

การพัฒนาการจำแนกสิ่งแปลกปลอมในอาหาร และการจัดทำฐานข้อมูล

อนัญญา ยิ่งเจริญธนา วนิดา ยุธยาติ พรนภา เนตรจุฬารัตน์ ประภัสรา บุตรพรหม และ ทิพา เขียนวงษ์
สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนพหลโยธิน 11000

บทคัดย่อ การปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมทางกายภาพในอาหารสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการผลิตจากตัวบุคคล อุปกรณ์ เครื่องมือในการผลิต สถานที่และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสิ่งแปลกปลอมทางกายภาพมีความหลากหลายทำให้ยากต่อการจำแนก เพื่อพัฒนาศักยภาพการตรวจวิเคราะห์ของนักวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ให้สามารถตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างที่หลากหลาย และใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์ให้สั้นที่สุดได้ จึงได้รวบรวมข้อมูลของกลุ่มสิ่งแปลกปลอมและสิ่งแปลกปลอมชนิดเบาของ สิ่งที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหาร บันทึกรูปภาพแล้วจัดทำเป็นฐานข้อมูล โดยรวบรวมระหว่างปี พ.ศ. 2564-2566 ได้ 143 ชนิด แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชิ้นส่วนวัสดุ แผลง เส้นขน พยาธิและปรสิต ฟิช และเนื้อสัตว์ เมื่อทวนสอบวิธีโดยให้นักวิเคราะห์ จำนวน 5 คน ศึกษาฐานข้อมูลแล้วคัดแยก spike materials คือ ขนอ่อนของหนูและปีกของด้วงงวงทั้งในตัวอย่างแป้งข้าวเจ้า และมัทกะโรนี ทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งแรกเติมจำนวน spiked materials ชุดที่ 1 ขนอ่อนของหนู จำนวน 5 เส้น และปีกของ ด้วงงวง จำนวน 5 ชิ้น ชุดที่ 2 ขนอ่อนของหนู จำนวน 10 เส้น และปีกของด้วงงวง จำนวน 10 ชิ้น พบว่าสามารถคัดแยก ได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม พบว่าสามารถช่วยให้จำแนกสิ่งแปลกปลอม ได้ง่ายและชัดเจน ช่วยลดเวลาลงเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการเปิดหนังสือภาพหรือหาข้อมูลเพิ่มเติม อีกทั้งยังสามารถช่วยให้ ผู้ประกอบการสามารถแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนทางกายภาพได้อย่างถูกต้องอีกด้วย

คำสำคัญ: สิ่งแปลกปลอมในอาหาร, การปนเปื้อนอาหารทางกายภาพ, การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหาร, การจำแนก สิ่งแปลกปลอมในอาหาร

Corresponding author E-mail: ananya.y@dmsc.mail.go.th

Received: 16 December 2024

Revised: 23 July 2025

Accepted: 13 August 2025

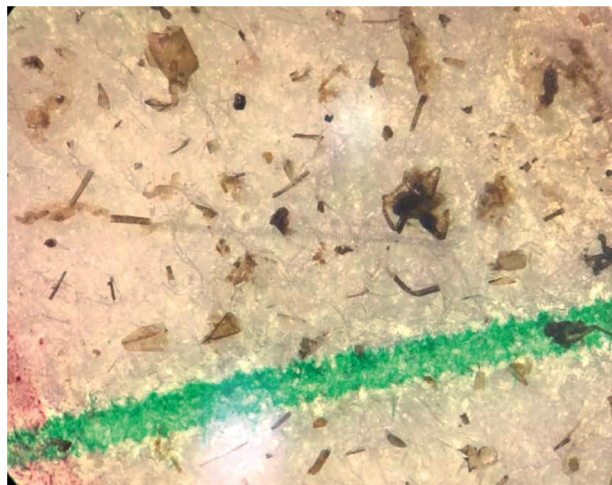
บทนำ

อาหารเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นการดูแลคุณภาพและความปลอดภัยในอาหารเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใส่ใจเพราะนอกจากส่งผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว ยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคในการเลือกบริโภค การปนเปื้อนในอาหารสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการผลิตอาหาร ตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การแปรรูป การบรรจุ จนถึงการจัดเก็บรักษาและการขนส่ง อันตรายจากการปนเปื้อนในอาหาร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ อันตรายทางเคมี (chemical hazard) หมายถึง อันตรายที่เกิดจากสารเคมีที่มีอยู่ตามธรรมชาติในวัตถุดิบที่ใช้แปรรูปอาหารหรือเกิดการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิต อันตรายทางชีวภาพ (biological hazard) หมายถึง อันตรายในอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) หนอนพยาธิ (helminth) และไวรัสที่ทำให้เกิดโรค และอันตรายทางกายภาพ (physical hazard) หมายถึง สิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่ปนเปื้อนลงในอาหารที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บแก่ผู้บริโภค⁽¹⁾

อันตรายทางกายภาพในอาหารเกิดจากสิ่งแปลกปลอม 2 แบบ คือ สิ่งแปลกปลอมที่ไม่ได้ตั้งใจเติมลงในอาหาร เช่น เศษโลหะ ตะปู กรวด เป็นต้น และสิ่งแปลกปลอมที่พบในธรรมชาติ เช่น เศษกระดูก แมลง เป็นต้น⁽²⁾ การปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมทางกายภาพส่วนใหญ่มาจากกระบวนการผลิต ตัวบุคคล อุปกรณ์เครื่องมือในการทำงาน สถานที่และสิ่งแวดล้อม อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคทางตรง คือ ทำให้เกิดบาดแผลที่ ปาก ลิ้น คอ กระเพาะอาหาร ลำไส้ รวมทั้งฟันและเหงือก จากคู่มือ Food Defect Levels ของ United States Food & Drug Administration นิยามคำว่าสิ่งแปลกปลอมทั่วไป (extraneous materials) คือ สิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างไปจากสิ่งที่ควรพบ อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมหรือวิธีการปฏิบัติที่ไม่พึงประสงค์ในกระบวนการผลิต การเก็บรักษาหรือการขนส่ง ประกอบด้วย สิ่งที่เกิดจากแมลง สัตว์ฟันแทะ นก เป็นต้น สิ่งที่เกิดจากการเสื่อมสลาย

และสิ่งอื่นๆ เช่น ทราาย ดิน แก้ว สนิม เป็นต้น และสิ่งแปลกปลอมประเภทสิ่งที่น่ารังเกียจ (filth) คือ สิ่งที่เกิดจากการปนเปื้อนของสัตว์ลงในผลิตภัณฑ์ เช่น ชิ้นส่วนของสัตว์ฟันแทะ แมลง หรือนก หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ที่เกิดจากหลักสุขาภิบาลที่ไม่ถูกต้อง⁽³⁾ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ แบ่งประเภทตามวิธีวิเคราะห์เป็น 3 ประเภท ได้แก่ Heavy Filth หมายถึง สิ่งแปลกปลอมที่มีน้ำหนักรวมมากซึ่งสามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยการตักตะกอน โดยอาศัยหลักของความหนาแน่นที่แตกต่างกันระหว่างสิ่งแปลกปลอม ผลิตภัณฑ์และสารเคมีที่ใช้ในการแยก Sieved Filth หมายถึง สิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเฉพาะตัว ซึ่งสามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์โดยใช้ตะแกรงร่อน (sieve) ที่มีขนาดเฉพาะของช่องที่แตกต่างกันของขนาดของสิ่งแปลกปลอมในอาหาร และ Light Filth หมายถึง สิ่งแปลกปลอมชนิดเบาหรือที่มีน้ำหนักเบาและมักเป็นพวก oleophilic ซึ่งสามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์โดยใช้ของเหลวผสมระหว่างสารกลุ่มน้ำมันและน้ำ ซึ่งสิ่งแปลกปลอมประเภทนี้จะลอยตัวอยู่ในชั้นของน้ำมัน⁽⁴⁾ ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผักตบที่ตรวจวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการ จากการตรวจด้วยตาเปล่าไม่พบสิ่งแปลกปลอม แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอมชนิดเบาภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบแมลงทั้งตัวหรือชิ้นส่วนแมลงจำนวนมาก ดังแสดงในภาพที่ 1

นอกจากนี้ยังพบสิ่งแปลกปลอมที่มาในรูปแบบอาหารปลอมปน (Food Fraud) คือ อาหารที่ทดแทนบางส่วนด้วยวัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนทำให้อาหารไม่มีคุณภาพ⁽⁵⁾ เช่น การผสมสำลีในหมูหยอง หากพบว่าอาหารมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ จะจัดว่าเป็นอาหารที่มีสิ่งที่น่าจะเป็นอันตรายแก่สุขภาพเจือปนเข้าข่ายเป็นอาหารไม่บริสุทธิ์ ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522⁽⁶⁾ ส่วนสิ่งแปลกปลอมประเภทสิ่งที่น่ารังเกียจยังไม่มีข้อกำหนดตามพระราชบัญญัติอาหารที่ครอบคลุมการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมชนิดนี้ เนื่องจากมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและ



ภาพที่ 1 สิ่งแปลกปลอมชนิดเบา (Light Filth) ที่พบในผลิตภัณฑ์ผักตอง

ไม่ก่อให้เกิดอันตรายทางตรง แต่สามารถบ่งบอกถึงสุขลักษณะการผลิตอาหารตามมาตรฐานหลักการผลิตอาหารที่ดี เช่น มาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice) และมาตรฐาน HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point System) โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้นำเอาหลักเกณฑ์มาตรฐาน GMP มาบังคับใช้เป็นกฎหมายประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 420 พ.ศ. 2563 เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร⁽⁷⁾ เพราะสามารถควบคุมคุณภาพการผลิตที่ครอบคลุมทุกด้านนับตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงมือผู้บริโภค เพื่อให้ผู้ประกอบการมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนอันตรายแต่ยังอาจเกิดข้อผิดพลาดจากกระบวนการผลิตได้ ทำให้ยังพบการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมอยู่

การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมของห้องปฏิบัติการกายภาพ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มี 2 วิธีหลัก คือ การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า เป็นการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่ตัดแยกออกจากอาหารได้ด้วยตาเปล่า และการวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เป็นการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเล็กมาก และจำแนกโครงสร้างของสิ่งแปลกปลอม ซึ่งจะใช้เวลา 2 ชนิด คือ กล้อง Zoom Stereo Microscope และกล้อง Compound Microscope สำหรับศึกษาลักษณะและโครงสร้างของสิ่งแปลกปลอม⁽⁸⁻¹⁰⁾ โดยขั้นตอนการวิเคราะห์

สิ่งแปลกปลอมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถจำแนกโดยศึกษาสิ่งต่างๆ ได้แก่ 1) คู่มือ ใช้เป็นแนวทางวิธีปฏิบัติต่างๆ เพื่อให้สามารถทราบวัตถุประสงค์ เช่น ชนิดของแมลงตัวเต็มวัยหรือหนอนที่ตรวจพบ 2) รูปภาพจากแผ่นภาพหรือหนังสือ เช่น ภาพของแมลงศัตรูทางการเกษตรชนิดต่างๆ ในโรงเก็บจะช่วยให้สามารถจำแนกแมลงที่ตรวจพบได้ว่าเป็นชนิดใด 3) รายละเอียดรูปร่างลักษณะ (Description) จากหนังสือวิชาการ เอกสาร รายงานต่างๆ จะช่วยให้การจำแนกถูกต้องยิ่งขึ้น 4) สไลด์ของจริง (Authentic Slide) เมื่อตรวจพบสิ่งแปลกปลอม เช่น เศษชิ้นส่วนแมลงจึงใช้สไลด์ของจริงมาเปรียบเทียบ 5) การจำได้ (Recognition) ประสบการณ์จากการศึกษาสิ่งแปลกปลอมจำนวนมาก ทำให้จำได้ว่าคืออะไร และ 6) ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ที่มีความรู้และความชำนาญ⁽¹⁰⁾ แต่การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ดังกล่าวมักมีปัญหาในการวิเคราะห์ คือ รูปภาพอาจขาดความชัดเจนหรือการเก็บข้อมูลต่างๆ ไม่เหมาะสม เช่น สไลด์ของจริง เมื่อเวลาผ่านไปข้อมูลอาจเลือนรางหรือเสื่อมสลายตามเวลาทำให้นำมาใช้จำแนกสิ่งแปลกปลอมได้ยาก การรายงานผลจึงรายงานเบื้องต้น คือ พบแมลงทั้งตัว ชิ้นส่วนแมลงหรือเส้นขนโดยไม่ได้จำแนกถึงชนิดสิ่งแปลกปลอมนั้นๆ ว่าคืออะไร ทำให้นำผลการตรวจวิเคราะห์ไปใช้แก้ปัญหาไม่ได้

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการวิเคราะห์จำแนกชนิดของสิ่งแปลกปลอมให้สามารถจำแนกชนิดได้ง่ายขึ้น จึงมีแนวคิดจัดทำฐานข้อมูลรูปภาพสิ่งแปลกปลอม เพื่อใช้สำหรับจำแนกรายละเอียดสิ่งแปลกปลอมที่พบได้ในอาหาร และเพื่อช่วยแก้ปัญหาผู้ประกอบการได้ถูกต้อง จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพการตรวจวิเคราะห์ให้สามารถจำแนกสิ่งแปลกปลอมที่หลากหลาย โดยใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์ให้สั้นที่สุดและระบุรายละเอียดของสิ่งแปลกปลอมนั้นๆ ได้ จึงทำเป็นฐานข้อมูลของกลุ่มสิ่งแปลกปลอม โดยรวบรวมข้อมูลผลวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมที่พบในตัวอย่างอาหารและเครื่องดื่มระหว่างปี พ.ศ. 2562–2564 จำนวน 147 ตัวอย่าง ได้แก่ อาหาร จำนวน 130 ตัวอย่าง และเครื่องดื่ม จำนวน 17 ตัวอย่าง

วัสดุและวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์

กล้องจุลทรรศน์ชนิด Widefield Zoom Stereo Microscope (Olympus Optical, Japan), กล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound Microscope (Olympus Optical, Japan), งานเพาะเชื้อ, มีดผ่าตัด, กรรไกร, ปากคีบ, dropper, แผ่นสไลด์ (slide) และแผ่นกระจกปิดสไลด์ (cover slip) สำหรับใช้เตรียมตัวอย่างสิ่งแปลกปลอมที่นำมาถ่ายรูป รวบรวมข้อมูลมาจากผลการวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมจากห้องปฏิบัติการ และจากคู่มือ Food Defect Levels (United States Food and Drug Administration)⁽³⁾ ที่กำหนดเกณฑ์การพบสิ่งแปลกปลอม ได้แก่ แมลง ชิ้นส่วนแมลง ขนหนู เป็นต้น

ตัวอย่างอาหาร

ตัวอย่างอาหารและเครื่องดื่มทั้งหมด 147 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างอาหาร จำนวน 130 ตัวอย่าง ได้แก่ อาหาร

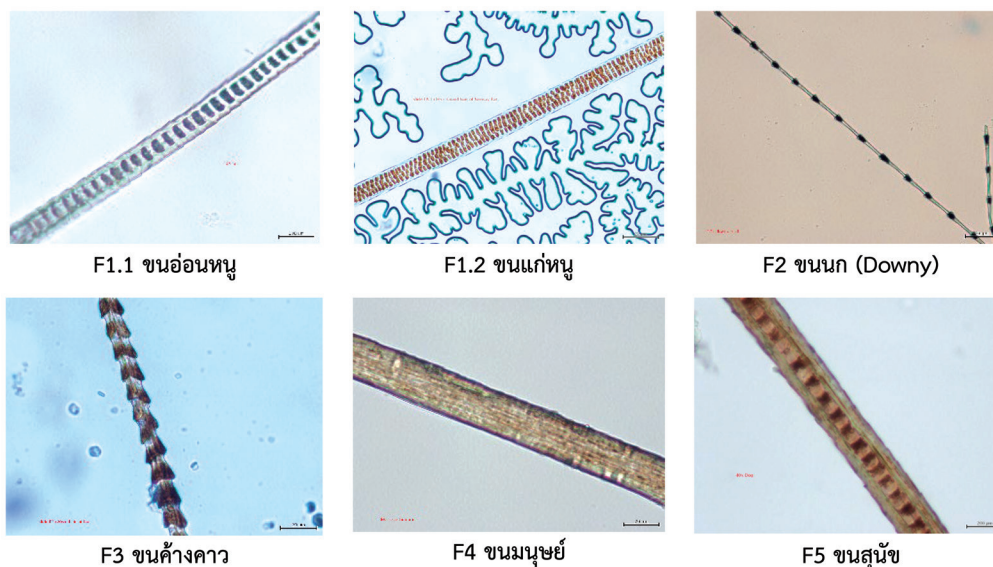
ทั่วไป เช่น ข้าวสาร ปลาสด พริกไทย และกระเทียม จำนวน 23 ตัวอย่าง อาหารแปรรูป เช่น ชีส ไส้กรอก หมูหย็อง เต้าหู้ และน้ำพริก จำนวน 32 ตัวอย่าง และอาหารพร้อมทาน เช่น โจ๊ก ไก่ย่าง อาหารกระป๋อง ไข่ตุ๋น และไข่เค็ม จำนวน 75 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างเครื่องดื่ม จำนวน 17 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำดื่ม น้ำแข็ง น้ำผลไม้ น้ำอัดลม และผลิตภัณฑ์นม

การจัดทำฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีโอกาสปนเปื้อน เช่น ชุดทำงาน ถุงมือ หมวก ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์ทำความสะอาด เช่น ผ้าเช็ดทำความสะอาด ขนแปรงขัด รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น แห เชือก กระดาษลัง เป็นต้น และสิ่งที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหารจากบุคคลหรือสภาพแวดล้อมโดยรอบได้ เช่น เส้นผม เส้นขนต่างๆ จากคน สัตว์ และแมลง

ขั้นตอนที่ 2 แบ่งประเภทตัวอย่างที่รวบรวมมา ศึกษาลักษณะที่ปรากฏภายนอกและลักษณะโครงสร้างภายใน เตรียมตัวอย่างโดยตัดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กหรือวางทั้งชิ้น เช่น แมลงขนาดเล็ก ที่สามารถวางบนจานเพาะเชื้อได้ แล้วถ่ายรูปภายใต้กล้อง Widefield Zoom Stereo Microscope เพื่อศึกษาลักษณะภายนอก แล้วนำมาทำให้มีขนาดเล็กหรือบางที่สุดด้วยกรรไกรหรือมีดผ่าตัด จากนั้นวางบนแผ่นสไลด์ หยดน้ำแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ถ่ายรูปภายใต้กล้อง Compound Microscope เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างภายใน

ขั้นตอนที่ 3 นำรูปถ่ายมาจัดทำบัญชีรายการสิ่งแปลกปลอม บันทึกลง 2 ช่องทาง คือ หน่วยเก็บข้อมูลชั่วคราวใน external hard disk และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในหน่วยงาน ซึ่งการเข้าถึงจำเป็นต้องใช้รหัสผ่าน เพื่อให้นักวิเคราะห์สามารถใช้งานร่วมกันได้และเป็นการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพสิ่งแปลกปลอมจากฐานข้อมูลที่บันทึกในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในห้องปฏิบัติการกายภาพ
สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

การทวนสอบฐานข้อมูล

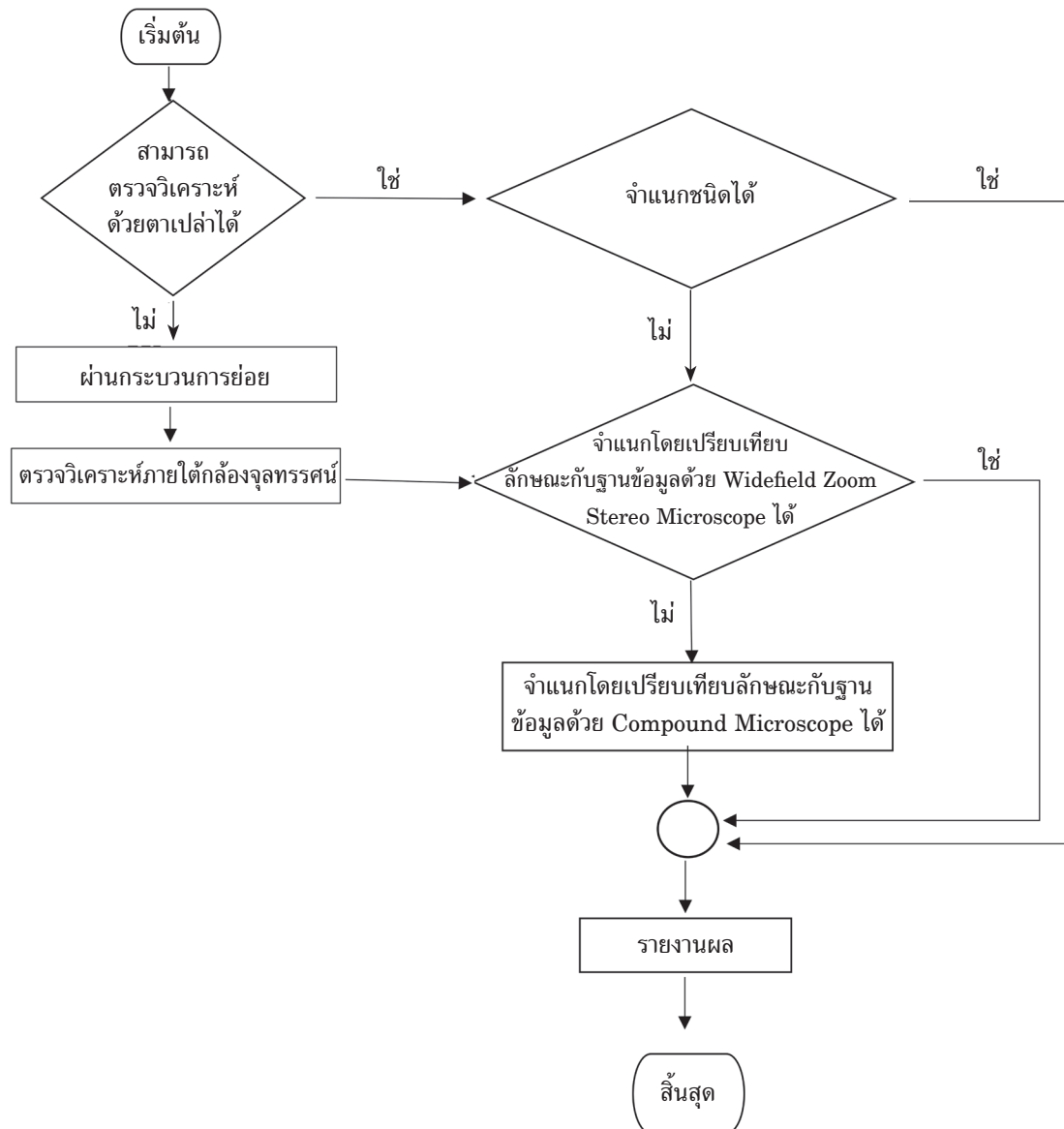
เพื่อทดสอบความใช้ได้ของฐานข้อมูลว่าสามารถใช้ในการจำแนกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เติม spiked materials คือ ขนอ่อนของหนูและปีกของด้วงงวง⁽¹⁰⁾ เพราะเป็นสิ่งแปลกปลอมที่สามารถพบได้ทั่วไปในผลิตภัณฑ์อาหารและมีเกณฑ์กำหนดตามคู่มือ Food Defect Levels (United States Food and Drug Administration)⁽³⁾ ลงในตัวอย่างอาหารที่สามารถพบสิ่งแปลกปลอมชนิดอื่นที่ปะปนมาตามธรรมชาติ แต่ไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่เหมือนกับ spiked materials ได้แก่ แป้งข้าวเจ้าและมัทกะโรนี โดยเติม spiked material ชุดที่ 1 ขนอ่อนของหนู จำนวน 5 เส้น และปีกของด้วงงวง จำนวน 5 ชิ้น ชุดที่ 2 ขนอ่อนของหนู จำนวน 10 เส้น และปีกของด้วงงวง จำนวน 10 ชิ้น ลงในตัวอย่างทั้งแป้งข้าวเจ้าและมัทกะโรนี แล้วให้นักวิเคราะห์ จำนวน 5 คน ที่ผ่านการอบรมการตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหารศึกษาภาพจากฐานข้อมูลแล้วคัดแยก spiked materials ออกจากตัวอย่างให้ถูกต้อง

การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมและการใช้ฐานข้อมูล

การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมจะมีขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 3 คือ การตรวจ

วิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่าเป็นการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมขนาดที่สามารถคัดแยกออกจากอาหารได้ด้วยตาเปล่า ตั้งแต่ใหญ่จนถึงเล็กที่สามารถมองเห็นได้ กรณีพบสิ่งแปลกปลอมพิจารณาว่าจำแนกได้หรือไม่ หากจำแนกได้สามารถรายงานผลได้เลย แต่หากจำแนกไม่ได้ให้นำไปวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กรณีไม่พบสิ่งแปลกปลอมให้นำตัวอย่างมาผ่านกระบวนการตามวิธี AOAC⁽⁴⁾ ก่อน คือ ย่อยตัวอย่างด้วยกรดไฮโดรคลอริกพร้อมให้ความร้อน หรือกรณีไม่ย่อยตัวอย่างจะใช้วิธี Heptane Water⁽¹⁰⁾ เพื่อแยกสิ่งแปลกปลอมชนิดเบาออกจากเนื้ออาหารและนำไปวิเคราะห์ต่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จำแนกด้วยกล้อง Widefield Zoom Stereo Microscope เพื่อจำแนกจากลักษณะภายนอก หากจำแนกไม่ได้ให้จำแนกด้วยกล้อง Compound Microscope เพื่อดูลักษณะโครงสร้าง นำฐานข้อมูลมาช่วยในการจำแนกสิ่งแปลกปลอม โดยนำภาพของตัวอย่างภายใต้กล้องเปรียบเทียบกับภาพจากฐานข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียง ทวนสอบความถูกต้องของผลวิเคราะห์โดยนักวิเคราะห์อย่างน้อย 2 คน หากจำแนกไม่เหมือนกันต้องมีนักวิเคราะห์คนที่ 3 ร่วมวิเคราะห์และตัดสินใจ⁽⁸⁻¹⁰⁾



ภาพที่ 3 กระบวนการตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหาร

สำหรับการบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหาร ประกอบด้วย วิธีการตรวจวิเคราะห์ การควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการ การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า การตรวจวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยในการตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมทุกครั้งจะมีการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม คือ การตรวจสอบอากาศโดยรอบพื้นที่ปฏิบัติงาน น้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีการสำรวจภาชนะบรรจุก่อนวิเคราะห์ เพื่อให้แน่ใจในผลการทดสอบว่ามีความถูกต้องทั้งการตรวจวิเคราะห์ด้วยตาเปล่าและ

ตรวจวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีการบันทึกภาพเพื่อใช้ประกอบการรายงานผล และเมื่อพบสิ่งแปลกปลอมจะนำภาพสิ่งแปลกปลอมจากฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบกับด้านโครงสร้างกับสิ่งแปลกปลอมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ผล

ฐานข้อมูลในการจำแนกสิ่งแปลกปลอม

จากการรวบรวมข้อมูลสิ่งแปลกปลอมระหว่างปี พ.ศ. 2564–2566 จำนวน 143 ชนิด จัดเป็นประเภทตามการใช้เป็น 2 ประเภท ประเภทที่ 1 สำหรับใช้เปรียบเทียบกับลักษณะสิ่งแปลกปลอมที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหารและ

เครื่องมือ ได้แก่ เศษชิ้นส่วนวัสดุต่าง ๆ ที่มีโอกาสสามารถพบได้จากกระบวนการผลิต เช่น เศษพลาสติก เส้นใย และกระดาษ จำนวน 22 ชนิด แผลงชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย เช่น แผลงวัน ตัวงวงข้าว เพลี้ยหอย มอดยาสูบ เป็นต้น โดยจัดเก็บในรูปแบบทั้งตัวและเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ จำนวน 39 ชนิด เส้นขนที่รวบรวมจากคนและสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น สุนัข นก หนู ค้างคาว แต่ละสายพันธุ์และแต่ละสีที่อาจปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตหรือจากวัตถุดิบ โดยเก็บในรูปแบบทั้งเส้นขนอ่อนและขนแก่ จำนวน 30 ชนิด พยาธิและปรสิต ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน (metacercaria) และตัวเต็มวัย จำนวน 12 ชนิด ประเภทที่ 2 คือ พืชและเนื้อสัตว์สำหรับใช้

เปรียบเทียบโครงสร้างลักษณะสิ่งแปลกปลอมและกรณีร้องเรียนอาหารปลอมปน แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 โครงสร้างของพืชชนิดต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบชิ้นส่วนของพืชสำหรับงานวิเคราะห์อาหารปลอมปน เช่น ผักชนิดต่าง ๆ สาหร่าย เป็นต้น และวัสดุแปรรูปจากพืชสำหรับงานวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม เช่น ดอกหญ้าจากไม้กวาด ไม้เลียบลูกชิ้น และเปลือกไม้ เป็นต้น จำนวน 18 ชนิด และกลุ่มที่ 2 โครงสร้างของเนื้อสัตว์ทั้งในรูปแบบเนื้อสด ปรงสุก และแปรรูป เช่น เนื้อหมูสด หมูย่าง หมูหยิ่ง เป็นต้น สำหรับงานวิเคราะห์อาหารปลอมปน จำนวน 22 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการสิ่งแปลกปลอมในอาหารที่รวบรวมได้ระหว่างปี พ.ศ. 2564–2566 จำนวน 143 ตัวอย่าง

ประเภท	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบที่ใช้เป็นฐานข้อมูล	จำนวน (ชนิด)
วิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม	ชิ้นส่วนวัสดุ	• จำนวนรวม	22
		• เศษพลาสติก	3
		• เส้นใย	15
		• กระดาษ	4
	แผลง	• จำนวนรวม	39
		• ระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย	17
		• ทั้งตัวและเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ	22
	เส้นขน	• จำนวนรวม	30
		• ประเภทเส้นขนของคน และสัตว์ (สุนัข นก หนู ค้างคาว เป็นต้น)	
		• เส้นขนอ่อน	17
		• เส้นขนแก่	13
	พยาธิและปรสิต	• จำนวนรวม	12
		• ระยะไข่	4
		• ตัวอ่อน	2
		• ตัวเต็มวัย	6
วิเคราะห์อาหารปลอม	พืช	• ชิ้นส่วนของพืช	8
		• วัสดุแปรรูปจากพืช	10
	เนื้อสัตว์	• เนื้อสด	22
		• ปรงสุก	18
		• แปรรูป	4

การทวนสอบฐานข้อมูล

จากทวนสอบการใช้ฐานข้อมูล โดยการเติม spiked materials ที่เป็นเดิมขนอ่อนของหนูและปีกของตัวงวงทั้งในตัวอย่างแป้งข้าวเจ้าและมักกะโรนี พบว่า

นักวิเคราะห์ จำนวน 5 คน สามารถคัดแยกออกมาได้ถูกต้องตามจำนวนที่กำหนดคิดเป็น % Recovery เท่ากับร้อยละ 100 ทั้งสองตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคัดแยก spiked materials ในตัวอย่างแป้งข้าวเจ้าและมักกะโรนี

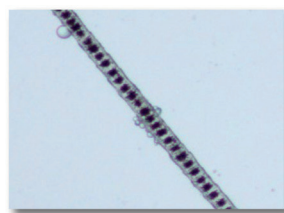
ชุดตัวอย่าง	นักวิเคราะห์	แป้งข้าวเจ้า		มักกะโรนี	
		ขนอ่อนของหนู	ปีกของด้วงงวง	ขนอ่อนของหนู	ปีกของด้วงงวง
		% Recovery	% Recovery	% Recovery	% Recovery
ชุดที่ 1 (เติมชนิดละ 5 ชิ้น)	คนที่ 1	100	100	100	100
	คนที่ 2	100	100	100	100
	คนที่ 3	100	100	100	100
	คนที่ 4	100	100	100	100
	คนที่ 5	100	100	100	100
ชุดที่ 2 (เติมชนิดละ 10 ชิ้น)	คนที่ 1	100	100	100	100
	คนที่ 2	100	100	100	100
	คนที่ 3	100	100	100	100
	คนที่ 4	100	100	100	100
	คนที่ 5	100	100	100	100

ผลวิเคราะห์และการใช้ฐานข้อมูล

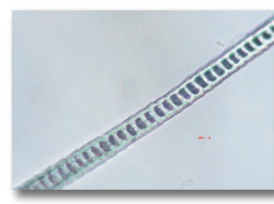
สำหรับการใช้ฐานข้อมูลในการจำแนกสิ่งแปลกปลอมในอาหาร พบว่านักวิเคราะห์ทุกคนสามารถใช้ภาพสิ่งแปลกปลอมจากฐานข้อมูลจำแนกสิ่งแปลกปลอมได้ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ทำให้การตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหารใช้เวลาวิเคราะห์เร็วขึ้น จากเดิมการตรวจวิเคราะห์เพื่อจำแนกสิ่งแปลกปลอมใช้เวลาในการหาข้อมูลหรือค้นหาภาพมาเปรียบเทียบอย่างน้อย 3-5 วัน เมื่อมีการนำฐานข้อมูลนี้มาใช้ พบว่าสามารถลดเวลาวิเคราะห์ลงเหลือ 1 วัน และสามารถแสดงรายละเอียดสิ่งแปลกปลอมที่พบตรงกับความต้องการของผู้ส่งตัวอย่าง เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่สามารถนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาแก้ไขปัญหาที่พบ

ตัวอย่างการตรวจวิเคราะห์เพื่อจำแนกสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมอบกรอบ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า เบื้องต้นไม่พบ

สิ่งแปลกปลอมที่สามารถมองเห็นได้จึงได้นำมาวิเคราะห์โดยการย่อยตัวอย่างเพื่อหาสิ่งแปลกปลอมและส่งแปลกปลอมชนิดเบต้าที่ปะปนในเนื้ออาหาร และใช้ parafin oil ในการดักจับสิ่งแปลกปลอมนั้น แล้วนำมากรองบนกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 8 นำมาดูลักษณะสิ่งแปลกปลอมภายใต้กล้อง Widefield Zoom Stereo Microscope ที่กำลังขยาย 30 เท่า พบมีสิ่งแปลกปลอมลักษณะเป็นเส้นขนปะปน จึงนำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Compound Microscope ที่กำลังขยาย 400 เท่า เพื่อดูโครงสร้างเปรียบเทียบเส้นขนกับฐานข้อมูล จะเห็นว่าเส้นขนนั้นมีโครงสร้างคล้ายขนหนู ดังแสดงในภาพที่ 4 จากผลวิเคราะห์เห็นได้ว่าการปนเปื้อนของหนูที่เป็นเครื่องบ่งชี้ทางสุขลักษณะ ทำให้เกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพและอนามัย ผู้ประกอบสามารถนำทวนสอบระบบการผลิตได้ว่า อาจเกิดจากปัญหาการควบคุมระบบปิดในการเก็บวัตถุดิบหรือการผลิตได้



(ก)

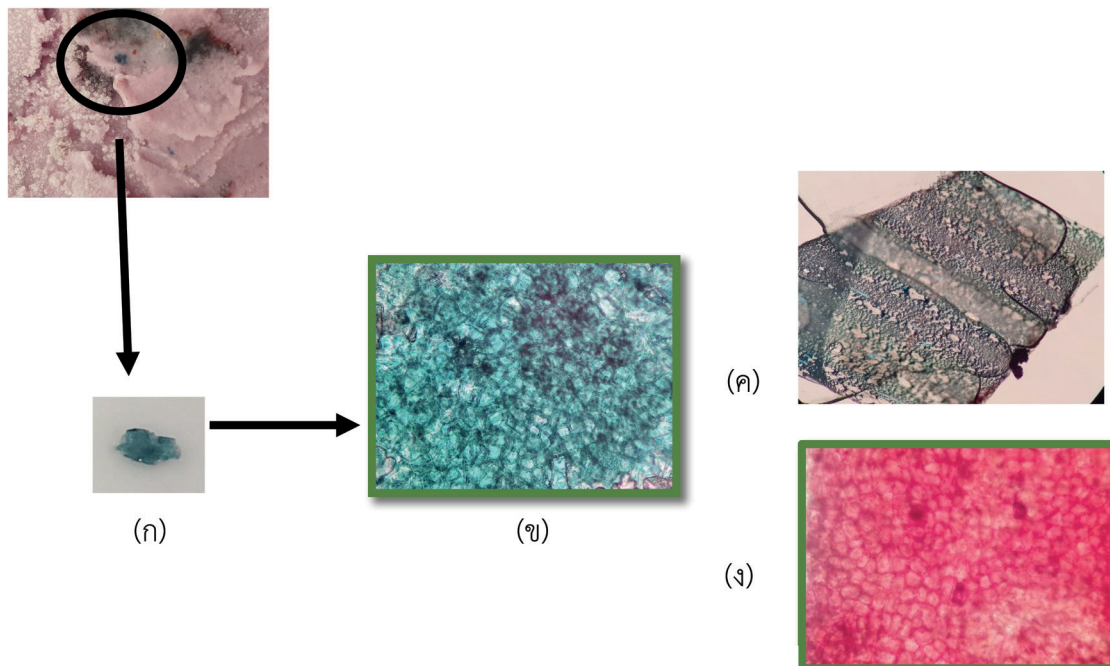


(ข)

ภาพที่ 4 เปรียบเทียบโครงสร้างของสิ่งแปลกปลอมระหว่าง (ก) โครงสร้างของสิ่งแปลกปลอมลักษณะเป็นเส้นขนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่พบในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมอบกรอบ และ (ข) โครงสร้างของขนหนูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากฐานข้อมูลสิ่งแปลกปลอมที่จัดทำ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไอศกรีมบลูเบอร์รี่ ผู้ส่งตัวอย่างสงสัยว่ามีการปนเปื้อนเศษพลาสติกสีฟ้า เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า พบวัตถุเป็นแผ่นสีฟ้าวัดขนาดได้ประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งตรงตามลักษณะที่สงสัย ได้นำสิ่งแปลกปลอมที่พบมาตรวจวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Compound Microscope ที่กำลังขยาย 400 เท่า ดังแสดงในภาพที่ 5 เพื่อดูโครงสร้าง พบว่ามีการเรียงตัวของเซลล์พืช ซึ่งโดยปกติจะไม่พบการเรียงตัวของเซลล์ในพลาสติก เมื่อนำโครงสร้างที่พบเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่กำลังขยาย

400 เท่า เห็นได้ว่ามีโครงสร้างไม่ตรงกันทำให้เห็นชัดเจนมากขึ้นว่าไม่ใช่เศษพลาสติกตามที่สงสัย เพื่อแก้ข้อสงสัยจึงได้นำโครงสร้างของผลบลูเบอร์รี่มาเปรียบเทียบ พบว่ามีโครงสร้างการจัดเรียงของเซลล์พืชที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นสิ่งแปลกปลอมที่พบในตัวอย่างไอศกรีม คือ เศษของผลบลูเบอร์รี่ที่ลักษณะทางกายภาพมีความแตกต่างกันตามธรรมชาติ ผลวิเคราะห์ที่ได้นี้จึงสามารถจึงช่วยยืนยันความปลอดภัยในอาหารและสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ประกอบการได้



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบระหว่าง (ก) สิ่งแปลกปลอมที่พบด้วยตาเปล่ามีลักษณะคล้ายเศษพลาสติกสีฟ้าที่พบในไอศกรีม และ (ข) โครงสร้างของสิ่งแปลกปลอมที่พบในไอศกรีมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กับ (ค) โครงสร้างของพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากฐานข้อมูลสิ่งแปลกปลอม และ (ง) โครงสร้างของผลบลูเบอร์รี่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากฐานข้อมูลสิ่งแปลกปลอม

วิจารณ์

ห้องปฏิบัติการกายภาพ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้จัดทำฐานข้อมูลสิ่งแปลกปลอม ซึ่งช่วยให้เจ้าหน้าที่จำแนกชนิดสิ่งแปลกปลอมได้สะดวกมากขึ้น ใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้นลง ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีการเปรียบเทียบสิ่งแปลกปลอมที่พบกับฐานข้อมูล ทำให้เห็นภาพชัดเจนสามารถจำแนกชนิดสิ่งแปลกปลอมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วยให้ทราบชนิดที่แท้จริงของสิ่งแปลกปลอมที่พบ เนื่องจากการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอม

แต่ละชนิดมีสาเหตุการปนเปื้อนและการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกันไป เช่น การพบแมลงในอาหาร อาจเกิดจากการปนเปื้อนของแมลงพาหะเนื่องจากมีระบบการควบคุมแมลงพาหะไม่ดี หากเป็นแมลงศัตรูพืชที่มากับวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีการล้างทำความสะอาดไม่ดีเพียงพอ หรือการพบเส้นขน เส้นขนของคนอาจเกิดจากการแต่งกายป้องกันการปนเปื้อนไม่เหมาะสม ขาดขั้นตอนการทำความสะอาดตัวเองก่อนเข้าพื้นที่การผลิต หากเป็นเส้นขนของสัตว์อาจเกิดจากระบบควบคุมสัตว์พาหะไม่เหมาะสม โดยเฉพาะขนหนูตามมาตรฐานขององค์การ

อาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Food and Drug Administration) ระบุเกณฑ์มาตรฐานการพบขุ่นขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์⁽³⁾ เช่น ผลิตภัณฑ์ Alimentary Pastes ต้องพบขุ่นไม่เกิน 4.5 เส้น หากตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่าไม่ผ่านมาตรฐานจะส่งผลต่อการส่งออกสินค้าไปต่างประเทศ ซึ่งการแก้ไขปัญหานั้นที่ถูกต้องจะช่วยให้สามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการควบคุมดูแลกระบวนการผลิตได้

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ โดยใช้ฐานข้อมูลกับวิธีจำแนกแบบเดิมตามคู่มือการวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหาร⁽¹⁰⁾ พบว่าสามารถใช้เวลาได้เร็วขึ้น ใช้งานง่าย และชัดเจนกว่าวิธีเก่าที่เน้นการใช้ประสบการณ์มากกว่า แต่เนื่องจากฐานข้อมูลตอนนี้เป็นการรวบรวมตัวอย่างที่ไม่ผ่านกระบวนการการผลิตจึงมีลักษณะที่ยังสมบูรณ์ แต่สิ่งแปลกปลอมที่พบจริงในอาหารจะผ่านกระบวนการ เช่น การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงหรือการปั่นผสมทำให้มีลักษณะเป็นเศษเล็กไม่สมบูรณ์ ดังนั้นในอนาคตจะทำการรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลรูปภาพโครงสร้างของสิ่งที่สามารถปนเปื้อนในอาหารที่ผ่านกระบวนการผลิตจริงต่อไป

สรุป

การจัดทำฐานข้อมูลสิ่งแปลกปลอมโดยรวบรวมข้อมูลตัวอย่างสิ่งแปลกปลอมที่สามารถพบได้ในอาหารจำนวน 143 ตัวอย่าง สามารถช่วยให้การจำแนกชนิดของสิ่งแปลกปลอมง่ายขึ้น ถูกต้อง และใช้เวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้น จากการทวนสอบฐานข้อมูลโดยให้ผู้วิเคราะห์ศึกษาลักษณะของ spiked materials จากฐานข้อมูลแล้วคัดแยก spiked materials ออกจากตัวอย่างอาหาร 2 ตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์สามารถคัดแยกได้อย่างถูกต้องตามจำนวนที่กำหนดคิดเป็น % Recovery ร้อยละ 100 ทั้ง 2 ตัวอย่างอาหาร เมื่อนำฐานข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ตัวอย่างอาหารและเครื่องดื่ม พบว่าจากเดิมที่ใช้เวลาในการวิเคราะห์อย่างน้อย 3 – 5 วัน สามารถลดเวลาวิเคราะห์ลงเหลือ 1 วันได้ และสามารถระบุรายละเอียดชนิดของสิ่งแปลกปลอมที่พบในอาหารทำให้มีความชัดเจนมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการสามารถนำผลวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ถูกต้อง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องลักษณะตามมาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางจำปา เปลี่ยนกลิ่น พนักงานประจำห้องทดลอง ห้องปฏิบัติการกายภาพ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ช่วยจัดเตรียมตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและสิ่งที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหารในการจัดทำฐานข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. นงนุช เมธิยนต์พิริยะ. วศ. กับความปลอดภัยทางอาหาร. ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ [วารสารออนไลน์]. 2557; [สืบค้น 22 ก.ค. 2567]; 62(195): [3 หน้า]. เข้าถึงได้จาก: URL: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2557_62_195_P8-10.pdf.
2. สุคันธา โอศิริพันธุ์. อันตรายทางกายภาพในอาหาร. ว วิทยาศาสตร์บูรพา 2561; 23(1): 237-246.
3. Food defect action levels: levels of natural or unavoidable defects in foods that present no health hazards for humans. Washington, DC: Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition; 1995.
4. Whitlock LL, Chapter editor. Chapter 16, Extraneous materials: isolation. In: Latimer GW, editor. Official methods of analysis of AOAC International. 21st ed. Gaithersburg, MD: AOAC International; 2019.
5. บังอร บุญชู, นิภาพร ชนะคช, กมลกาญจน์ จิณกาญจน์. ระวังอาหารปลอม. ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ [วารสารออนไลน์]. 2557; [สืบค้น 22 ก.ค. 2567]; 62(194): [3 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2557_62_194_P7-9.pdf.
6. กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. การตรวจสอบสถานที่ผลิตอาหารตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตที่บังคับใช้เป็นกฎหมาย (GMP 420). กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2564
7. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุงปี 2556). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา; 2556.

8. ชันทอง เพ็ชรนอก. การตรวจสอบการปลอมและการปนเปื้อนทางกายภาพของอาหาร ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2563. ว กรรมวิทย์ พ [วารสารออนไลน์]. 2565; [สืบค้น 22 ก.ค. 2567]; 64(3): [15 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/dmasc/article/view/255192/177194>.
9. ชันทอง เพ็ชรนอก. การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในสินค้าเกษตรที่ส่งออก ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2560. ว กรรมวิทย์ พ [วารสารออนไลน์]. 2565; [สืบค้น 22 ก.ค. 2567]; 64(3): [15 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/dmasc/article/view/256039/177195>.
10. ทนงพันธ์ สัจจปาละ. คู่มือการวิเคราะห์ Light Filth. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2557

Development for Filth Identification in Food and Database Preparation

Ananya Yingjaroentana, Vanida Yurayart, Pondnapa Netchularrat,
Prapassara Butprom, and Tiwa Keanwong

Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT Physical foreign matter contamination in food can occur at any stage of the production process, originating from personnel, equipment, tools, facilities, or the environment. Due to its heterogeneous nature, physical contaminants are often difficult to identify. To enhance the analytical capabilities of laboratory personnel and reduce processing time, a comprehensive database was developed, focusing on various types of foreign matter groups, including light filth contaminants. Between 2021 and 2023, a total of 143 distinct foreign matter types were collected, imaged, and categorized into groups, including material fragments, insects, hair, parasites, plants, and animal components. To validate the effectiveness of this system, five laboratory analysts used the database to analyze spiked rat hair and elytra in both rice flour and macaroni samples. The test was conducted twice: firstly with 5 rat hairs and 5 elytra, and secondly with 10 of each. The results showed a 100% accuracy in detecting and identifying the contaminants. This method significantly improved analysis efficiency and clarity, eliminating the need for external references such as picture books. It may also enable more accurate and timely responses to physical contamination issues during food production.

Keywords: Foreign matters in food, Physical contamination in food, Analysis for filth in food, Identification of filth in food