วารสารอาหารและยา THAI FOOD AND DRUG JOURNAL
ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 (2565): พฤษภาคม - สิงหาคม Vol. 29 No. 2 (2022): May - August
https://he01.tci-thaijo.org/index.php/fdajournal/index

ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่นำเข้าประเทศไทย

รจิตพรรณ จันทราช[1] **วิมล สุวรรณเกษาวงษ์**[2]

[1]กองด่านอาหารและยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา นนทบุรี [2]วิทยาลัยการคุ้มครองผู้บริโภคด้านยาและสุขภาพแห่งประเทศไทย สภาเภสัชกรรม นนทบุรี
ที่อยู่ติดต่อ: รจิตพรรณ จันทราช กองด่านอาหารและยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 rajit@fda.moph.go.th

Risk Factors Associated with Pesticide Residues in Imported Vegetables and Fruits to Thailand

Rajitphan Jantarach[1], **Wimon Suwankesawong**[2]

[1]Import and Export Inspection Division, Food and Drug Administration, Nonthaburi, Thailand. [2]The College of Pharmaceutical and Health Consumer Protection of Thailand, Pharmacy Council, Nonthaburi, Thailand.
Contact address: Rajitphan Jantarach, Import and Export Inspection Division, Food and Drug Administration, Tiwanon Road, Muang District, Nonthaburi, 11000, Thailand, rajit@fda.moph.go.th

Received: 6 December 2021, **Revised:** 11 March 2022, **Accepted:** 2 June 2022

Abstract

Background: In 2019, over one million tons of vegetables and fruits were imported to Thailand. Although the Thai Food and Drug Administration had systematically monitored pesticide residues at Food and Drug Checkpoints across the country, the risk factors associated with pesticide residues had not been assessed.

Objective: To analyse the surveillance situation of pesticide residues and assess the risk factors that are associated with pesticide residues in imported vegetables and fruits to Thailand.

Methodology: This research was a retrospective cross-sectional study on the laboratory analysis report data of pesticide residues in imported vegetables and fruits at the Food and Drug Checkpoints in the northern, central, and southern regions in the 2018 – 2019 fiscal year. It was analysed the association by using inferential statistics of the Chi-square test or Fisher's exact test at a *p-value* of 0.05.

Results: From data of 1,375 imported vegetable and fruit samples, the study discovered that the majority of samples missed standards in the first quarter of the fiscal year (October–December) and the least in the second quarter (20.56 and 6.23%, respectively). The group of producer/distributor countries that had the highest missed standard was the Asia Continence at 19.20%, followed by North America and Australia by 8.54 and 4.98%. When considering fruit

and vegetable producers/distributors whose missed standards and met standards background, they missed standards by 33.20 and 11.76%, respectively. Besides, among the importers who got a failure of standard history and passed, there was a similar proportion by 14.40 and 16.49%. Overall, the vegetables that missed the standard were 20.06%; the top three of them included fruiting vegetables that were excluded other than cucurbit, stalk and stem vegetables, and leafy vegetables by 65.71, 63.16, and 49.33%, respectively. Overall, the percentage of fruits that missed the standard was 10.58%. The top three included stone fruit, citrus fruit, and berries and other small fruits that missed the standard by 36.36, 23.39, and 15.79%. The pesticide residue types in vegetables were Organophosphate, Pyrethroid, Carbamate, and Organochlorine by 15.35, 14.42, 13.95 and 3.72%, while they were found in fruits by 33.67, 17.35, 32.65, and 2.04%, respectively. Moreover, the risk factors associated with discovering the pesticide residues in imported vegetables and fruits by statistical significance were period of importation, type of vegetables and fruits, country of producers/distributors, and the history of producers/distributors at a *p-value* of 0.000. On the contrary, it was not associated with the background of the importers.

Conclusions: The pesticide residues in imported vegetables and fruits that most missed standards were in the fiscal year's first quarter (October – December). Imported vegetables found pesticide residues more than fruits by approximately twice; Asia fell higher than other continents. The producer/distributor group that got a missed standard history had pesticide residues in products more than the non-missed standard history group about three times. Furthermore, the countries of origin and their history were the risk factors that were associated with the discovery of pesticide residues in imported vegetables and fruits.

Keywords: risk factors, associated with, pesticide residues, imported vegetables and fruits, missed standard

บทคัดย่อ

ความสำคัญ: ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยนำเข้าผักและผลไม้มากกว่า 1 ล้านตัน ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ตรวจสอบเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยาทั่วประเทศอย่างเป็นระบบ แต่ยังไม่เคยประเมินปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้าง

วัตถุประสงค์: เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การเฝ้าระวังสารพิษตกค้าง และประเมินปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่นำเข้าประเทศไทย

วิธีการวิจัย: เป็นการศึกษาภาคตัดขวางแบบย้อนหลังของรายงานผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา ในภาคเหนือ กลาง และใต้ ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2562 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติเชิงอนุมาน Chi-square test หรือ Fisher's exact test ที่ระดับนัยสำคัญ *p-value* เท่ากับ 0.05

ผลการศึกษา: จากข้อมูลผักและผลไม้นำเข้าที่เก็บตัวอย่างจำนวน 1,375 ตัวอย่าง พบว่าไตรมาสที่ 1 (ตุลาคม – ธันวาคม) เป็นช่วงเวลาที่พบตัวอย่างตกมาตรฐานมากที่สุด และน้อยที่สุดในไตรมาสที่ 2 ที่ร้อยละ 20.56 และ 6.23 กลุ่มประเทศผู้ผลิต/จำหน่ายที่พบตกมาตรฐานมากที่สุด ได้แก่ ทวีปเอเชีย ร้อยละ 19.20 รองลงมาเป็น

ทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปออสเตรเลีย ร้อยละ 8.54 และ 4.98 เมื่อพิจารณาถึงผู้ผลิต/จำหน่ายที่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานกับผู้มีประวัติผ่านมาตรฐาน พบว่ามีสัดส่วนตกมาตรฐาน ร้อยละ 33.20 และ 11.76 ส่วนผู้นำเข้าที่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานกับผู้มีประวัติผ่านมาตรฐาน พบว่ามีสัดส่วนใกล้เคียงกันที่ร้อยละ 14.40 และ 16.49 ภาพรวมของผักพบตกมาตรฐานร้อยละ 20.06 ชนิดของผักที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตง ผักที่บริโภคลำต้นและก้าน และผักใบ ร้อยละ 65.71, 63.16 และ 49.33 ส่วนภาพรวมผลไม้พบตกมาตรฐาน ร้อยละ 10.58 โดย 3 อันดับแรก ได้แก่ ผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็ง ผลไม้ตระกูลส้ม และเบอร์รีและผลไม้ผลเล็ก พบร้อยละ 36.36, 23.39 และ 15.79 ชนิดของสารพิษตกค้างที่พบในผักได้แก่ ออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทรอยด์ คาร์บาเมต และออร์กาโนคลอรีน ร้อยละ 15.35, 14.42, 13.95 และ 3.72 ขณะที่ในผลไม้พบร้อยละ 33.67, 17.35, 32.65, และ 2.04 นอกจากนี้ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่นำเข้าในปริมาณที่ตกมาตรฐาน ได้แก่ ช่วงเวลานำเข้า ชนิดของผักและผลไม้ ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และประวัติของผู้ผลิต/จำหน่าย ที่ *p-value* 0.000 แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับประวัติผู้นำเข้า

สรุป: การนำเข้าผักและผลไม้พบสารพิษตกค้างมากที่สุดในไตรมาสที่ 1 (ตุลาคม – ธันวาคม) ภาพรวมพบผักตกมาตรฐานมากกว่าผลไม้ประมาณหนึ่งเท่า ประเทศในทวีปเอเชียตกมาตรฐานมากกว่ากลุ่มอื่น พบผู้ผลิต/จำหน่ายที่มีประวัติตกมาตรฐานมีสัดส่วนการตกมาตรฐานมากกว่ากลุ่มไม่มีประวัติเกือบสามเท่า นอกจากนั้นประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และประวัติของผู้ผลิต/จำหน่ายผักและผลไม้ เป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า

คำสำคัญ: ปัจจัยเสี่ยง ความสัมพันธ์ สารพิษตกค้าง ผักและผลไม้นำเข้า ตกมาตรฐาน

บทนำ

อาหารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ทุกคน การได้บริโภคอาหารที่ปลอดภัยจะช่วยให้มีสุขภาพที่ดี แต่ในทางกลับกัน หากบริโภคอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งผักและผลไม้ที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมีหรือเชื้อจุลินทรีย์ อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยหรือก่อให้เกิดพิษเฉียบพลันได้ เช่น ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ รวมถึงอาจก่อพิษเรื้อรัง เช่น มะเร็ง ความพิการแก่ทารก แม้การล้างทำความสะอาดหรือปอกเปลือกก่อนบริโภคจะช่วยลดปริมาณสารเคมีตกค้างได้ตั้งแต่ร้อยละ 25 ถึง 95[1] แต่ไม่สามารถกำจัดได้หมดจากรายงานสารพิษตกค้างในอาหารนำเข้าในของสหภาพยุโรป พบสินค้ามีสารพิษตกค้างตกมาตรฐานร้อยละ 3.0 ในปี 2560 และร้อยละ 4.8 ในปี 2561[2] และรายงานประจำปีของโปรแกรมข้อมูลสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของสหรัฐอเมริกาในปี 2562 ได้เก็บตัวอย่างผักและผลไม้ทั้งสดและแปรรูปวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่น กะหล่ำปลี กีวี กล้วย พริกหวาน ผักปวยเล้งแช่แข็ง สตรอว์เบอร์รีแช่แข็ง โดยก่อนตรวจวิเคราะห์ผักและผลไม้สดที่ไม่ปอกเปลือกจะล้างตัวอย่างด้วยน้ำ 15 – 20 วินาที ในลักษณะเดียวกันกับที่ผู้บริโภคปฏิบัติ พบปริมาณสารพิษตกค้างเกินปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit: MRL) ร้อยละ 1.32 (128 ตัวอย่าง) ของสินค้าที่ตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด ในจำนวนนี้แบ่งเป็นสินค้าจากในประเทศร้อยละ 42.2 และสินค้านำเข้าร้อยละ 53.1 นอกจากนี้พบว่าร้อยละ 8.2 (794 ตัวอย่าง) ของสินค้าที่ตรวจวิเคราะห์ทั้งหมดพบสารพิษตกค้างที่ไม่มีปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดกำหนดไว้ ซึ่งแบ่งเป็นสินค้าจากในประเทศร้อยละ 67.0 สินค้านำเข้าร้อยละ 30.7 และไม่ทราบแหล่งกำเนิดร้อยละ 2.3[3] ขณะที่ข้อมูลในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2559 - 2560 ของ

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thailand Pesticide Alert Network: Thai PAN) ซึ่งสุ่มตรวจสารพิษกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ที่ประชาชนนิยมบริโภค พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินมาตรฐานในพริก กะเพรา ถั่วฝักยาว คะน้า ส้ม ฝรั่ง และแก้วมังกร[4-6] นอกจากนี้ผลการตรวจผักและผลไม้ประจำปี 2562 พบผลไม้นำเข้ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินมาตรฐานร้อยละ 33.3 และผลไม้ที่ผลิตในประเทศพบร้อยละ 48.7[7]

ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าผักและผลไม้ในปริมาณค่อนข้างสูง โดยในปี 2562 มีการนำเข้ามากกว่า 1 ล้านตัน ส่วนใหญ่จากประเทศจีน เวียดนาม และสหรัฐอเมริกา[8] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับผิดชอบการกำกับดูแลการนำเข้าผลิตภัณฑ์สุขภาพ มีด่านอาหารและยาทั่วประเทศจำนวน 52 แห่ง ได้แก่ ภาคเหนือ 7 แห่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7 แห่ง ภาคกลาง 18 แห่ง ภาคตะวันออก 3 แห่ง ภาคตะวันตก 2 แห่ง และภาคใต้ 15 แห่ง มีการเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้าเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การเฝ้าระวังผักและผลไม้แบบปกติ คือ สุ่มเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ตามแผนเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาสารพิษตกค้าง โดยเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งจำนวน 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ทดสอบด้วยชุดทดสอบเบื้องต้น และชุดที่ 2 เพื่อส่งตรวจยืนยันกรณีผลทดสอบเบื้องต้นเป็นบวก (ตกมาตรฐาน) หากผลวิเคราะห์เพื่อตรวจยืนยันพบปริมาณสารพิษตกค้างเกินมาตรฐาน (ผักและผลไม้ตกมาตรฐาน) จะบันทึกข้อมูลชนิดของผักและผลไม้ (สินค้า) ผู้ผลิต/จำหน่าย ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และผู้นำเข้าดังกล่าวเป็นสินค้าในบัญชีระบบกักกันเพื่อเฝ้าระวังแบบเข้มงวดต่อไป และ (2) การเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้าแบบเข้มงวดในบัญชีระบบกักกัน ซึ่งจะถูกเก็บตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ โดยในระหว่างรอผลการตรวจวิเคราะห์ สินค้าจะถูกกัก ณ ที่กักสินค้าของด่านนำเข้าหรือถูกอายัดไว้ ณ สถานที่เก็บตามใบอนุญาตของผู้นำเข้า จนกว่าผลระบุว่าไม่พบหรือมีปริมาณสารพิษตกค้างเป็นไปตามมาตรฐาน (ผ่าน) จึงจะถูกตรวจปล่อยให้นำเข้าหรือถอนอายัด ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นประวัติเพื่อพิจารณาปลดสินค้าดังกล่าวออกจากบัญชีระบบกักกันต่อไป ในทางตรงกันข้าม หากผลวิเคราะห์ตกมาตรฐาน ผักและผลไม้ดังกล่าวจะถูกทำลายและบันทึกผลการเฝ้าระวัง ซึ่งพบสินค้าในบัญชีระบบกักกันหลายรายการที่ไม่ถูกปลดออกเนื่องจากไม่มีการนำเข้าโดยผู้นำเข้ารายนั้น ๆ อีกขณะที่มีสินค้ารายการใหม่เพิ่มขึ้นจากผู้นำเข้ารายอื่นที่เป็นการนำเข้าจากผู้ผลิต/จำหน่ายที่เคยมีข้อมูลในบัญชีระบบกักกัน อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ผ่านมาแม้จะมีการเฝ้าระวังอย่างเป็นระบบ แต่ยังไม่เคยมีการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และปลายทางเพื่อให้ผู้บริโภคปลอดภัยจากงานเฝ้าระวังที่มีประสิทธิภาพนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา

2. เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา

ระเบียบวิธีการวิจัย

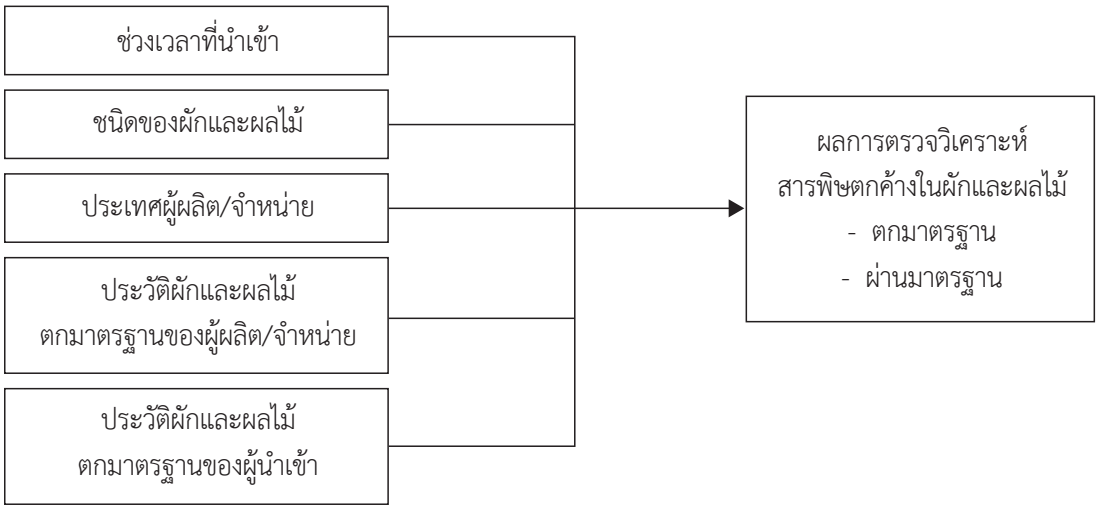
วิธีการวิจัย

เป็นการศึกษาภาคตัดขวางแบบย้อนหลัง (retrospective cross-sectional study) จากรายงานการเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยาในภาคเหนือ กลาง และใต้ จำนวน 18 แห่ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 132 ชนิด (สารเคมีที่เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ตามเอกสารแนบ 2 รายชื่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 132 ชนิด ของระเบียบกรมวิทยาศาสตร์

การแพทย์ว่าด้วยอัตราค่าบำรุงการตรวจวิเคราะห์และให้บริการ พ.ศ. 2562 ซึ่งไม่ครอบคลุมไกลโฟเซตและพาราควอต)[9] ด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการจากฐานข้อมูลการเฝ้าระวังกองด่านอาหารและยา ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้สดที่นำเข้า ณ ด่านอาหารและยาทั่วประเทศ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2562 (1 ตุลาคม 2560 - 30 กันยายน 2562)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่นำเข้าประเทศไทย

เครื่องมือที่ใช้

แบบเก็บข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย ช่วงเวลาที่นำเข้า ชื่อผักและผลไม้ ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย ชื่อผู้ผลิต/จำหน่าย ชื่อผู้นำเข้า ชื่อสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ ตามกรอบแนวคิดการศึกษาดังรูปที่ 1

การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลการเฝ้าระวังกองด่านอาหารและยา[10] ที่ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ระหว่าง 1 ตุลาคม 2560 - 30 กันยายน 2562

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน และร้อยละ จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงด้วยสถิติเชิงอนุมาน Chi-square test หรือ Fisher's exact test ที่ระดับนัยสำคัญ *p-value* เท่ากับ 0.05

2. จัดกลุ่มช่วงเวลาที่นำเข้าตามปีงบประมาณ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ไตรมาส 1 (ตุลาคม - ธันวาคม) ไตรมาส 2 (มกราคม - มีนาคม) ไตรมาส 3 (เมษายน - มิถุนายน) และไตรมาส 4 (กรกฎาคม - กันยายน)

3. จัดกลุ่มผักและผลไม้ แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ 12 กลุ่มย่อย ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9045-2559 การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช[11] ประกอบด้วย (1) ผัก ได้แก่ พืชหัวแบบหอม (หอมหัวใหญ่ กระเทียม ต้นหอม) ผักตระกูลกะหล่ำยกเว้นผักใบของตระกูลกะหล่ำ (กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาด) ผักบริโภคผลตระกูลแตง (แตงกวา แตงโม แคนตาลูป) ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตง (พริกเผ็ด พริกหวาน มะเขือเทศ) ผักใบ (คะน้า ผักกาดแก้ว ผักปวยเล้ง ผักโขม สลัดใบ) ถั่วฝักสด (ถั่วลันเตา ถั่วเหลืองฝักสด) ผักที่บริโภคลำต้นและก้าน (ขึ้นฉ่าย หน่อไม้ฝรั่ง) และ (2) ผลไม้ ได้แก่ ผลไม้ตระกูลส้ม (มะนาว ส้มเปลือกล่อน ส้มเปลือกไม่ล่อน) ผลไม้มีผลแบบแอปเปิล (แอปเปิล

แพร์ พลับ) ผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็ง (เชอร์รี พีช พลัม) เบอร์รีและผลไม้ผลเล็ก (องุ่น สตรอว์เบอร์รี บลูเบอร์รี ราสเบอร์รี) ผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (กีวีฟรุต แก้วมังกร อะโวคาโด)

4. จัดกลุ่มผู้ผลิต/จำหน่าย และผู้นำเข้าตามประวัติการนำเข้าผักและผลไม้ที่พบสารพิษตกค้างตกมาตรฐาน จากข้อมูลบัญชีระบบกักกันของกองด่านอาหารและยา ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน 2560

5. จัดกลุ่มสารพิษตกค้างตกมาตรฐานตามชุดทดสอบเบื้องต้น แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มอื่น ๆ

6. เปรียบเทียบปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในผักและผลไม้กับเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด[12-13]

ผลการศึกษา

1. สถานการณ์การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา

ข้อมูลทั่วไปของการเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา ทั่วประเทศ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2562 มีจำนวน 1,375 ตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 35.06 เป็นการตรวจสอบสารพิษตกค้างในช่วงไตรมาสที่ 4 ของปีงบประมาณ รองลงมาได้แก่ ไตรมาสที่ 2 ไตรมาสที่ 3 และไตรมาสที่ 1 ร้อยละ 29.16, 22.69 และ 13.09 ตามลำดับ ภาพรวมพบว่า เป็นตัวอย่างผัก และผลไม้ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 52.58 และ 47.42 นอกจากนั้น พบว่าส่วนใหญ่เป็นตัวอย่างนำเข้าจากประเทศในทวีปเอเชีย ร้อยละ 74.62 รองลงมาได้แก่ ทวีปออสเตรเลีย อเมริกาเหนือ และอื่น ๆ ร้อยละ 14.62, 5.96 และ 4.80 ตามลำดับ และยังพบว่าส่วนใหญ่มาจากผู้ผลิต/จำหน่ายที่ไม่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานร้อยละ 82.25 ตลอดจนพบว่ามาจากผู้นำเข้าที่มีประวัติและไม่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 44.44 และ 55.56

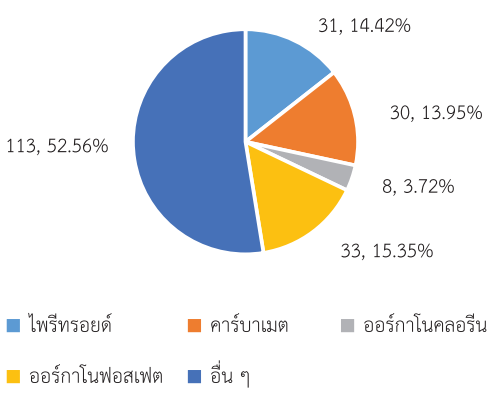
เมื่อพิจารณาถึงสถานการณ์คุณภาพตัวอย่างผักและผลไม้นำเข้าจากผลวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการภาพรวมพบว่า ตกมาตรฐานร้อยละ 15.56 โดยในแต่ละช่วงเวลาของไตรมาสที่ 1 – 4 พบมีสัดส่วนตัวอย่างตกมาตรฐานใกล้เคียงกันในช่วงระหว่างร้อยละ 18.91 – 20.56 ยกเว้นช่วงไตรมาสที่ 2 พบตัวอย่างตกมาตรฐานน้อยที่สุดร้อยละ 6.23 นอกจากนี้พบตัวอย่างตกมาตรฐานเป็นผักมากกว่าผลไม้เกือบหนึ่งเท่าที่ร้อยละ 20.06 และ 10.58 เมื่อจำแนกผลวิเคราะห์ในกลุ่มผักพบว่า ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตงพบสัดส่วนตกมาตรฐานมากที่สุดร้อยละ 65.71 รองลงมาคือ ผักที่บริโภคลำต้นและก้าน ผักใบ และถั่วฝักสดที่ร้อยละ 63.16, 49.33 และ 43.75 ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มผลไม้พบว่า ตัวอย่างที่มีสัดส่วนตกมาตรฐานมากที่สุด คือ ผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็งร้อยละ 36.36 รองลงมาคือ ผลไม้ตระกูลส้ม และเบอร์รีและผลไม้ผลเล็กที่ร้อยละ 23.39 และ 15.79 ผักและผลไม้ที่นำเข้าจากประเทศในทวีปเอเชียมีสัดส่วนตกมาตรฐานมากที่สุดร้อยละ 19.20 โดยประเทศพม่ามีสัดส่วนตกมาตรฐานที่ร้อยละ 93.33 ขณะที่สัดส่วนการตกมาตรฐานในกลุ่มนำเข้าจากผู้ผลิต/จำหน่ายที่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานมีมากกว่ากลุ่มไม่มีประวัติเกือบสามเท่าคือ ร้อยละ 33.20 และ 11.76 แต่เป็นการนำเข้าจากผู้นำเข้าที่มีประวัติและไม่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานในสัดส่วนใกล้เคียงกันที่ร้อยละ 14.40 และ 16.49 ดังตารางที่ 1

นอกจากนี้ยังพบว่า ในหนึ่งตัวอย่างอาจพบสารพิษตกค้างได้หลายกลุ่ม โดยตัวอย่างผักตกมาตรฐานจำนวน 145 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่ตกมาตรฐาน จำนวน 215 รายการ เป็นสารพิษตกค้างในกลุ่มอื่น ๆ มากที่สุดร้อยละ 52.56 ในจำนวนนี้เป็นสารเคมี chlorfenapyr มากที่สุด ดังรูปที่ 2 ขณะที่ตัวอย่างผลไม้ตกมาตรฐาน จำนวน 69 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่ตกมาตรฐาน จำนวน 98 รายการ เป็นกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมากที่สุดร้อยละ 33.67 รองลงมาคือ กลุ่มคาร์บาเมตร้อยละ 32.65 ดังรูปที่ 3

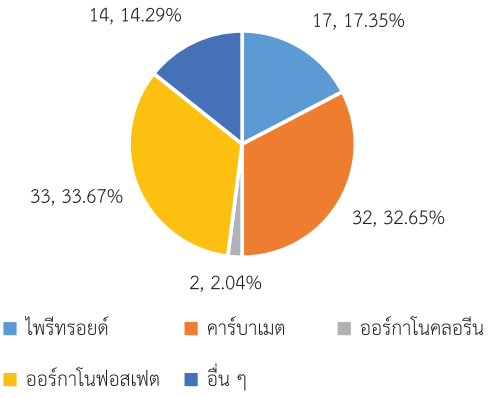
ตารางที่ 1 สถานการณ์การเฝ้าระวังและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงกับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้

ปัจจัยเสี่ยง	จำนวน (ร้อยละ) การตรวจวิเคราะห์	จำนวน (ร้อยละ) ตก	จำนวน (ร้อยละ) ผ่าน	ค่า *p-value*
ช่วงเวลาที่นำเข้า				**0.000**
• ไตรมาส 1 ของปีงบประมาณ	180 (13.09)	37 (20.56)	143 (79.44)	
• ไตรมาส 2 ของปีงบประมาณ	401 (29.16)	25 (6.23)	376 (93.77)	
• ไตรมาส 3 ของปีงบประมาณ	312 (22.69)	59 (18.91)	253 (81.09)	
• ไตรมาส 4 ของปีงบประมาณ	482 (35.06)	93 (19.29)	389 (80.71)	
ชนิดของผักและผลไม้				**0.000**
• **ผัก**	**723 (52.58)**	**145 (20.06)**	**578 (79.94)**	
- ผักตระกูลกะหล่ำ ยกเว้นผักใบของตระกูลกะหล่ำ	206 (14.98)	42 (20.39)	164 (79.61)	
- ผักรากและหัว	165 (12.00)	3 (1.82)	162 (98.18)	
- พืชหัวแบบหอม	133 (9.67)	5 (3.76)	128 (96.24)	
- ผักใบ	75 (5.45)	37 (49.33)	38 (50.67)	
- ถั่วฝักสด	48 (3.49)	21 (43.75)	27 (56.25)	
- ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตง	35 (2.55)	23 (65.71)	12 (34.29)	
- เห็ดราที่บริโภคได้	25 (1.82)	1 (4.00)	24 (96.00)	
- ผักที่บริโภคลำต้นและก้าน	19 (1.38)	12 (63.16)	7 (36.84)	
- ผักบริโภคผลตระกูลแตง	17 (1.24)	1 (5.88)	16 (94.12)	
• **ผลไม้**	**652 (47.42)**	**69 (10.58)**	**583 (89.42)**	
- ผลไม้ที่มีผลแบบแอปเปิล	321 (23.35)	7 (2.18)	314 (97.82)	
- ผลไม้ตระกูลส้ม	124 (9.02)	29 (23.39)	95 (76.61)	
- ผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้	101 (7.35)	14 (13.86)	87 (86.14)	
- เบอร์รีและผลไม้ผลเล็ก	95 (6.90)	15 (15.79)	80 (84.21)	
- ผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็ง	11 (0.80)	4 (36.36)	7 (63.64)	
ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย				**0.000***
• **ทวีปเอเชีย**	**1,026 (74.62)**	**197 (19.20)**	**829 (80.80)**	
- จีน	849 (61.75)	158 (18.61)	691 (81.39)	
- ญี่ปุ่น	51 (3.71)	5 (9.80)	46 (90.20)	
- เวียดนาม	42 (3.05)	7 (16.67)	35 (83.33)	
- อินเดีย	38 (2.76)	6 (15.79)	32 (84.21)	
- อินโดนีเซีย	16 (1.16)	0 (0)	16 (100)	
- พม่า	15 (1.09)	14 (93.33)	1 (6.67)	
- อื่น ๆ	15 (1.09)	7 (46.67)	8 (53.33)	
• **ทวีปออสเตรเลีย**	**201 (14.62)**	**10 (4.98)**	**191 (95.02)**	
- นิวซีแลนด์	119 (8.65)	1 (0.84)	118 (99.16)	
- ออสเตรเลีย	82 (5.96)	9 (10.98)	73 (89.02)	
• **ทวีปอเมริกาเหนือ**	**82 (5.96)**	**7 (8.54)**	**75 (91.46)**	
- สหรัฐอเมริกา	82 (5.96)	7 (8.54)	75 (91.46)	
• **อื่น ๆ**	66 (4.80)	0 (0)	66 (100)	
ผู้ผลิต/จำหน่าย				**0.000**
• มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐาน	244 (17.75)	81 (33.20)	163 (66.80)	
• ไม่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐาน	1,131 (82.25)	133 (11.76)	998 (88.24)	
ผู้นำเข้า				**0.288**
• มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐาน	611 (44.44)	88 (14.40)	523 (85.60)	
• ไม่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐาน	764 (55.56)	126 (16.49)	638 (83.51)	
ภาพรวม	**1,375**	**214 (15.56)**	**1,161 (84.44)**	

*Fisher's exact



รูปที่ 2 ร้อยละของสารพิษตกค้างที่ตกมาตรฐานในผัก



รูปที่ 3 ร้อยละของสารพิษตกค้างที่ตกมาตรฐานในผลไม้

2. ปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยา

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยง พบว่า การพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้าในปริมาณที่ตกมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่นำเข้า (*p-value* = 0.000) โดยช่วงไตรมาสที่ 2 ผักและผลไม้นำเข้าตกมาตรฐานน้อยที่สุด ชนิดของผักและผลไม้ (*p-value* = 0.000) โดยผักนำเข้าตกมาตรฐานมากกว่าผลไม้นำเข้า ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย (*p-value* = 0.000) โดยทวีปเอเชียตกมาตรฐานมากที่สุด และประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้ผลิต/จำหน่าย (*p-value* = 0.000) โดยกลุ่มที่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานจะพบผักและผลไม้นำเข้าตกมาตรฐานมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีประวัติ ดังตารางที่ 1

อภิปรายผล

การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้าตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2562 พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นการสุ่มตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผักและผลไม้นำเข้าในช่วงเวลาไตรมาสที่ 4 ของปีงบประมาณ ส่วนใหญ่เป็นผักและผลไม้จากประเทศจีน ตามด้วยนิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นสถานการณ์การนำเข้าที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของบงกช โอฬารรัตน์มณี[14] ที่พบว่าตั้งแต่ปี 2554 - 2556 ผักและผลไม้ที่ถูกเก็บตัวอย่างนำเข้ามาจากประเทศจีนมากที่สุด รองลงมาคือ อินเดีย สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย ซึ่งในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยนำเข้าผักและผลไม้ส่วนใหญ่จากประเทศจีน[8] ทำให้มีการเก็บตัวอย่างเฝ้าระวังสารพิษตกค้างมากที่สุด ขณะที่ผลไม้ที่มีการเก็บตัวอย่างรวมมากกว่า 10 ตัวอย่างในช่วงเวลาดังกล่าวและมีสัดส่วนของผลตรวจวิเคราะห์ตกมาตรฐานมากที่สุด คือ ส้ม รองลงมาเป็นสตรอว์เบอร์รี แพร์ กีวี องุ่น แก้วมังกร และแอปเปิล ขณะที่ผลการวิจัยนี้พบว่า ผลไม้ที่มีสัดส่วนตกมาตรฐานมากที่สุด คือ ผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็ง (เชอร์รี พีช พลัม) ตามด้วยผลไม้ตระกูลส้ม (มะนาว ส้มเปลือกล่อน ส้มเปลือกไม่ล่อน) และเบอร์รีและผลไม้ผลเล็ก (องุ่น สตรอว์เบอร์รี บลูเบอร์รี ราสเบอร์รี) และพบว่าสารพิษตกค้างส่วนใหญ่ที่พบในผลไม้เป็นกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต เช่นเดียวกับการศึกษาของบงกช โอฬารรัตน์มณี[14] และอมรินทร์ นันทวิทยาภรณ์[15] และพบว่าในหนึ่งตัวอย่างอาจพบสารพิษตกค้างได้หลายกลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของอมรินทร์ นันทวิทยาภรณ์[15] ซึ่งพบว่าผักและผลไม้ที่ศึกษาพบสารพิษตกค้างได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 กลุ่ม ขณะที่สารพิษตกค้างในผักส่วนใหญ่เป็น chlorfenapyr ซึ่งเป็นสารเคมีที่ไม่สามารถทดสอบได้ด้วยชุดทดสอบเบื้องต้น

เนื่องจากชุดทดสอบเบื้องต้นที่ใช้ในการเฝ้าระวังสามารถตรวจสอบสารเคมีได้ 4 กลุ่มเท่านั้น โดยชุดทดสอบเบื้องต้นหาสารพิษตกค้างที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะตรวจสอบสารเคมีในผักและผลไม้สดได้ 2 กลุ่มในชุดเดียวกัน เช่น ชุดตรวจหายาฆ่าแมลง GT ชุดทดสอบ GPO-M KIT ชุดทดสอบ MJPK สำหรับทดสอบสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมต ชุดทดสอบ GPO-TM/2 สำหรับทดสอบสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ จึงต้องใช้ชุดทดสอบเบื้องต้นมากกว่า 1 ชุด เพื่อทดสอบสารพิษตกค้างได้ครอบคลุมทั้ง 4 กลุ่ม ทั้งนี้ยังไม่มีชุดทดสอบเบื้องต้นใดที่สามารถทดสอบสารเคมีกลุ่มอื่นในผักและผลไม้สดที่นอกเหนือจาก 4 กลุ่มดังกล่าวได้ นอกจากนี้พบว่าในการศึกษานี้ผลไม้นำเข้าที่ตกมาตรฐานน้อยกว่าการศึกษาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลไม้นำเข้าประจำปี 2562 ของ Thai PAN[7] เกือบ 3 เท่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่แตกต่างกันประมาณ 100 เท่า โดยการศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างผลไม้นำเข้าเฉลี่ยปีละประมาณ 400 ตัวอย่าง ขณะที่ Thai PAN เก็บตัวอย่างเพียง 30 ตัวอย่างเท่านั้น

ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ของผลการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ช่วงเวลาที่นำเข้า ชนิดของผักและผลไม้ ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และประวัติการนำเข้าผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้ผลิต/จำหน่าย สอดคล้องกับการศึกษาของตรีวิทย์ เพ็ญสว่างวัธน์[16] ที่พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการจำแนกความเสี่ยงของผักและผลไม้สดที่นำเข้ามากที่สุด ได้แก่ ชนิดของผักและผลไม้สดที่นำเข้า และประเทศผู้ผลิต ขณะที่ประวัติการนำเข้าผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้นำเข้าไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ และเป็นอิสระจากผู้ผลิต/จำหน่าย เมื่อพิจารณาช่วงเวลาที่นำเข้าพบว่าตัวอย่างผักและผลไม้ที่นำเข้าในช่วงไตรมาส 2 ของปีงบประมาณมีสัดส่วนการตกมาตรฐานน้อยกว่าช่วงเวลาอื่นเกือบ 3 เท่า ขณะที่สัดส่วนของตัวอย่างที่เก็บตรวจวิเคราะห์ในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณมากกว่าช่วงเวลาอื่นยกเว้นไตรมาสที่ 4 เกือบ 1 – 2 เท่า ซึ่งในการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงการได้รับสารป้องกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตจากการบริโภคผักและผลไม้ของประชากรไทยของพรพรรณ อนุศาสนี และคณะ[17] พบว่าปริมาณสารเคมีกลุ่มคาร์บาเมตที่ตรวจพบในผักผลไม้จากการศึกษามีค่าต่ำกว่าการศึกษาก่อนหน้า เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการรายงานปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากการศึกษาต่างกัน เช่น พื้นที่เก็บตัวอย่าง ฤดูกาลเก็บตัวอย่าง การขนส่ง การเก็บรักษา และการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ รวมถึงเทคนิค/เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ จึงควรนำผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 132 สาร ของปีงบประมาณอื่นมาวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วย เนื่องจากจำนวนตัวอย่างรวมที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลานำเข้าอาจมีผลต่อสัดส่วนการตกมาตรฐานได้

การศึกษานี้มีข้อจำกัดในประเด็นประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์เป็นข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากการเฝ้าระวังซึ่งไม่เป็นสัดส่วนกับปริมาณการนำเข้าของผักและผลไม้ และไม่ครอบคลุมทุกด่านอาหารและยาที่นำเข้า จึงอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนของผักและผลไม้นำเข้าทั้งหมด อีกทั้งปัจจัยเสี่ยงที่ศึกษาครอบคลุมเฉพาะช่วงเวลาที่นำเข้า ชนิดของผักและผลไม้ ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และประวัติการนำเข้าผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้ผลิต/จำหน่ายเท่านั้น อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถบ่งชี้สถานการณ์ของสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้าได้ระดับหนึ่ง และนำไปใช้ประกอบการปรับปรุงระบบการดำเนินงานเฝ้าระวังให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยให้สอดคล้องกับปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้า

สรุปผล

ผักและผลไม้นำเข้า ณ ด่านอาหารและยาทั่วประเทศ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2562 พบตัวอย่างผักมีสัดส่วนสารพิษตกค้างตกมาตรฐานมากกว่าผลไม้ ผักที่ตกมาตรฐานมากที่สุดคือ ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตง ผลไม้ที่ตกมาตรฐานมากที่สุดคือผลไม้ผลเดี่ยวที่มีเมล็ดแข็ง ตัวอย่างที่นำเข้าจากประเทศในทวีปเอเชียตกมาตรฐานมากที่สุดและมากกว่าประเทศในกลุ่มอื่น 2 - 19 เท่า ผู้ผลิต/จำหน่ายที่มีประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานพบตกมาตรฐานมากกว่ากลุ่มไม่มีประวัติเกือบ 3 เท่า ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้าคือ ชนิดของผักและผลไม้ ประเทศผู้ผลิต/จำหน่าย และประวัติผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้ผลิต/จำหน่าย

ข้อเสนอแนะ

1. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ควรประสานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เพื่อพัฒนาชุดตรวจคัดกรองสารพิษตกค้างในกลุ่มอื่น ๆ ที่ครอบคลุมสาร chlorfenapyr

2. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ควรปรับปรุงเกณฑ์รายการผักและผลไม้ของบัญชีระบบกักกัน โดยตัดเงื่อนไขประวัติการนำเข้าผักและผลไม้ตกมาตรฐานของผู้นำเข้าออก เพื่อเพิ่มความไวในการตรวจพบปัญหา พร้อมกับกำหนดมาตรการจัดการที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ ปรับลดการเฝ้าระวังการนำเข้าผักและผลไม้ที่มีประวัติดี เพิ่มการเฝ้าระวังผู้มีประวัติตกมาตรฐาน รวมทั้งมีมาตรการส่งกลับหรือทำลายผักและผลไม้ตกมาตรฐานซึ่งถูกกัก ณ ด่านนำเข้า และเผยแพร่ข้อมูลรายการผักและผลไม้นำเข้าที่พบปัญหาสารพิษตกค้างให้ทราบโดยทั่วกันอย่างรวดเร็ว และเป็นปัจจุบัน อีกทั้งวิเคราะห์ข้อมูลอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง พร้อมกับวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงด้านอื่นเพิ่มเติม เช่น รูปแบบการขนส่ง ระยะเวลาเดินทางจากต้นทาง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. ลีณา สุนทรสุข. การลดสารตกค้างในผักและผลไม้ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 25 ก.พ. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0452.pdf
2. Medina-Pastor P, Triacchini G. The 2018 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal 2020;18(4):6057. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6057.
3. Agricultural Marketing Service. Pesticide data program annual summary, calendar year 2020 [Internet]. Washington DC: U.S. Department of Agriculture; 2022 [cited 2022 Jan 17]. Available from: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/2020PDPAnnualSummary.pdf
4. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ผลการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ประจำปี 2559 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช; 2559 [เข้าถึงเมื่อ 25 ก.พ. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipan.org/wp-content/uploads/2018/10/pesticide_doc24_press_4_5_2559.pdf
5. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. รายงานผลการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในผักผลไม้ ครั้งที่ 2/2559 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช; 2559 [เข้าถึงเมื่อ 25 ก.พ. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipan.org/wp-content/uploads/2018/10/pesticide_doc30.pdf
6. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ไทยแพนแถลงข่าวมากกว่าครึ่งผักผลไม้มีสารกำจัดวัชพืชตกค้างเกินค่ามาตรฐาน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช; 2560 [เข้าถึงเมื่อ 25 ก.พ. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipan.org/action/513

7. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ไทยแพนเปิดผลตรวจผักผลไม้พบสารพิษตกค้างเกินมาตรฐาน 41% ผักห้างแย่กว่าผักตลาดสด ตะลึงพบสารพิษห้ามใช้ในประเทศไทยตกค้างอื้อ 12 ชนิด [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 25 ก.พ. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://thaipan.org/wp-content/uploads/2019/pesticide_doc58.pdf
8. กรมศุลกากร. รายงานสถิตินำเข้า [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมศุลกากร; 2563 [เข้าถึงเมื่อ 23 เม.ย. 2563]. เข้าถึงได้จาก: http://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1
9. กระทรวงสาธารณสุข. ระเบียบกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ว่าด้วยอัตราค่าบำรุงการตรวจวิเคราะห์และให้บริการ พ.ศ. 2562. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 136, ตอนพิเศษ 130 ง (ลงวันที่ 22 พฤษภาคม 2562).
10. กองด่านอาหารและยา. ฐานข้อมูลการเฝ้าระวังกองด่านอาหารและยา [Database]. นนทบุรี.
11. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร : พืช ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศ ทั่วไป เล่มที่ 133, ตอนพิเศษ 264 ง (ลงวันที่ 18 พฤศจิกายน 2559).
12. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศ ทั่วไป เล่มที่ 134, ตอนพิเศษ 228 ง (ลงวันที่ 18 สิงหาคม 2560).
13. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 393 (พ.ศ. 2561) ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 2). ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 135, ตอนพิเศษ 264 ง (ลงวันที่ 24 กันยายน 2561).
14. บงกช โอฬารรัตน์มณี. การพัฒนาแนวทางการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์นำเข้า กรณีศึกษาผลไม้สดนำเข้า [วิทยานิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต]. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2556.
15. อมรินทร์ นันทวิทยาภรณ์. การศึกษาสถานการณ์กฎหมาย และการควบคุมสารพิษตกค้างในผักสดและผลไม้สดนำเข้าจากต่างประเทศ. วารสารอาหารและยา 2555;19(3):36-45.
16. ตรีวิทย์ เพ็ญสว่างวัธน์. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจำแนกความเสี่ยงของผักและผลไม้สดที่นำเข้าโดยใช้แบบจำลองการจำแนกกลุ่ม [วิทยานิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2561.
17. พรพรรรณ อนุศาสนี, ชนิพรรณ บุตรยี่, ปรัญรัชต์ ธนวิยุทธ์ภัคดี, วีรยา การพานิช. การประเมินความเสี่ยงการได้รับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมตจากการบริโภคผักผลไม้ของประชากรไทย. วารสารพิษวิทยาไทย 2564;36(1):91-112.