัวไชเท้า ส่วนผักจากแปลงปกติที่ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างนั้น ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่หลากหลายจำนวนทั้งหมด 7 ชนิด ทั้งที่เป็นสารต้องห้ามในบางประเทศ ได้แก่ carbofuran-3OH และ carbosulfan และไม่ใช้สารต้องห้าม ในกรณีที่ไม่ใช้สารต้องห้ามก็มีการตรวจพบทั้งที่เกินมาตรฐานและไม่เกินมาตรฐาน

อย่างไรก็ตามงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาในขั้นเริ่มต้น ซึ่งเป็นเพียงกรณีศึกษาที่จำกัดพื้นที่เฉพาะในเขตอำเภอเมืองนครปฐม รวมทั้งเป็นระบบผลิตที่เป็นแบบครัวเรือนขนาดเล็ก ไม่มีการจ้างแรงงาน การสุ่มเก็บตัวอย่างกระทำเพียงครั้งเดียว รวมทั้งยังเป็นการศึกษาที่เน้นเฉพาะในเรื่องของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างกับพฤติกรรมของเกษตรกร ซึ่งอาจทำให้ยังขาดข้อมูลในบางส่วน ดังนั้นผู้วิจัยเสนอแนะว่าอาจจะมีการขยายเขตพื้นที่ เพิ่มชนิดของผัก ขยายการเปรียบเทียบกับแปลงระบบอื่น เช่น การปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ รวมทั้งอาจจะมีการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในแหล่งปนเปื้อนที่อาจเป็นไปได้ เช่น น้ำและดินในแปลง รวมทั้งสารชีวภาพและปุ๋ยที่เกษตรกรใช้เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่เกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมในการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ห้องปฏิบัติการ C-lab หจก. ชัชวาล อิมพอร์ต เอ็กซ์พอร์ต แอนด์ แพ็คเกจจิ้ง ในการสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2559. ปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตออร์แกนิก ที่ตรวจรับรองโดย มกท.

สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. <https://actorganic-cert.or.th/th/ปัญหาสารเคมีตกค้างในผล/> (7 กันยายน 2562).

คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2556. ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.

http://www.acfs.go.th/standard/download/MAXIMUM_RESIDUE_LIMITS_new.pdf (20 มิถุนายน 2561).

- คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. วิธีชักตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. http://www.acfs.go.th/standard/download/pesticide_residues.pdf (8 พฤษภาคม 2562).
- จารุพงศ์ ประสพสุข และชุลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2556. การติดตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปุยหมัก ปุยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม* 32: 154-160.
- จารุพงศ์ ประสพสุข, ปรียานุช สายสุพรรณ และวัชรภาพร ศรีสว่างวงศ์. 2557. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้เพื่อการรับรองระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. *แก่นเกษตร* 42 (พิเศษ 2): 430-439.
- จารุพงศ์ ประสพสุข. 2560. การสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และพืช เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง. *กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. <http://oard3.doa.go.th/pdf/jarupong2.pdf> (8 พฤษภาคม 2562).
- จิราพร ใจเกลี้ยง, ศิริพร จันทรมณี และอรพรรณ หนูแก้ว. 2555. การตรวจหายาฆ่าแมลงตกค้างในผักจากตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ใน *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50*. น. 263-271. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชนิดา เกิดสรรพาศน์ และจิตติยา แซ่ปึง. 2558. ปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไพริฟอสในผักชีหลังฉีดพ่น 3 อัตรา. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558*. น. 119-127. มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.
- จิตติมาภรณ์ เพ็ชรชัย และจิตติยา แซ่ปึง. 2560. ผลของอัตราการใช้คลอร์ไพริฟอสและ Dimethoate ปริมาณสารตกค้างในต้นหอม (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 48(1): 108-117.
- จิตติยา แซ่ปึง และกรณีการ อ่อนชัย. 2549. ปริมาณสารตกค้างของคลอร์ไพริฟอสและคลอร์เฟนาเพอร์ที่ฉีดพ่น 3 อัตราในผักคะน้า. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 37(6): 509-516.
- ต้นกล้า. 2557. สารเคมีปนเปื้อนในผลผลิตเกษตรอินทรีย์: บทเรียนจากเบลเยียม. สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. <http://oain.info/index.php/ข่าวเด่น/413> (16 พฤษภาคม 2562).
- ไทยรีฟอรั่ม. 2561. เปิดบทสรุปอนุกรรมการเฉพาะกิจ ส่วนใหญ่เห็นด้วย "จำกัดการใช้พาราควอต". สำนักข่าวอิศรา. <https://www.isranews.org/isranews-article/66215-paraquat-66215.html> (25 มีนาคม 2561).
- ธนพงศ์ ภูมาลี, อรุณช วงศ์วัฒนาเสถียร, สมศักดิ์ อาภาศรีทองสกุล และมาลี สปันตี. 2559. ความชุกของการมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักจากตลาดและห้างสรรพสินค้าในอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารเกษตรกรรมไทย* 8(2): 399-409.
- ฝ่ายข้อมูล-ไทยแพน. 2559. รายงานผลการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในผักผลไม้ครั้งที่ 2/2559. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN). <http://www.thaipan.org/node/831> (18 สิงหาคม 2561).
- พัชรี ภคกษมา, สุวรรณิ สายสิน และศรมน สุทิน. 2559. การตรวจสอบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)* 5(1): 22-30.
- มะลิวัลย์ แซ่ลิ้ม, สุชาติ พิมพ์า และจิตติยา แซ่ปึง. 2558. การลดลงของสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสในใบโหระพา (*Ocimum basilicum* Linn) หลังการฉีดพ่น. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 46(3): 287-296.
- รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง, มลิสรา เขษยานนท์, พรชนก ชโลปกรณ์ และปภัสรา คุณเลิศ. 2558. การศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อมในวิทยาลัยชัยบาดาลพัฒนา. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 10(2): 22-37.
- อังคณา สุวรรณภู. 2559. สารเคมีทางการเกษตรกับระบบการควบคุม. จดหมายข่าวผลิใบ กรมวิชาการเกษตร. http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n19/v_6-july/ceaksong.html (11 มิถุนายน 2561).
- Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D., and Schenck, F. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and dispersive solid-phase extraction for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC International* 86(2): 412-431.
- Committee of Health and Food Safety Department. 2016. EU Pesticides database. The European Commission. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN> (15 July 2017).
- Committee of Residue Limits of Agricultural Chemicals. 2016. Maximum residue limits (MRLs) List of agricultural chemicals in foods. The Japan Food Chemical Research Foundation. <http://db.ffcr.or.jp/front/> (15 July 2017).
- Hanson, B., Bond, C., Buhl, K., and Stone, D. 2015. Pesticide half-life fact sheet; National Pesticide Information Center of Oregon State University. <http://npic.orst.edu/factsheets/half-life.html> (14 May 2019).
- Romyen, S. 2006. Utilization of biomass as sorbent material to prevent organophosphate pesticides contaminate to soil. Doctor of Philosophy, Environmental Management, Graduate School, Chulalongkorn University.
- Sapbamrer, R., and Hongsibsong, S. 2014. Organophosphorus pesticide residues in vegetables from farms, markets, and a supermarket around Kwan Phayao lake of northern, Thailand. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 67(1): 60-67.
- Siebers, J., and Mattusch, P. 1996. Determination of airborne residues in greenhouse after application of pesticide. *Chemosphere* 33(8): 1597-1607.
- Wanwimolruk, S., Kanchanamayoon, O., Phopin, K., and Prachayasittikul, V. 2015. Food safety in Thailand 2: pesticide residue found in Chinese kale (*Brassica oleracea*), a commonly consumed vegetable in Asian countries. *Science of the Total Environment* 532: 447-455.

วันรับบทความ (Received date) : 3 พ.ค. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 1 ก.ย. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 12 พ.ย. 62