Journal of Environmental Education Medical and Health
VOL.11 NO.2 April-July 2026

การสำรวจปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนชนิดผงชงดื่มจากพืชที่วางจำหน่ายในประเทศไทย

A SURVEY OF AFLATOXINS IN PLANT-BASED PROTEIN POWDERS SOLD IN THAILAND.

(Received: May 29,2026 ; Revised: June 1,2026 ; Accepted: June 3,2026)

ศวิตา จิตรโอวาท[1]
Savita Jitowat[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชนิดผง 10 ตัวอย่างที่จำหน่ายทางออนไลน์ในประเทศไทย โดยวิเคราะห์สารอะฟลาทอกซิน B1, B2, G1, G2 และปริมาณรวมด้วยวิธี High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) ร่วมกับ Immunoaffinity Column

ผลการศึกษาพบว่า 8 ตัวอย่างไม่มีการตรวจพบสารอะฟลาทอกซิน ส่วน 2 ตัวอย่างตรวจพบอะฟลาทอกซิน B1 ที่ระดับต่ำกว่า 0.70 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานความปลอดภัยอาหารของประเทศไทย 20 µg/kg

คำสำคัญ: โปรตีนพืชชงดื่ม, อะฟลาทอกซิน, ความปลอดภัยอาหาร

ABSTRACT

This study was survey research aimed to evaluate aflatoxin contamination in ten popular plant-based protein powder products available online in Thailand. Samples were analyzed for aflatoxins B1, B2, G1, G2, and total aflatoxins using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) combined with Immunoaffinity Column clean-up.

Results showed that eight samples had no detectable aflatoxins, while two samples contained aflatoxin B1 at levels below 0.70 µg/kg, well below the Thai food safety standard of 20 µg/kg.

Keywords: Plant-based protein powder, Aflatoxins, Food safety

บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ความสนใจในการดูแลสุขภาพและการออกกำลังกายเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับโภชนาการที่สนับสนุนการเสริมสร้างร่างกาย ฟื้นฟูสมรรถภาพ และดูแลสุขภาพโดยรวม โดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญที่ประกอบกล้ามเนื้อ กระดูก เลือด ผิวหนัง และเอนไซม์ต่าง ๆ ในร่างกาย โปรตีนจะถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโน ซึ่งร่างกายใช้ซ่อมแซมเนื้อเยื่อและเสริมสร้างกล้ามเนื้อ กรดอะมิโนแบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่ กรดอะมิโนจำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ และกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถผลิตเองได้ ภาวะที่ร่างกายต้องการพลังงานสูง เช่น การออกกำลังกาย การเจ็บป่วย หรือความเครียด อาจทำให้ความต้องการกรดอะมิโนสูงขึ้น จึงเกิดความนิยมในการบริโภค ผลิตภัณฑ์โปรตีนเสริม[1,2]

ผลิตภัณฑ์โปรตีนเสริมที่ได้รับความนิยม ได้แก่ โปรตีนพืชชงดื่ม (Plant-Based Protein Powder) เหมาะสำหรับผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผู้แพ้แลคโตส และผู้ที่หลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โปรตีนจากพืชมีความย่อยง่าย ไขมันอิ่มตัวต่ำ และสามารถตอบสนองต่อ

[1] สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ความต้องการโปรตีนของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ[3,4]

แม้วัตถุดิบที่ใช้ เช่น ถั่ว เมล็ดพืช และธัญพืช จะมีคุณสมบัติทางโภชนาการสูง แต่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อรา Aspergillus flavus และ Aspergillus parasiticus ซึ่งสามารถผลิต สารอะฟลาทอกซิน (Aflatoxins) โดยเฉพาะอะฟลาทอกซิน B1 (AFB1) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 ตามการจัดประเภทของ IARC[5] การปนเปื้อนสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การจัดเก็บ การขนส่ง จนถึงกระบวนการผลิตห้างสรรพสินค้าและสำหรับประเทศไทย ข้อมูลระดับอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มยังมีจำกัด แม้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414 พ.ศ. 2563 กำหนดให้ปริมาณอะฟลาทอกซินรวมไม่เกิน 20 µg/kg[6] แต่ยังไม่มีข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์จำหน่ายจริง[6]

งานวิจัยต่างประเทศและรายงาน Clean Label Project (2024–2025) พบว่าผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชมักมีระดับอะฟลาทอกซินสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และฉลากทางการตลาด เช่น ออร์แกนิค ไม่สามารถรับประกันความปลอดภัยได้อย่างแท้จริง[7] ช่องว่างของข้อมูลนี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการศึกษาระดับอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มในประเทศไทย เพื่อสนับสนุนการประเมินความเสี่ยงและการคุ้มครองผู้บริโภค โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่รับประทานต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้อ ฟื้นฟูสมรรถภาพ และควบคุมน้ำหนัก[7]

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินระดับการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มที่จำหน่ายในประเทศไทย โดยวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน B1, B2, G1, G2 และปริมาณรวม (Total Aflatoxins) พร้อมเปรียบเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

วิธีการทดสอบ

การวิเคราะห์ระดับอะฟลาทอกซิน B1, B2, G1, G2 และปริมาณรวมในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มดำเนินการด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)[2] ร่วมกับ Immunoaffinity Column (IAC) Clean-up ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เนื่องจากมีความไวสูงและสามารถแยกวิเคราะห์อะฟลาทอกซินแต่ละชนิดในตัวอย่างที่มีเมทริกซ์ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างประกอบด้วย 1) ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์อย่างแม่นยำเพื่อให้ได้ปริมาตรที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ 2) สกัดสารอะฟลาทอกซินออกจากตัวอย่างโดยใช้สารละลายเมทานอล–น้ำ หรืออะซีโตไนไตรล์–น้ำ 3) ทำความสะอาดสารสกัดด้วยคอลัมน์ Immunoaffinity Column (IAC) ซึ่งมีแอนติบอดีจำเพาะต่ออะฟลาทอกซิน เพื่อกำจัดสิ่งรบกวนจากองค์ประกอบอื่นในตัวอย่าง[8]

หลังจากเตรียมสารสกัดเรียบร้อยแล้ว นำตัวอย่างเข้าสู่เครื่อง HPLC เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซินแต่ละชนิด โดยตรวจวัดค่าการกระจายตัวของสารตามความยาวคลื่นเฉพาะและเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ทั้งหมดดำเนินการภายใต้ มาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025:2017 เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง ความแม่นยำ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้[9]

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มทั้ง 10 ตัวอย่าง จะถูกนำเสนอในรูปแบบตารางเพื่อแสดงปริมาณอะฟลาทอกซิน B1, B2, G1, G2 และปริมาณรวมของอะฟลาทอกซินในแต่ละผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน[2,6]

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อสรุปค่าต่าง ๆ ของอะฟลาทอกซินในตัวอย่างทั้งหมด ทั้งค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และช่วงการกระจายข้อมูล โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับมาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหารที่กำหนดโดย กระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย[6] และอ้างอิงมาตรฐานสากล (Codex, EU)[5] เพื่อให้เห็นภาพรวมของระดับการปนเปื้อนและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ในเชิงวิชาการ

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวิจัยในมนุษย์ หรือการทดลองกับสัตว์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ตามเลขที่ DPUHREC 2901/2568 วันที่ 29 มกราคม 2569

ผลการศึกษา

ผลการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ ค่าที่แสดงเป็น “<0.70µg/kg” ในจำนวน 2 ตัวอย่าง หมายถึง ปริมาณอะฟลาทอกซิน บี1 ที่ตรวจพบมีค่าต่ำกว่าค่าที่รายงาน (reporting value) ที่ 0.70 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมแต่ยังคงสูงกว่าLimit of Detection (LOD)ของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับ 0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมจึงยืนยันได้ว่ามีสัญญาณของสารอะฟลาทอกซินบี1อยู่ในตัวอย่างแต่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยด้านสารปนเปื้อน ในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธาณสุข ฉบับ ที่ 414 พ.ศ. 2563[6] ที่กำหนดไว้ ในขณะที่ตัวอย่างอื่นๆไม่พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจปริมาณอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่ม

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	วัตถุดิบโปรตีนสกัดหลัก	มาตรฐานรับรอง	ประเทศผู้ผลิต	Aflatoxins					ค่ามาตรฐาน อย. ไม่เกิน 20 µg/kg
					ผลปริมาณ AFB1 µg/kg	ผลปริมาณ AFB2 µg/kg	ผลปริมาณ AFG1 µg/kg	ผลปริมาณ AFG2 µg/kg	Total Aflatoxins µg/kg	
1	Brand 1	ถั่วเหลือง, ข้าว, ฟักทอง,ถั่วลันเตา, ถั่วเขียว, ดอกทานตะวัน และถั่วหัวช้าง	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
2	Brand 2	ถั่วลันเตา ข้าว, ถั่วเหลือง, เมล็ดฟักทอง และเมล็ดทานตะวัน	อย.	ไทย	<0.70	Not Detected	Not Detected	Not Detected	<0.70	ผ่าน
3	Brand 3	ถั่วลันเตา	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
4	Band 4	ถั่วลันเตา	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
5	Brand 5	ถั่วเหลือง, ถั่วลันเตา, ข้าว	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
6	Brand 6	ถั่วลันเตาสีทอง, ข้าว	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
7	Brand 7	ถั่วเหลือง, ถั่วลันเตาสีทอง	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
8	Brand 8	ถั่วลันเตาสีทอง	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
9	Brand 9	ถั่วลันเตา, ข้าวกล้อง, ข้าวโอ๊ต, เมล็ดอัลมอนด์	อย.	ไทย	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	ผ่าน
10	Brand 10	ถั่วเหลือง, ถั่วลันเตา, ข้าวกล้อง, เมล็ดฟักทอง, เมล็ดอัลมอนด์	อย.	ไทย	<0.70	Not Detected	Not Detected	Not Detected	<0.70	ผ่าน

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างโปรตีนพืชชงดื่มทั้ง 10 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณอะฟลาทอกซินรวมอยู่ต่ำกว่าขีดจำกัดความปลอดภัย

ที่กำหนด ผลลัพธ์แสดงการกระจายตัวของข้อมูลในระดับปานกลางทั้งในภาพรวมและเมื่อพิจารณาแยกตามแบรนด์ โดยตัวอย่างที่มีปริมาณสูงสุดอยู่ที่ 0.70 µg/kg ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 3.5 ของเกณฑ์สูงสุดของกระทรวงสาธารณสุข (20 µg/kg) สะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชที่ศึกษาอยู่ในระดับปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อการได้รับสารอะฟลาทอกซินเกินขนาดในผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ[6]

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนชนิดผงชงดื่มจากพืชที่จำหน่ายในประเทศไทย โดยวิเคราะห์สารอะฟลาทอกซิน 4 ชนิด ได้แก่ B1, B2, G1, G2 และปริมาณรวม[2,5,6] ผลการวิเคราะห์พบว่า จากตัวอย่าง 10 ผลิตภัณฑ์ มี 8 ตัวอย่างไม่ตรวจพบอะฟลาทอกซิน ส่วนอีก 2 ตัวอย่างตรวจพบอะฟลาทอกซิน B1 ในระดับต่ำกว่า 0.70 µg/kg ซึ่งต่ำกว่าขีดจำกัดความปลอดภัยที่กำหนดโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (20 µg/kg) อย่างน้อย 29 เท่า และต่ำกว่ามาตรฐาน EU สำหรับ AFB1 (2 µg/kg) ประมาณ 3 เท่า[6]

ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนว่าผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชนิดผงชงดื่มที่จำหน่ายในประเทศไทยส่วนใหญ่มีระดับการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินต่ำและปลอดภัย การตรวจพบอะฟลาทอกซิน B1 แม้ในระดับต่ำ ยังแสดงถึงความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนจากวัตถุดิบทางการเกษตร เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา หรือธัญพืช ในขั้นตอนเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว หรือการจัดเก็บ แม้ว่ากระบวนการผลิตอาหารจะช่วยลดความเสี่ยงบางส่วน[7]

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศหลายฉบับ เช่น รายงานจาก Clean Label Project (2024–2025) และงานของ Mendez-Albores et al. (2021) รวมถึง Bandara et al. (2020) ที่พบการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืช แม้ว่าบริบทการผลิตและห่วงโซ่อุปทานในแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน แต่ระดับการปนเปื้อนในตัวอย่างของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำและปลอดภัย[7]

โดยสรุป การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและกระบวนการผลิต รวมถึงการเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชที่ได้รับความนิยม การมีข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินช่วยสนับสนุนการประเมินความปลอดภัยของอาหารและการเฝ้าระวังด้านสาธารณสุขสำหรับผู้บริโภคกลุ่มที่ใส่ใจสุขภาพ[2,5,6,7]

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชชงดื่มที่จำหน่ายในประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่ตรวจพบการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน และตัวอย่างที่ตรวจพบมีระดับต่ำมาก ไม่เกินเกณฑ์ความปลอดภัยของอาหารที่กำหนดโดย กระทรวงสาธารณสุข (20 µg/kg) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัตถุดิบจากพืช เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา และธัญพืช มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อราและสารพิษ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเฝ้าระวังและตรวจสอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

นอกจากนี้ การเผยแพร่ข้อมูลและให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับความเสี่ยงจากอะฟลาทอกซิน รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้บริโภคเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน จะช่วยลดความเสี่ยงจากการได้รับสารปนเปื้อนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและความปลอดภัย กำหนดค่าความเข้มข้นสูงสุดของอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชให้ชัดเจน โดยอ้างอิง

มาตรฐานสากล เพื่อเป็นกรอบอ้างอิงและลดความเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะทางคลินิกและผู้บริโภค 1) ผู้บริโภคควรหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์บนผิวหนังที่มีรอยถลอก หรือใช้ทันทีหลังการทำหัตถการที่อาจเพิ่มการดูดซึมสาร 2) สำหรับผู้ที่แพ้ง่ายหรือกังวลเรื่องการได้รับสารพิษสะสม อาจเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีระดับอะฟลาทอกซินต่ำ หรือสลับใช้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อจำกัดการได้รับสาร

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต 1) ขยายการเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์โปรตีนพืชในรูปแบบและช่องทางจำหน่ายอื่น ๆ ทั้งออนไลน์และออฟไลน์ 2) ศึกษาการปนเปื้อนในส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ธัญพืชหรือผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืชชนิดอื่น 3) ประเมินความเสี่ยงเชิงสะสมจากการบริโภคต่อเนื่องและตรวจสอบการปนเปื้อนของสารพิษอื่น ๆ เช่น ตะกั่วและแคดเมียม 4)เพิ่มจำนวนตัวอย่างและขยายพื้นที่เก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย เพื่อให้ผลวิจัยเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ในภาพรวม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นพ. ธรรณวัฐ วัฒนาเศรษฐ์ สำหรับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และการสนับสนุนตลอดกระบวนการวิจัย ซึ่งช่วยให้การศึกษาครั้งนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีคุณค่าทางวิชาการ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ สำหรับความรู้ แนวคิด และประสบการณ์ทางวิชาการที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วง และเจ้าหน้าที่คณะผู้ให้ความช่วยเหลือด้านการประสานงานและอำนวยความสะดวกในระหว่างดำเนินการวิจัย

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยหวังว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการศึกษาและพัฒนางานด้านที่เกี่ยวข้องในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Whitney E, Rolfes SR.(2019). Understanding Nutrition. 15th ed. Boston: Cengage Learning; 2019.
2. Kumar P, Mahato DK, Kamle M, Mohanta TK, Kang SG.(2016). Aflatoxins: a global concern for food safety, human health and their management. Front Microbiol. 2016;7:2170.
3. Jeske S, Zannini E, Arendt EK.(2018). Past, present and future of plant-based protein foods. Annu Rev Food Sci Technol. 2018;9:133–153.
4. Boye J, Zare F, Pletch A.(2010). Plant-based protein sources and extraction approaches. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2010;9(4):333–356.
5. International Agency for Research on Cancer (IARC).(2012). Aflatoxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 100F. Lyon: IARC; 2012.
6. Ministry of Public Health, Thailand.(2020). Notification of the Ministry of Public Health: Food safety standard for mycotoxins. Bangkok; 2020.
7. Clean Label Project.(2025). Plant-Based Protein Powder Contaminants Report 2024–2025. Broomfield (CO): Clean Label Project; 2025.
8. Stroka J, Van Otterdijk R, Anklam E.(2000). Immunoaffinity column clean-up prior to HPLC determination of aflatoxins. J Chromatogr A. 2000;904(2):251–256.
9. AOAC International.(2016). Official Method 991.31: Aflatoxins in Corn, Raw Peanuts and Peanut Butter. AOAC; 2016.