การศึกษาเพื่อพัฒนามาตรการป้องกันการนำเข้าผักและผลไม้จากโรงคัดบรรจุที่มีประวัติสารพิษตกค้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

A STUDY FOR THE DEVELOPMENT OF PREVENTIVE MEASURES FOR IMPORTED FRUITS AND VEGETABLES FROM PACKING HOUSES WITH A HISTORY OF NON-COMPLIANCE WITH PESTICIDE RESIDUE STANDARDS

พิชญพร อำนาจวรประเสริฐ
Pitchayaporn Amnajvaraprasert
กองด่านอาหารและยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข
Import and Export Inspection Division Food and Drug Administration Ministry of Public Healt
** E-mail ผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding Author): Pitchayaporn.amnajvaraprasert@gmail.com*

วันที่รับบทความ 3 สิงหาคม 2568 วันแก้ไขบทความ 1 กันยายน 2568 วันตอบรับบทความ 1 กันยายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้นำเข้าที่มีประวัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านสารพิษตกค้าง และเพื่อพัฒนามาตรการป้องกันการนำเข้าให้มีความเข้มงวด และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้ใช้รูปแบบวิจัยเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง โดยรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจากโรงคัดบรรจุ ระหว่างปีงบประมาณ 2565–2567 รวม 131 โรงคัดบรรจุ จำแนกเป็นกลุ่มที่เก็บตัวอย่าง 1 ชนิด และมากกว่า 1 ชนิด โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา การทดสอบไคสแควร์ และไบโนเมียลเทส ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของสัดส่วนการผ่านมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มโรงคัดบรรจุที่ไม่ผ่านมาตรฐานมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในปี 2567 ที่มีสัดส่วนการไม่ผ่านมากกว่า 5 ตัวอย่าง สูงถึงร้อยละ 68.75 ในบางกลุ่ม สะท้อนถึงความไม่เพียงพอของมาตรการสุ่มตรวจแบบเดิม การวิเคราะห์ยังพบว่ากลุ่มที่เก็บตัวอย่างเพียง 1 ชนิดมีความเสี่ยงสูงกว่ากลุ่มที่เก็บมากกว่า 1 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงเสนอแนวทางพัฒนามาตรการเฝ้าระวัง 4 ประการ ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงรายโรง การส่งเสริมมาตรฐาน GAP Plus ณ ต้นทาง การเชื่อมโยงข้อมูลดิจิทัลข้ามหน่วยงาน และการบังคับใช้บทลงโทษอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเสี่ยงในการนำเข้าสินค้าเกษตรที่ไม่ปลอดภัย และยกระดับการคุ้มครองผู้บริโภคไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: สารพิษตกค้าง; การนำเข้าผักและผลไม้; การเฝ้าระวังเชิงระบบ

ABSTRACT

This study aimed to analyze the situation of imported fruit and vegetable packing houses with a history of non-compliance with pesticide residue standards and to develop more rigorous and effective preventive measures. A cross-sectional descriptive study design was employed, covering data from fiscal years 2019 to 2024, comprising 131 companies categorized by the number of commodity types sampled. Descriptive statistics, chi-square tests, and binomial tests were applied to examine differences in compliance rates. The results revealed a steadily increasing trend in non-compliance, with packing houses exceeding five failed samples rising to 68.75% in FY2024 in some categories. Notably, packing houses with only one type of commodity sampled exhibited statistically higher risk than those with multiple commodities ($p < 0.05$), suggesting a vulnerability linked to reliance on single suppliers and limited traceability systems. High-risk packing houses (e.g., K3, K7, L1, P4, CC1, KK4) were repeatedly non-compliant, highlighting weaknesses in the current import control system. To address this, four integrated risk-based policy recommendations are proposed: (1) implementing a risk-based surveillance system using historical non-compliance data; (2) promoting GAP Plus certification and requiring verified certificates of analysis (COA); (3) integrating inspection data with the national customs digital platform in real-time; and (4) enhancing legal enforcement mechanisms and exporter accountability. These recommendations aim to strengthen the national food safety control system and ensure sustainable consumer protection.

Keywords: pesticide residues; imported fruits and vegetables; risk-based surveillance

1. บทนำ

ผักและผลไม้เป็นอาหารที่สำคัญในชีวิตประจำวันของประชาชนทุกครัวเรือน ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดปริมาณการบริโภคที่เหมาะสมต่อวันเพื่อส่งเสริมสุขภาพ อย่างไรก็ตาม ยังมีการตรวจพบปัญหาการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรในผักและผลไม้หลายชนิดเกินค่ามาตรฐานเป็นระยะ [1] ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยด้านอาหารและสุขภาพของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุผลดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยกองด่านอาหารและยา จึงได้ดำเนินมาตรการเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้าที่อาจมีสารพิษตกค้างตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563 พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานปริมาณสารพิษตกค้างตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 387) พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม โดยมีการจัดกลุ่มผักและผลไม้ตามความเสี่ยงของการตรวจพบสารพิษตกค้างเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงสูงมาก (Very high risk) กลุ่มความเสี่ยงสูง (High risk) และกลุ่มความเสี่ยงต่ำ (Low risk) ซึ่งมีแนวทางการ

ตรวจสอบแตกต่างกันตามระดับความเสี่ยง [2] อย่างไรก็ตาม ผลการสุ่มตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผัก และผลไม้กลุ่ม High risk และ Low risk ระหว่างปีงบประมาณ 2565 – 2567 พบอัตราการไม่ผ่านมาตรฐานที่ร้อยละ 27.76, 25.7 และ 34.9 ตามลำดับ [3] สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มการพบสารพิษตกค้างที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [3], [4] ซึ่งอาจส่งผลให้มีการนำเข้าผัก และผลไม้ที่ไม่ปลอดภัยเข้าสู่ประเทศ ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนอย่างร้ายแรง ทั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้มีความพยายามปรับปรุงระบบการควบคุมความปลอดภัยของผัก และผลไม้นำเข้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าการตกค้างของสารพิษฯ ในกลุ่มผัก และผลไม้ที่มีประวัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการการศึกษาเพื่อพัฒนามาตรการป้องกันการนำเข้าผัก และผลไม้จากโรงคัดบรรจุที่มีประวัติสารพิษตกค้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนการพัฒนามาตรการป้องกันการนำเข้าให้มีความเข้มงวด และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภคได้อย่างยั่งยืน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผักและผลไม้เป็นแหล่งอาหารสำคัญในการได้รับวิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารที่จำเป็นต่อสุขภาพ โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้แนะนำให้ประชากรทั่วโลกรับประทานผักและผลไม้อย่างน้อย 400 กรัมต่อวัน เพื่อลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง [5] นอกจากนี้ ในธุรกิจอาหารต่าง ๆ ในประเทศก็มีความต้องการผัก และผลไม้ในปริมาณที่สูง และต่างชนิดกันไปตามบริบทพื้นที่ ทำให้ประเทศไทยที่แม้จะมีความหลากหลายทางการเกษตร แต่ยังคงต้องนำเข้าผัก และผลไม้จากต่างประเทศเนื่องจากปัจจัยด้านฤดูกาลที่ไม่สามารถปลูกพืชบางชนิดที่เป็นที่ต้องการของตลาดได้ตลอดปี ความต้องการสินค้าที่หลากหลายของผู้บริโภค รวมถึงความต้องการสินค้าคุณภาพสูงหรือมีสายพันธุ์เฉพาะจากต่างประเทศ [6] อย่างไรก็ตาม การผลิตผักและผลไม้ส่วนใหญ่ต้องอาศัยสารเคมีทางการเกษตรเพื่อควบคุมศัตรูพืช และเพิ่มผลผลิต ส่งผลให้เสี่ยงต่อการตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตร [7]

ในประเทศไทย สถานการณ์การตรวจพบสารพิษตกค้างในผัก และผลไม้ยังคงเป็นปัญหาสำคัญ โดยมีรายงานการตรวจพบการปนเปื้อนของสารเคมีหลายชนิดเกินค่ามาตรฐานอยู่เป็นระยะ [4] ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความมั่นใจของผู้บริโภค และความปลอดภัยด้านอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผัก และผลไม้นำเข้าที่ต้องผ่านกระบวนการคัดบรรจุภายในประเทศต้นทางก่อนส่งออก สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้ดำเนินการเฝ้าระวังและกำหนดมาตรการควบคุมสารพิษตกค้างในผัก และผลไม้อย่างต่อเนื่อง เช่น การกำหนดมาตรฐานปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits: MRLs) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 387) พ.ศ. 2560 รวมถึงมาตรการจัดกลุ่มความเสี่ยงของผัก และผลไม้เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบเชิงระบบ [2] ทั้งนี้ยังมีการศึกษาล่าสุดที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของระบบการประเมินความเสี่ยง (Risk-Based Assessment) ในการกำกับดูแลความปลอดภัยของอาหาร โดยเฉพาะในบริบทของประเทศที่กำลังพัฒนา และพึ่งพาการนำเข้าอาหาร ซึ่งยังไม่มีระบบเฝ้าระวังสารตกค้างที่ครอบคลุม และเข้มงวดเทียบเท่ากับประเทศพัฒนาแล้ว งานวิจัยนี้ใช้ระบบประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ ในการตรวจสอบปริมาณสารพิษตกค้างในผัก และผลไม้ พร้อมทั้งคำนวณ ค่าดัชนีความเสี่ยง (Hazard Index: HI) โดยเปรียบเทียบปริมาณสารตกค้างที่ประชากรได้รับจากการบริโภค (Estimated Daily Intake: EDI) กับค่าปลอดภัยที่กำหนดไว้ในมาตรฐานสากล (Acceptable Daily Intake: ADI) ซึ่งเป็นวิธีการที่

สะท้อนถึงการวิเคราะห์แบบมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ (evidence-based) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลไม้นำเข้าจำนวนมากมีการตกค้างของสารเคมีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในสหภาพยุโรป แต่ยังสามารถส่งมายังประเทศกำลังพัฒนาได้ภายใต้เกณฑ์ของ Codex Alimentarius ซึ่งทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำด้านกฎระเบียบ (regulatory asymmetry) ที่อาจเป็นช่องโหว่สำคัญของระบบความปลอดภัยในอาหารระดับโลก การมีระบบประเมินความเสี่ยงอย่างรอบด้านจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการตัดสินใจทางนโยบาย เพื่อปกป้องผู้บริโภคจากสารอันตรายที่อาจแฝงมากับสินค้านำเข้า [8] และยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบวิเคราะห์อัจฉริยะ PRIAS (Pesticide Residue Intelligent Analysis System) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีฐานข้อมูลกลางร่วมกับการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ เพื่อจัดการข้อมูลสารพิษตกค้างในผัก ผลไม้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากหลายแหล่ง และเปรียบเทียบกับมาตรฐาน MRL (Maximum Residue Limits) ช่วยให้การวิเคราะห์สารตกค้างทำได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง เช่น อัลกอริทึม Apriori เพื่อคาดการณ์ความเสี่ยงล่วงหน้า และสามารถเชื่อมต่อกับระบบศุลกากร เพื่อเร่งการปล่อยสินค้าโดยไม่ลดมาตรฐานความปลอดภัย ช่วยลดความล่าช้าในการนำเข้าสินค้าเกษตร พร้อมเสริมระบบเฝ้าระวังเชิงรุกที่ใช้ข้อมูลจริงในการตัดสินใจ [9]

เพื่อตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้ดำเนินการเฝ้าระวังและกำหนดมาตรการควบคุมสารพิษตกค้างในผัก และผลไม้อย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มใช้มาตรการเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้าตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563 อย่างเต็มรูปแบบในวันที่ 1 สิงหาคม 2563 ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง การตรวจสอบอาหารที่นำเข้ามาในราชอาณาจักร และประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องคำชี้แจงมาตรการเฝ้าระวังผักและผลไม้ที่อาจมีสารพิษตกค้างทางการเกษตร โดยได้จัดแบ่งความเสี่ยงออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Very high risk, High risk และ Low risk ซึ่งแต่ละกลุ่มมีแนวทางการสุ่มเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์แตกต่างกันตามระดับความเสี่ยง นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มรายการสารวิเคราะห์จากเดิม 132 รายการ เป็น 134 รายการ โดยเพิ่มพาราควอตและไกลโฟเสต ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2563 เป็นต้นมา [2] สำหรับกลุ่ม Very high risk ซึ่งหมายถึงผักและผลไม้จากโรงคัดบรรจุที่มีประวัติไม่ผ่านมาตรฐาน จะมีรายชื่ออยู่ในระบบกักกัน และถูกดำเนินการในระบบกักกันอย่างเข้มงวด โดยทำการอายัดสินค้า การตรวจสอบ COA (Certificate of Analysis) และอาจตรวจวิเคราะห์ซ้ำแม้จะมี COA ก็ตาม โดยหากพบว่ายังไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะดำเนินการทางกฎหมาย และไม่นำรายชื่อออกจากระบบกักกัน ด้านเกณฑ์มาตรฐานการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในอาหารของประเทศไทย ได้ถูกกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 387 พ.ศ. 2560 [10] และมีการแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศ ฉบับที่ 393 พ.ศ. 2563 [11] และ ฉบับที่ 419 พ.ศ. 2563 [12] และ ฉบับที่ 449 พ.ศ. 2567 [13] ซึ่งครอบคลุมทั้งวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 (เช่น คลอร์ไพริฟอส และพาราควอต) และสารพิษตกค้างชนิดอื่น โดยอิงค่ามาตรฐาน MRLs จากบัญชีแนบท้ายประกาศ และCodex Alimentarius Commission รวมทั้งมีการกำหนด default limit ในกรณีไม่มีค่า MRL เฉพาะ

อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อเสนอในการยกระดับมาตรการควบคุม ณ โรงคัดบรรจุ ซึ่งเป็นจุดสำคัญในการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนสารพิษตกค้างในกระบวนการนำเข้า การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยเสี่ยงของโรงคัดบรรจุที่มีประวัติสารพิษตกค้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนามาตรการป้องกันการนำเข้าให้มีความเข้มงวด และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนามาตรการป้องกันที่มีความเข้มงวด และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมความปลอดภัยอันจะนำไปสู่การคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภคได้อย่างยั่งยืน

3. วิธีการวิจัย

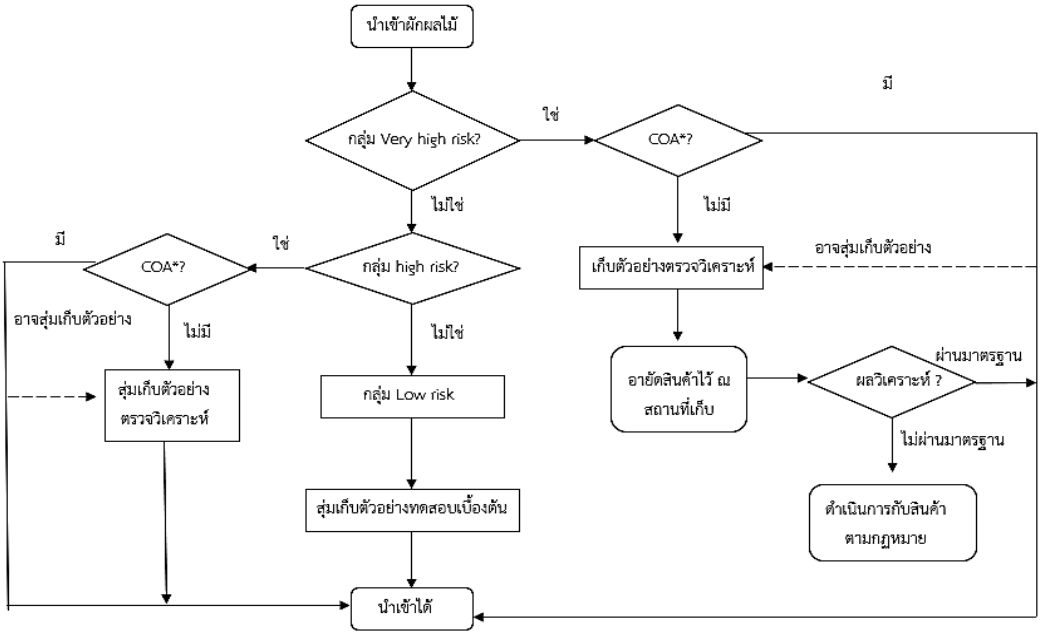
การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Study) ระยะเวลาการศึกษาวิจัยตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 – ตุลาคม พ.ศ. 2567 โดยใช้ข้อมูลจากกองด่านอาหารและยา ในช่วงระหว่างปีงบประมาณ 2565 – 2567 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้นำเข้าที่มีประวัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านสารพิษตกค้าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนามาตรการเฝ้าระวังและป้องกันการนำเข้าให้มีความเข้มงวดและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1. การทบทวนเอกสารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ศึกษากฎหมาย ระเบียบ ข้อกำหนด และประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ ตลอดจนแนวทางการเฝ้าระวัง ณ ด่านอาหารและยา เพื่อทำความเข้าใจแนวทางการดำเนินการในปัจจุบันและช่องว่างของระบบ

3.2. การรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาจากการดำเนินงานจริง

รวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวกับผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้นำเข้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนของมาตรการปัจจุบัน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานตามแนวทางการดำเนินการตามมาตรการเฝ้าระวังผักและผลไม้นำเข้าที่อาจมีสารพิษตกค้างจากวัตถุอันตรายทางการเกษตร

3.3 การรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ของโรงคัดบรรจุ

เก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังระหว่างปีงบประมาณ 2565 – 2567 จากฐานข้อมูลของกลุ่มปราบปรามและประสานการนำเข้า-ส่งออก กองด่านอาหารและยา โดยศึกษารายงานผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของโรงคัดบรรจุที่มีประวัติไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

3.4. การออกแบบเครื่องมือวิจัย

พัฒนาแบบฟอร์มเก็บข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยรวบรวมข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ รายชื่อโรงคัดบรรจุ ประเทศต้นทางของผักและผลไม้ จำนวนการสุ่มเก็บตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน

3.5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ เพื่ออธิบายสถานการณ์ทั่วไปของโรงคัดบรรจุผัก และผลไม้นำเข้าในแต่ละกลุ่ม และใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วนการผ่านมาตรฐานระหว่างกลุ่มผู้ผลิตที่มีประวัติผ่าน และไม่ผ่านข้อกำหนด ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วนการผ่านมาตรฐานของผู้ผลิตในแต่ละกลุ่ม ดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Chi-square test (χ^2) และไบโนเมียลเทส (Binomial Test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เพื่อพิจารณาว่าความแตกต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

3.6. การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

สรุปผลการศึกษาพร้อมวิเคราะห์แนวโน้ม และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงมาตรการสำหรับการพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังผัก และผลไม้นำเข้าให้มีความเข้มงวด และแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 โรงคัดบรรจุที่เก็บตัวอย่าง 1 ชนิดและไม่ผ่านมาตรฐาน ในปี 2565 -2567

ผลการตรวจวิเคราะห์	2565		2566		2567	
จำนวนที่ไม่ผ่านมาตรฐาน	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ
1 ตัวอย่าง	36	35.64	36	49.32	2	6.25
2 ตัวอย่าง	30	29.70	8	10.96	1	3.12
3 ตัวอย่าง	12	11.88	10	13.70	4	12.5
4 ตัวอย่าง	12	11.88	9	12.33	3	9.38
≥ 5 ตัวอย่าง	11	10.89	10	13.70	22	68.75

ตารางที่ 2 โรงคัดบรรจุที่เก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิดและไม่ผ่านมาตรฐาน ในปี 2565 -2567

ผลการตรวจวิเคราะห์	2565		2566		2567	
จำนวนที่ไม่ผ่านมาตรฐาน	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ
1 ตัวอย่าง	16	36.36	24	38.10	0	0.00
2 ตัวอย่าง	11	25.00	12	19.05	2	1.68
3 ตัวอย่าง	8	18.18	9	14.29	30	25.21
4 ตัวอย่าง	6	13.64	6	9.52	17	14.29
≥ 5 ตัวอย่าง	3	6.82	12	19.05	70	58.82

จากนั้นผู้วิจัย ได้จำแนกข้อมูลโรงคัดบรรจุที่มีการทดสอบสารครบทั้ง 134 สาร มาทำการศึกษาต่อ โดยพบว่า โรงคัดบรรจุที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ 1 ชนิด มีจำนวนทั้งหมด 79 โรงคัดบรรจุ มีร้อยละของการผ่านมาตรฐานการตรวจหาสารตกค้างในผักและผลไม้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 = 20.076, $p < 0.05$) โดยมีจำนวนโรงคัดบรรจุที่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 100 จำนวน 32 โรงคัดบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 3 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 6 โรงคัดบรรจุได้แก่ โรงคัดบรรจุ K3 โรงคัดบรรจุ K7 โรงคัดบรรจุ L1 โรงคัดบรรจุ P4 โรงคัดบรรจุ Q2 และโรงคัดบรรจุ T6 ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยจำนวนโรงคัดบรรจุที่ตัวอย่างผ่านมาตรฐานทั้งหมด 32 โรงคัดบรรจุ คิดเป็นร้อยละ 40.51 ไม่ผ่านมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 50 มี 39 โรงคัดบรรจุ คิดเป็นร้อยละ 49.37 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ร้อยละของการผ่านมาตรฐานการตรวจหาสารตกค้างของโรงคัดบรรจุที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ 1 ชนิด ที่มีการทดสอบสารครบทั้ง 134 สารที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ร้อยละของการผ่านมาตรฐาน	จำนวนโรงคัดบรรจุ	χ^2
ไม่เกิน 50	39	20.076*
50.01-99.99	8	
100	32	
รวม	**79**	

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบสารตกค้างในผักและผลไม้รายผู้ผลิตต่างประเทศจำนวน 79 ราย ที่มีการเก็บตัวอย่าง 1 ชนิด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (ใช้สัญลักษณ์แทนชื่อโรงคัดบรรจุด้วยเหตุผลทางกฎหมาย)

No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.
1	A1	0.640	21	H4	0.640	41	N2	0.360	61	S9	0.410
2	A2	0.640	22	I1	0.423	42	N3	0.360	62	T1	0.640
3	A3	0.640	23	J1	0.181	43	N4	0.360	63	T2	0.640
4	A4	0.640	24	J2	0.360	44	P1	0.210	64	T3	0.360
5	B1	0.262	25	J3	0.640	45	P2	0.410	65	T4	0.672
6	B2	0.640	26	J4	0.640	46	P3	0.104	66	T5	0.640

7	C1	0.410	27	J5	0.640	47	P4	0.033*	67	T6	0.000*
8	C2	0.640	28	K1	0.640	48	Q1	0.360	68	W1	0.640
9	C3	0.360	29	K2	0.210	49	Q2	0.033*	69	W2	0.410
10	E1	0.262	30	K3	0.000*	50	Q3	0.512	70	W3	0.360
11	E2	0.640	31	K4	0.488	51	Q4	0.640	71	X1	0.360
12	F1	0.640	32	K5	0.590	52	R1	0.640	72	X2	0.360
13	F2	0.640	33	K6	0.360	53	S1	0.640	73	Y1	0.058
14	F3	0.512	34	K7	0.027*	54	S2	0.640	74	Y2	0.360
15	F4	0.488	35	L1	0.005*	55	S3	0.410	75	Y3	0.104
16	G1	0.512	36	L2	0.640	56	S4	0.512	76	Y4	0.640
17	G2	0.262	37	M1	0.360	57	S5	0.640	77	Y5	0.410
18	H1	0.640	38	M2	0.360	58	S6	0.640	78	Y6	0.360
19	H2	0.058	39	M3	0.640	59	S7	0.640	79	Z1	0.360
20	H3	0.512	40	N1	0.640	60	S8	0.360			

ตารางที่ 5 แสดงสถานการณ์ของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้ที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ 1 ชนิด และไม่ผ่านมาตรฐาน

ผลการตรวจวิเคราะห์ผักและผลไม้นำเข้าของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้ที่มีการเก็บตัวอย่าง 1 ชนิด	**จำนวน (โรงคัดบรรจุ)**	**ร้อยละ**
ตัวอย่างผ่านมาตรฐานทั้งหมด	32	40.51
ตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 50	8	10.12
ตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50	39	49.37
รวม	**79**	**100**

สำหรับโรงคัดบรรจุที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้มากกว่า 1 ชนิด มีจำนวนทั้งหมด 52 โรงคัดบรรจุ มีร้อยละของการผ่านมาตรฐานการตรวจหาสารตกค้างในผักและผลไม้ ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยพบว่า ผู้ผลิตที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้มากกว่า 1 ชนิด และตรวจสารตกค้างครบทั้ง 134 สาร จำนวน 52 ราย มีการกระจายของร้อยละการผ่านมาตรฐานแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม แต่ผลการทดสอบไคสแควร์ (χ^2 = 2.462) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ กลุ่มร้อยละการผ่านมาตรฐานของผู้ผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนผู้ผลิตที่ผ่านและไม่ผ่านในแต่ละกลุ่มมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน หรือกลุ่มตัวอย่างไม่เพียงพอในการแสดงความแตกต่าง โดยมีจำนวนโรงคัดบรรจุที่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 100 จำนวน 20 โรงคัดบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 6 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 6 โรงคัดบรรจุได้แก่ โรงคัดบรรจุ CC1, KK4, SS3, SS$, YY1 และ YY8 ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยจำนวนโรงคัดบรรจุ ที่ตัวอย่างผ่านมาตรฐานทั้งหมด 20 โรงคัดบรรจุ คิดเป็นร้อยละ 38.46 ไม่ผ่านมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 50 มี 20 โรงคัดบรรจุ คิดเป็นร้อยละ 38.46 ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ร้อยละของการผ่านมาตรฐานการตรวจหาสารตกค้างของโรงคัดบรรจุที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้มากกว่า 1 ชนิด ที่มีการทดสอบสารครบทั้ง 134 สารที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ร้อยละของการผ่านมาตรฐาน	จำนวนผู้ผลิต	χ^2
ไม่เกิน 50	20	2.462
50.01-99.99	12	
100	20	
รวม	**52**	

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบสารตกค้างในผักและผลไม้รายผู้ผลิตต่างประเทศจำนวน 52 ราย ที่มีการเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (ใช้สัญลักษณ์แทนชื่อโรงคัดบรรจุด้วยเหตุผลทางกฎหมาย)

No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.	No.	ผู้ผลิต	Sig.
1	AA1	0.512	14	JJ3	0.512	27	SS1	0.360	40	XX1	0.640
2	AA2	0.360	15	JJ4	0.640	28	SS2	0.488	41	YY1	0.033*
3	BB1	0.512	16	KK1	0.624	29	SS3	0.010*	42	YY2	0.104
4	CC1	0.017*	17	KK2	0.181	30	SS4	0.027*	43	YY3	0.640
5	EE1	0.210	18	KK3	0.263	31	SS5	0.672	44	YY4	0.590
6	FF1	0.512	19	KK4	0.017*	32	TT1	0.640	45	YY5	0.640
7	GG1	0.503	20	KK5	0.672	33	TT2	0.512	46	YY6	0.640
8	GG2	0.360	21	KK6	0.086	34	TT3	0.345	47	YY7	0.050
9	GG3	0.640	22	LL1	0.640	35	TT4	0.410	48	YY8	0.007*
10	HH1	0.058	23	QQ1	0.512	36	TT5	0.410	49	YY9	0.056
11	II1	0.322	24	QQ2	0.488	37	TT6	0.640	50	YY10	0.360
12	JJ1	0.210	25	QQ3	0.640	38	TT7	0.640	51	YY11	0.640
13	JJ2	0.640	26	QQ4	0.640	39	WW1	0.640	52	YY12	0.360

ตารางที่ 8 แสดงสถานการณ์ของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้ที่มีการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้มากกว่า 1 ชนิด และไม่ผ่านมาตรฐาน

ผลการตรวจวิเคราะห์ผักและผลไม้นำเข้าของโรงคัดบรรจุผักและผลไม้<u>ที่มีการเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด</u>	จำนวน (โรงคัดบรรจุ)	ร้อยละ
ตัวอย่างผ่านมาตรฐานทั้งหมด	20	38.46
ตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 50	12	23.08
ตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50	20	38.46
รวม	**52**	**100**

ตารางที่ 9 ภาพรวมของผลการวิเคราะห์

กลุ่มโรงคัดบรรจุ	จำนวน โรงคัดบรรจุ (n)	χ^2	ระดับ นัยสำคัญ	การแปลผล
เก็บตัวอย่างชนิดเดียว	79	20.076	$p < 0.05$	สัดส่วนการผ่านมาตรฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (มีความเสี่ยงกระจุกตัวในบางกลุ่ม)
เก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด	52	2.462	$p > 0.05$	สัดส่วนการผ่านมาตรฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ความเสี่ยงกระจายสม่ำเสมอ)

กลุ่มโรงคัดบรรจุที่เก็บตัวอย่างเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ 1 ชนิด (ตารางที่ 5) ร้อยละ 49.4 ผ่านมาตรฐานไม่ถึงร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่าง จัดเป็น“กลุ่มเสี่ยงสูง” ที่เหลืออีกร้อยละ 40.5 ผ่านมาตรฐาน 100 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่าง จัดเป็น “กลุ่มเสี่ยงต่ำ” ลักษณะข้อมูลที่มีการกระจุกตัวแสดงให้เห็นว่า การสุ่มตรวจโดยการเก็บตัวอย่างเพียง 1 ชนิด มีความเสี่ยงสูงกว่า การเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด ที่ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการกระจายความเสี่ยงอย่างสม่ำเสมอ ไม่พบความแตกต่างเชิงสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9 แสดงว่าแต่ละโรงคัดบรรจุมีโอกาสไม่ผ่านมาตรฐานใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเกิดจาก (1) ระบบควบคุมคุณภาพที่หลากหลาย, (2) การกระจายประเภทสินค้าช่วยลดความเสี่ยงรวม

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าผักและผลไม้จากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และพบปัญหาสารพิษตกค้างเกินเกณฑ์ (MRLs) ในบางประเภทอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดข้อกังวลต่อความปลอดภัยอาหารและภาระงานเฝ้าระวังของด่านอาหารและยา งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์สถานการณ์และแนวโน้มการผ่านมาตรฐาน และไม่ผ่านมาตรฐานของโรงคัดบรรจุที่มีการนำเข้าในช่วงปีงบประมาณ 2565 - 2567 โดยเปรียบเทียบความเสี่ยงระหว่างโรงคัดบรรจุที่เก็บตัวอย่าง 1 ชนิด และมากกว่า 1 ชนิด ในการคัดกรองโรงคัดบรรจุความเสี่ยงสูงเพื่อเสนอมาตรการเฝ้าระวังเชิงระบบ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นชัดเจนถึงแนวโน้มของปัญหาที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะปีงบ 2567 ที่สัดส่วนโรงคัดบรรจุ “ไม่ผ่าน” อย่างน้อย 5 ตัวอย่างเพิ่มขึ้นจากช่วง 11–14 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2565 ถึง 2566 เป็น 60–70 เปอร์เซ็นต์ทั้งในกลุ่มที่เก็บตัวอย่าง 1 ชนิดและมากกว่า 1 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามาตรการสุ่มตรวจแบบเดิมอาจไม่เพียงพอในภาวะการค้าเปิดหลังโควิด เมื่อเจาะเฉพาะโรงคัดบรรจุที่ตรวจครบ 134 สาร พบว่ากลุ่มที่เก็บตัวอย่างเพียง 1 ชนิดมีสัดส่วน “ผ่านไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์” สูงกว่ากลุ่มที่เก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2 = 20.076$, $p < 0.05$) บ่งชี้ว่าการเก็บตัวอย่างเพียง 1 ชนิด โดยขาดระบบตรวจสอบย้อนกลับเป็นตัวเร่งความเสี่ยง เนื่องจากเมื่อตัวอย่างน้อยและไม่มีข้อมูลย้อนกลับ ระบบจะไม่สามารถตรวจพบแหล่งเสี่ยงที่แท้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำให้เกิด “False Negative” คือ สินค้าที่สุ่มผ่านการตรวจในชนิดเดียว แต่อีกชนิดที่ไม่ได้สุ่มอาจมีสารตกค้าง ส่งผลให้สินค้าปนเปื้อนสามารถหลุดรอดเข้าสู่ประเทศได้ และผู้ประกอบการอาจจะใช้ช่องว่างนี้หลีกเลี่ยงการตรวจที่เข้มงวด นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า การคัดกรองรายชื่อพบโรงคัดบรรจุกลุ่มเสี่ยงสูง (เช่น K3, K7, L1, P4 ในกลุ่ม เก็บตัวอย่าง 1 ชนิด และ CC1, KK4 ในกลุ่มที่เก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ชนิด) ซึ่งล้วนมีประวัติ “ไม่ผ่านซ้ำ” ข้อมูลนี้

สะท้อนถึงจุดอ่อนในระบบควบคุมปัจจุบันที่ยังไม่สามารถป้องกันการนำเข้าจากแหล่งเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นในการยกระดับมาตรการป้องกันการนำเข้าให้ “มีความเข้มงวดและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น” โดยงานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการพัฒนามาตรการเชิงระบบ 4 ประการ ดังนี้:

1) พัฒนาระบบเฝ้าระวังเชิงความเสี่ยง (Risk-based Surveillance): โดยใช้ข้อมูลประวัติการไม่ผ่านมาตรฐานของโรงคัดบรรจุเป็นเกณฑ์ปรับระดับความถี่ในการสุ่มตรวจ และจัดลำดับความเสี่ยงรายประเทศ/รายโรงคัดบรรจุ โดยมีการจัดลำดับความเสี่ยง (Risk ranking) ตามประวัติผลการตรวจ เช่น โรงคัดบรรจุ ชนิดเดียว ที่ผ่านมาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ 50 ให้ถูกจัดเป็นกลุ่มความเสี่ยงสูง (High-risk list) และโรงคัดบรรจุที่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 100 อาจได้รับการลดความถี่ตรวจ (incentive-based surveillance) เพื่อสร้างแรงจูงใจ

2) ส่งเสริมระบบการรับรองคุณภาพโรงคัดบรรจุในประเทศต้นทาง: โดยบังคับใช้มาตรฐาน GAP Plus และกำหนดให้แสดงใบรับรองผลการวิเคราะห์ (COA) จากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานไทย

3) บังคับใช้แผนการดำเนินการแก้ไข (Corrective Action Plan (CAP)) โรงคัดบรรจุที่ตกในกลุ่มเสี่ยงสูงต้องจัดทำแผน CAP ครอบคลุมการตรวจย้อนกลับซัพพลายเออร์ การอบรมผู้ปฏิบัติงานด้านสารเคมีเกษตร และการยืนยันวัตถุดิบปลอดภัยด้วยใบรับรอง GMP

4) บูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงานผ่านระบบดิจิทัล [14]: โดยเชื่อมโยงฐานข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กับระบบระบบตรวจปล่อยสินค้าล่วงหน้า (Pre-arrival processing system) ของกรมศุลกากร เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงสินค้าและผู้นำเข้าแบบอัตโนมัติในกระบวนการนำเข้าสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบเอกสารนำเข้าเชิงลึก คัดกรองสินค้าที่มีความเสี่ยง เช่น สินค้าควบคุม สินค้าผิดกฎหมาย หรือสินค้าทางสุขภาพที่อาจปนเปื้อน โดยสนับสนุนการทำงานแบบ Risk-based inspection ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ระบบนี้จะประเมินความเสี่ยงแบบเรียลไทม์ (Real-time Risk Profiling) โดยใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง เพื่อล็อกการนำเข้าอัตโนมัติ กรณีโรงคัดบรรจุถูกขึ้นบัญชีดำ หรือยังไม่ส่งหลักฐานการแก้ไข ช่วยเพิ่มความโปร่งใสและลดช่องว่างในการตรวจสอบ

5) เสริมสร้างสมรรถนะและกลไกควบคุมในเชิงลงโทษ: โดยจัดอบรมโรงคัดบรรจุ และผู้นำเข้า พร้อมกำหนดบทลงโทษเชิงปกครอง และทางแพ่งสำหรับผู้ที่มีการส่งออกสินค้าที่มีสารพิษตกค้างเกินมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง

แนวทางทั้งหมดนี้มุ่งเสริมความเข้มแข็งของระบบควบคุมความปลอดภัยอาหารทั้งต้นน้ำและปลายน้ำของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้การนำเข้าผักและผลไม้มีความปลอดภัยมากขึ้นในเชิงป้องกัน (preventive control) และนำไปสู่ การคุ้มครองสุขภาพของผู้บริโภคไทยได้อย่างยั่งยืน [15] ตามเป้าหมายหลักของการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Suntudrob, J., Jongmevasna, W., Payanan, T., Srikote, R., & Wittayanan, W. (2018). Monitoring of pesticide residues in domestic vegetables in Thailand during 2015. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology, 23*(4), 1–8.

[2] กองด่านอาหารและยา. (2565). *มาตรการเฝ้าระวังผักผลไม้นำเข้า ปีงบประมาณ 2565*. กระทรวงสาธารณสุข. สืบค้นจาก https://logistics.fda.moph.go.th/precautions-for-vegetables-and-fruits/surveillance-measures-for-imported-fresh-vegetables-and-fruits-that-may-contain-agricultural-pestici

[3] กองด่านอาหารและยา. (2567). *ผลการทดสอบผักและผลไม้นำเข้าที่เก็บเฝ้าระวังตามแผน 134 สาร ปีงบประมาณ 2565–2567* [เอกสารภายในได้รับอนุญาตให้ใช้ประกอบงานวิจัย]. กระทรวงสาธารณสุข.

[4] Suwannaporn, P., & Linn, D. (2016). Food safety in Thailand 4: Comparison of pesticide residues found in vegetables from fresh markets and supermarkets. *PeerJ, 4*, e2478.

[5] World Health Organization. (9 August 2023). *Increasing fruit and vegetable consumption to reduce the risk of noncommunicable diseases*. WHO. https://www.who.int/tools/elena/interventions/fruit-vegetables-ncds

[6] Kasikorn Research Center. (30 Jun 2023). *Thailand's fruit exports in 2023 have grown, but production costs and volatile weather conditions continue to put pressure on businesses*. Bangkok: KBank. https://www.kasikornresearch.com/en/analysis/k-econ/business/Pages/Fruit-Export-CIS3418-B-30-06-2023.aspx

[7] Laohaudomchok, W., Nankongnab, N., Siriruttanapruk, S., Klaimala, P., Lianchamroon, W., Ousap, P., ... & Woskie, S. (2020). Pesticide use in Thailand: Current situation, health risks, and gaps in research and policy. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 27*(5), 1147-1169.

[8] Acosta-Dacal, A., Díaz-Díaz, R., Alonso-González, P., Bernal-Suárez, M. D. M., Parga-Dans, E., Serra-Majem, L., ... & Luzardo, O. P. (2025). Pesticide Residues in Fruits and Vegetables from Cape Verde: A Multi-Year Monitoring and Dietary Risk Assessment Study. *Foods, 14*(15), 2639

[9] Chen, Y., Dou, H., Chang, Q., & Fan, C. (2022). PRIAS: an intelligent analysis system for pesticide residue detection data and its application in food safety supervision. *Foods, 11*(6), 780.

[10] กระทรวงสาธารณสุข. (2560). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง.* ราชกิจจานุเบกษา, 134(ตอนพิเศษ 228 ง), 1–4. (ลงวันที่ 18 กันยายน 2560)

[11] กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 393 พ.ศ. 2561 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 2).* ราชกิจจานุเบกษา, 135 (ตอนพิเศษ 264 ง), 1–4. (ลงวันที่ 24 กันยายน 2561)

[12] กระทรวงสาธารณสุข. (2563). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 419) พ.ศ. 2563 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 3).* ราชกิจจานุเบกษา, 137(ตอนพิเศษ 257 ง), 1–3. (2 พฤศจิกายน 2563).

[13] กระทรวงสาธารณสุข. (2567). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 449) พ.ศ. 2567 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 4).* ราชกิจจานุเบกษา, 141(ตอนพิเศษ 158 ง), 1–3. (11 พฤศจิกายน 2567).

[14] Lin, S., Shi, Q., & Zhou, N. (2022). Construction of a traceability system for food industry chain safety information based on Internet of Things technology. *Frontiers in Public Health, 10*, 857039.

[15] Sawyer, W. E., Nabebe, G., & Izah, S. C. (2024). Public health implications of pesticide residues in food: Risks, regulations, and interventions. *Greener Journal of Biomedical and Health Sciences, 7(*1), 31–46. https://www.gjournals.org/2024/11/19/102024144-sawyer-et-al/