DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าจีน ที่วางขายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร

อรไพลิน องค์วิมลการ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

A SURVEY RESEARCH OF AFLATOXIN CONTAMINATION IN CHINESE RED CHILI POWDER SOLD IN CHINESE SUPERMARKET IN BANGKOK

ORNPAILIN ONGWIMOLKARN

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science
Department of Anti-Aging and Regenerative Science,
College of Integrative Medicine
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2023

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์	ปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหม่าล่าจีน ที่วางจำหน่ายร้านสะดวกซื้อ เขตกรุงเทพ
เสนอโดย	อรไพลิน องค์วิมลการ
สาขาวิชา	วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
กลุ่มวิชา	วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นพ.ภาวิต หน่อไชย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(พันโทผู้ช่วยศาตราจารย์.ดร.นายแพทย์พิชา สุวรรณหิตาทร)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร. นายแพทย์ ภาวิต หน่อไชย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 19 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2567

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาเชิงสำรวจปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าที่วางขายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร
ชื่อผู้เขียน	อรไพลิน องค์วิมลการ
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร.นพ.ภาวิต หน่อไชย
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการชะลอวัยและฟื้นสุขภาพ)
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

ผงพริกหมาล่าต้นกำเนิดจากมณฑลเสฉวน ประเทศจีน คนจีนเสฉวนท้องถิ่นเรียกว่า ฮวาเจียว หรือพริกไทยเสฉวน มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย ได้แก่ แก้อาการวิงเวียนศีรษะ, ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือด,ช่วยกระตุ้นระบบย่อยอาหาร, ช่วยขับลมในลำไส้ กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ และมีฤทธิ์ช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี เป็นต้น แม้ว่าหม่าล่าจะเต็มไปด้วยประโยชน์มาก แต่ก็อาจมีอันตรายที่อาจปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินได้ ซึ่งสารอะฟลาทอกซินนี้เกิดจากเชื้อราแอสเปอร์จิลัสฟลาวัส และแอสเปอร์จิลัส พาราซิติคัส ซึ่งมักพบการปนเปื้อนมากได้ในผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นสาเหตุก่อให้เกิดความเสี่ยงมะเร็งตับ[1]

การศึกษาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่า เพื่อสร้างความตระหนักให้แก่ผู้บริโภค และมีมาตราการป้องกัน ควบคุมก่อนวางจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งการเลือกผงพริกหมาล่า ผู้ศึกษาได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่านำเข้าจากประเทศจีน จำนวน 8 ตัวอย่าง จากร้านสะดวกซื้อจีนบริเวณตลาดเยาวราช 4 ตัวอย่าง และย่านตลาดห้วยขวาง 4 ตัวอย่าง ทำการตรวจสอบด้วยวิธี In-house method TE-CH-0.25 based on AOAC 991.31 and 994.08 พบว่ามี 3 ตัวอย่างที่ไม่พบการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และ 5 ตัวอย่าง พบปริมาณสารอะฟลาทอกซินแต่ไม่เกินค่า อย.กำหนด แสดงให้เห็นว่าผงพริกหมาล่าจีนทุกตัวมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามผู้ทำการศึกษามีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนที่วางขายตามร้านสะดวกซื้อควรผ่านมาตราฐานการควบคุมของ อย.ก่อนจำหน่ายสู่ผู้บริโภค เพื่อสร้างความมั่นใจและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: ผงพริกหมาล่า, สารอะฟลาทอกซิน, มะเร็งตับ

.....

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title	A SURVEY RESEARCH OF AFLATOXIN CONTAMINATION IN CHINESE RED CHILI POWDER SOLD IN CHINESE SUPERMARKET IN BANGKOK
Author	Ornpailin Ongwimolkarn
Thematic Paper Advisor	Phawit Norchai,M.D.,Ph.D.
Program	Master of Science (Anti-Aging and Regenerative Medicine)
Academic Year	2023

ABSTRACT

Chinese chili powder originates from Sichuan Province, China, where it is locally known as "Huajiao" or Sichuan pepper. It offers numerous health benefits such as alleviating headaches, stimulating blood circulation, aiding digestion, relieving intestinal gas, and promoting gastrointestinal motility. Despite its significant health benefits, Chinese chili powder may potentially be contaminated with aflatoxins. These toxins are produced by fungi such as Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus, commonly found in agricultural produce. Aflatoxin contamination can increase the risk of liver cancer.

The objective of this study was to investigate the levels of aflatoxin contamination in Chinese chili powder sold at a Chinese supermarket in Bangkok. The aim is to raise awareness among purchasers and implement preventive measures before distribution to consumers. The study utilized Nonprobability Sampling and Purposive Sampling, specifically selecting 8 samples of Chinese chili powder imported from China. These samples were obtained from Chinese convenience stores at Yaowarat Market (4 samples) and Huai Khwang Market (4 samples). The study found that 3 out of 8 samples of Chinese Chili powder tested for aflatoxin levels showed no detectable contamination of aflatoxins, while 5 samples showed aflatoxin levels within permissible limits. The results indicate that all Chinese chili powder products sold at convenience stores in Bangkok are safe for consumption.

Keywords: Chinese chili powder, Aflatoxin, Liver cancer

.....

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาเชิงสำรวจปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าที่วางขายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นพ.ภาวิต หน่อไชย คณะกรรมการทุกท่าน ผศ. นพ. พันธ์ศักดิ์ ศุกระฤฎษ์ และ ผศ.ดร.เอกราช บำรุงพืชน์ รวมถึงประธานกรรมการ พ.ท.ผศ.ดร.นพ.พิชา สุวรรณหิตาทร ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำภาคหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นสุขภาพทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ที่ได้เปิดโอกาสให้ผู้ศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาหวังว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้เข้ามาศึกษาทุกท่านไม่มากก็น้อย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อในภายภาคหน้าต่อไป

อรไพลิน องค์วิมลการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 คำถามงานวิจัย..... 2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 3
1.6 สมมติฐานของการวิจัย..... 3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ..... 3
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 พริกหมาล่า (ฮวาเจียว)..... 4
2.2 สารอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)..... 7
2.3 วิธีวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณสารอะฟลาทอกซิน..... 15
2.4 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17
2.5 หลักการเลือกสุ่มตัวอย่าง..... 18
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 22
3.1 รูปแบบงานวิจัย..... 22
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 22
3.3 เกณฑ์การคัดเลือก..... 22
3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย..... 23
3.5 วิธีการทดสอบ..... 23
3.6 สถานที่ทำการวิเคราะห์..... 24

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4. ผลการวิจัย..... 25
4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 25
4.2 ข้อมูลแสดงผลการปนเปื้อนปริมาณอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่า..... 26
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 28
5.1 อภิปรายผลการทดลอง..... 28
5.2 สรุปผลการทดลอง..... 28
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 28
รายการอ้างอิง..... 30
ประวัติผู้เขียน..... 37

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในมาตราฐานต่างๆ..... 14
2.2 แสดงปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในแต่ละประเทศ..... 14
2.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอะฟลาทอกซิน..... 16
3.1 แสดงปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่พบในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่า..... 24
4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 8 ตัวอย่าง.. 25
4.2 การทดสอบปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนทั้ง 8 ตัวอย่าง..... 26

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ประเภทฮวาเจียว..... 4
2.2 อันดับโรคมะเร็งที่คนไทยเสียชีวิตมากที่สุด..... 8
2.3 Structure of Aflatoxin..... 9
2.4 Aspergillosis..... 10
2.5 การสำรวจ Mala Hashtag..... 18
2.6 ข้อมูลการหาร้านหมาล่าตามทำเลต่างๆ..... 19
2.7 Brand Highlight ร้านหมาล่า..... 19
2.8 ยี่ห้อพริกหมาล่าที่ดีรับความนิยมสูงสุดในประเทศไทย..... 20

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันกระแสการบริโภคหมาล่ากลายเป็นที่นิยมและถูกปากแก่ผู้บริโภคชาวไทยเป็นอย่างมาก ประกอบกับคนไทยชอบทานรสเผ็ดเป็นทุนเดิม นอกจากเอกลักษณ์ของรสชาติเผ็ดร้อน ยังมีความชาที่ผสมกับเครื่องเทศได้ลงตัวและกลมกล่อม ทำให้เทรนด์การบริโภคหมาล่ายังคงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากร้านหมาล่าแบรนด์ใหญ่และเล็ก ทั้งชาบู ปิ้งย่าง อีกทั้งหมาล่าสามารถนำไปปรับให้เข้ากับหลายเมนูของไทยได้ดีและมากไปด้วยประโยชน์ ทำให้หลายแบรนด์ ไม่ว่าจะเป็นร้านอาหาร สุกี้ ขนมขบเคี้ยว พิซซ่า ในไทยนำ “หม่าล่า” มาสร้างสรรค์เป็นเมนูให้กับกลุ่มลูกค้า

พริกหมาล่ามีต้นกำเนิดจากมณฑลเสฉวน ประเทศจีน คนจีนเสฉวนท้องถิ่นเรียกว่า ฮวาเจียว (Huajiao) คือ พริกไทยเสฉวน (Sichuan Pepper) มาจากคำว่า “หมา” หมายถึง อาการชาที่ปลายลิ้น ส่วนคำว่า “ล่า” หมายถึง รสชาติเผ็ด เมื่อรวมกันจึงหมายความว่า พริกที่ให้รสชาติแบบเผ็ดๆชาๆ ที่ปลายลิ้น มีรูปร่างหน้าตาคล้ายพริกเม็ดไทยดำแต่มีรสชาติที่ต่างจากเม็ดพริกไทย การทำพริกหม่าล่า ไม่ใช่เพียงแค่ใช้พริกแห้งและเม็ดฮวาเจียวอย่างเดียว แต่ยังมีส่วนผสมเครื่องเทศอื่นๆลงไปด้วย ได้แก่ พริกแห้ง พริกไทยดำกระเทียม ยี่หร่า ขิง ข่า โป๊ยกั๊ก ชะเอมเทศ ลูกผักชี ชวงเจีย ใบกระวาน ผงปาปริก้า ซึ่งส่วนผสมอาจจะแตกต่างกันออกไปเล็กน้อยตามแต่ละสูตร พริกหมาล่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย ได้แก่ แก้อาการวิงเวียนศีรษะ, ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือด,ช่วยกระตุ้นระบบย่อยอาหาร, ช่วยขับลมในลำไส้ กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้และมีฤทธิ์ช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี เป็นต้น

แม้ว่าหม่าล่าจะเต็มไปด้วยประโยชน์มาก แต่ก็อาจมีอันตรายที่อาจปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินได้ในทางเดียวกัน ซึ่งสารอะฟลาทอกซินนี้เกิดจากเชื้อราแอสเปอร์จิลัสฟลาวัส (*Aspergillus Flavus)* และแอสเปอร์จิลัส พาราซิติคัส (*Aspergillus Parasiticus*) ซึ่งมักพบการปนเปื้อนมากได้ในผลผลิตทางการเกษตร อาหารที่มักพบว่ามีสารแอฟลาทอกซิน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทแป้ง อาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วลิสง และยังพบปนเปื้อนอยู่ใน ข้าวโพด มันสำปะหลัง อาหารแห้ง เช่น ผักและผลไม้อบแห้ง ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ธัญพืช เนื้อมะพร้าวแห้ง หัวหอมแห้ง กระเทียมแห้ง พริกแห้ง พริกไทย งา เครื่องเทศเม็ดมะม่วงหิมพานต์ และถั่วอื่นๆ สามารถปนเปื้อนได้ตั้งแต่แปลงเพาะปลูก เก็บเกี่ยว แปรรูป และเก็บรักษาและในสภาวะอากาศร้อนชื้นยิ่งทำให้มีโอกาสเกิดเชื้อราได้มากขึ้นสารพิษอะฟลาทอกซินนี้สามารถทนความร้อนได้สูงสุดถึง 260 องศาเซลเซียส ความร้อนจากการแปรรูปอาหารทั่วไป ไม่สามารถทำลายได้และไม่มีวิธีการใดที่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้หมด ดังนั้นการป้องกันที่ดีที่สุด คือ การป้องกันไม่ให้สารพิษชนิดนี้ปนเปื้อนในวัตถุดิบทางการเกษตร หรือการป้องกันเบื้องต้น คือ การลดความชื้นของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วด้วยการทำแห้ง (dehydration) เพื่อลดปริมาณ water activity ของอาหารให้ต่ำกว่าที่เชื้อราจะเจริญและสร้างสารพิษได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สถาบันวิจัยมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Cancer Research, IACR) ได้จัดให้อะฟลาทอกซิน เป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 (Group 1 carcinogen)(IRAC,1993) ทั้งนี้สารอะฟลาทอกซินมี 4 ชนิด ได้แก่ B1, B2, G1 และ G2 ซึ่งชนิด B1 จะมีความเป็นพิษสูงที่สุด ตามประกาศกระทรวงสาธาณสุข ฉบับที่ 414 พ.ศ.2563 กำหนดให้มีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินได้ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหารพร้อมบริโภค 1 กิโลกรัม (ppb)

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าในต่างประเทศ มีรายงานการศึกษาปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในเม็ดหมาล่า(hua jiao) ในมณฑลเสฉวน ประเทศจีน เช่น บทความเรื่อง Food aflatoxin exposure assessment in Sichuan,China โดยได้ทำการศึกษาตรวจสารอะฟลาทอกซินทั้งหมด 318 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าว แป้งสาลี ธัญพืช เม็ดหมาล่า ผงพริกแดง และเครื่องดื่มโปรตีนจากพืชจาก 13 เมือง ในมณฑลเสฉวน ประเทศจีน ซึ่งพบสารอะฟลาทอกซินพบในตัวอย่างทุกชนิด ยกเว้นแป้งสาลี ซึ่งรายการที่พบสารอะฟลาทอกซินมากที่สุด คือ ผงพริกแดงซึ่งแสดงให้เห็นว่าในต่างประเทศก็ให้ความสำคัญและตระหนักถึงโทษของการปนเปื้อนสารชนิดนี้[2]

ในเดือนมีนาคม 2567 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) สุ่มตรวจสารปนเปื้อนในผงปรุงรสหมาล่า หมาล่าเจียว ซุปหมาล่ากึ่งสำเร็จรูปที่นำเข้าจากประเทศจีน อินเดีย ปากีสถาน และสเปน รวมทั้งหมด 21 ตัวอย่างว่ามีสารซูดานเรดปนเปื้อนหรือไม่ แสดงให้เห็นว่าหน่วยงาน อย.ได้มีความตระหนัก เฝ้าระวังและเข้มงวด ซึ่งสารซูดานเรดมีงานวิจัยพบว่าทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง และนอกจากสารซูดานเรดที่ทำให้เกิดมะเร็งแล้ว ยังมีสารปนเปื้อนอะฟลาทอกซินที่อันตราย และก่อให้เกิดความเสี่ยงมะเร็งได้เช่นกันทั้งนี้ปัญหาการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินเป็นปัญหาที่ควรเฝ้าระวังและป้องกันไม่ให้ผู้บริโภคสุ่มเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษดังกล่าว และท่ามกลางความนิยมของกระแสหมาล่าในปัจจุบัน ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการตรวจสารอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่าที่วางจำหน่ายร้านสะดวกซื้อ เขตกรุงเทพมหานครเพื่อป้องกันและเฝ้าระวังความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภคเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

1.2 คำถามงานวิจัย

พริกหมาล่าจีนที่วางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร มีสารอะฟลาทอกซินเกินมาตราฐานกำหนดหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ตรวจหาปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนที่วางขายในร้านสะดวกซื้อจีนเขตกรุงเทพมหานคร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคถึงปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่าจีนที่จำหน่ายร้านสะดวกซื้อจีนในท้องตลาดทั่วไป

1.4.2 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เฝ้าระวังและมีมาตราการดูแลก่อนออกจำหน่ายให้กับผู้บริโภคเพื่อความปลอดภัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากประเทศจีน ที่วางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร

1.6 สมมติฐานของการวิจัย

ผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากประเทศจีน มีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่าจีนเกินค่ามาตราฐาน

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 อะฟลาทอกซิน หมายถึง สารพิษที่ผลิตจากเชื้อรา Aspergillus flavus และ Aspergillus paraciticus ซึ่งเชื้อราทั้งสองชนิดนี้สร้างสารพิษในภาวะที่มีความชื้นสูง เป็นสาเหตุของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ

1.7.2 หม่าล่า หมายถึง เครื่องเทศจีนชนิดหนึ่ง ที่มีถิ่นกำเนิดในมณฑลเสฉวน เกิดจากการผสมพริกเสฉวน ฮวาเจียวและเครื่องเทศเข้าด้วยกัน มีรสชาติเผ็ดชาที่ปลายลิ้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจตรวจสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าจีนที่วางจำหน่ายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 พริกหมาล่า (ฮวาเจียว)

2.2 สารอะฟลาทอกซิน

2.3 ตรวจหาปริมาณสารอะฟลาทอกซิน ด้วยวิธี In-house method TE-CH-0.25 based on AOAC-991.31 and 994.08 In house method based on AOAC 991.31 (2016) โดยทำการตรวจสารอะฟลาทอกซิน B1 B2 G1 G2 และ Total Aflatoxin

2.4 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พริกหมาล่า (ฮวาเจียว)

2.1.1 ความหมายและที่มา พริกหมาล่า

ภาพที่ 2.1 ประเภทฮวาเจียว[3]

พริกหมาล่ามาจากพืชสกุล *Zanthoxylum* ในวงศ์ Rutaceae (ภาษาจีน: 花椒; พินอิน: huājiāo; ภาษาเนปาล: टिमुर, โรมัน: timur) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Szechuan pepper, Szechwan pepper, Chinese prickly ash, Chinese pepper, Mountain pepper, และ mala pepper เป็นเครื่องเทศที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารในประเทศจีน เนปาลและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย ซึ่งพืชชนิดนี้กระจายอยู่ทั่วเอเชีย[4] อเมริกา และแอฟริกา ได้มีการนำมาใช้เป็นอาหารและในการรักษาโรค มีการแยกสารหลายชนิด เช่น อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ เทอร์เพนนอยด์ และไลแนน เป็นต้น โดยคุณสมบัติต้านมะเร็ง ต้านเชื้อ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

แบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านไวรัส ต้านโรคไวรัสมาลาเรีย รวมถึงอาจนำไปพัฒนาต่อสู่ตัวยาใหม่ในอนาคตอีกด้วย[5]

พริกชนิดนี้เขียนเป็นภาษาจีนกลางว่า **麻辣** (má là) อ่านว่า หมาล่า หรือที่คนจีนเสฉวนท้องถิ่นเรียกว่า ฮวาเจียว (**花椒** / huā jiāo) คำว่า หมา หมายถึง อาการชาที่ปลายลิ้น ส่วนคำว่า ล่า หมายถึง รสชาติเผ็ด เมื่อรวมกันแล้วจึงหมายความว่า พริกที่ให้รสชาติแบบเผ็ด ชาที่ปลายลิ้น ซึ่งสื่อถึงความรู้สึกในปากหลังจากรับประทานเครื่องปรุงดังกล่าวเข้าไป ซึ่งเรียกว่า อาการ “เด้าลิ้น” พริกหมาล่ามีต้นกำเนิดมาจากมณฑลเสฉวน ประเทศจีน รูปร่างหน้าตาคล้ายเม็ดพริกไทยดำ แต่รสชาติแตกต่างกัน ที่นำมาใช้ประกอบอาหาร มีสองสี คือ สีเขียว และสีแดง สีเขียวเหมาะกับการปรุงอาหารประเภทต้ม หรือนึ่ง ขณะที่สีแดงเหมาะกับการปรุงอาหารประเภทปิ้งย่าง สามารถใส่ทั้งเม็ด หรือนำไปบดให้ละเอียดก่อนนำมาปรุงอาหาร ฮวาเจียวมีสารที่ออกฤทธิ์กระตุ้นให้ปุ่มรับรสบนลิ้นเกิดอาการชาลิ้น ความร้อนมีผลทำให้รสเผ็ดและชาเพิ่มมากขึ้น[6]

ก่อนที่คนจีนจะรู้จักกับฮวาเจียว มีเครื่องปรุงรสเครื่องเทศที่ใช้กันมากที่สุดสามชนิดในจีน ได้แก่ พริกไทย ด๊อกวู้ด และขิง ก่อนชาวจีนจะค้นพบฮวาเจียว อาหารในประเทศ 22% ใช้พริกไทย และสัดส่วนของอาหารที่ใส่พริกไทยในสมัยราชวงศ์ถังเพิ่มขึ้นเป็น 37% ทำให้ในสมัยราชวงศ์ถังพริกไทยได้รับความนิยมมากในการใช้ปรุงอาหาร ต่อมาในสมัยราชวงศ์ซ่ง มีความนิยมทานอาหารรสเผ็ด ไม่ใช่จากพริก แต่มาจากขิง มัสตาร์ด และพริกไทย และเมื่อประมาณ 400 ปีผ่านมา ในสมัยราชวงศ์หมิง มีต้นกำเนิดมาจากมณฑลเสฉวน ประเทศจีน สันนิษฐานว่าเริ่มจากพ่อค้าแม่ค้าแถบท่าเรือนครฉงชิ่งใช้ ฮวาเจียวถนอมอาหารและกลบกลิ่นคาวของเนื้อเพื่อให้เนื้อมีรสชาติที่ดีและขายได้ราคาสูง ต่อมาในช่วงสมัยจักรพรรดิเฉียนหลง (ค.ศ. 1749) แห่งราชวงศ์ชิง การใช้ฮวาเจียวประกอบอาหารเริ่มแพร่หลายและเป็นที่นิยมอย่างมากในมณฑลเสฉวน ในสมัยราชวงศ์หมิงจึงจะเริ่มมีพริกจำนวนมากที่แพร่กระจายมาจากทวีปอเมริกามายังจีนแผ่นดินใหญ่ การมาถึงของพริกส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมอาหารจีนอย่างมาก คนจีนเริ่มลิ้มรสความเผ็ดในอาหาร แรกสุดพริกเดินทางข้ามมหาสมุทรจากอเมริกาไปถึงเจ้อเจียง จากนั้นการปลูกพริกได้กระจายจากเจ้อเจียงไปตอนเหนือจนถึงปักกิ่ง เส้นทางอื่นไปทางทิศตะวันตกตามแม่น้ำแยงซีไปยังหูหนาน จากนั้นขยายจากหูหนานไปทุกทิศทาง ไปทางใต้สู่กวางตุ้งและกวางสี และมายังทางตะวันตกสู่มณฑลเสฉวนและยูนนาน[6]

พริกหมาล่า วิธีทำนอกจากเมล็ดฮวาเจียวแล้วจะนำส่วนผสมสมุนไพรอื่นลงไปด้วย เช่น พริกแห้ง พริกไทยดำเสฉวน กระเทียม ยี่หร่า ขิง ผงพะโล้ ใบกระวาน โป๊ยกั๊ก ลูกผักชี เป็นต้น มีการนำหมาล่าไปใช้ในอาหารหลายประเภท จนกลายเป็นเครื่องปรุงยอดนิยมชนิดหนึ่งในอาหารจีน ตั้งแต่อาหารผัด อาหารตุ๋น ซุป ไปจนถึงหม้อไฟหรือหม้อจุ่ม ในมณฑลเสฉวนและมณฑลยูนานมีการใช้หมาล่าชนิดผงเพื่อปรุงอาหารเรียกน้ำย่อยและอาหารริมทาง เช่น เต้าหู้เหม็น เนื้อสัตว์และผักเสียบไม้ย่าง

หมาล่ากับรสนิยมการกินของคนไทย เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการอาหารของเมืองไทย เริ่มต้นมาจากภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ถือว่าเป็นจังหวัดแรก ๆ ที่รับเอาวัฒนธรรมหม่าล่าเข้ามา ส่วนใหญ่จะมาในรูปแบบของปิ้งย่าง เช่น เนื้อสัตว์และผักเสียบไม้ย่างแล้วโรยผงหม่าล่าเพิ่มความเผ็ดร้อน และในปัจจุบันได้กระจายไปยังพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศไทย ประยุกต์ให้มีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น ชาบู สุกี้ หม้อไฟ และอาหาร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จานเดียว เพราะหม่าล่านั้นสามารถทำมาปรุงอาหารได้หลายอย่างไม่ว่าจะเป็น ต้ม ผัด แกง ทอด ปิ้งย่าง หม้อจุ่ม ที่เห็นบ่อยและนิยม ได้แก่ ใช้ซอสทาให้ชุ่มบนเนื้อสัตว์และผักเสียบไม้-ย่าง และอาจจะโรยผงหม่าล่าอีกรอบ เพื่อให้ได้รสชาติที่เข้มข้นขึ้น ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำซุปหม่าล่าในร้านชาบู

2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการของพริกเสฉวน พริกเสฉวนประกอบด้วยสารอาหารและองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง[7]

(1) พลังงาน ฮวาเจียวให้พลังงานต่ำ สามารถใช้เพื่อเป็นเครื่องเทศเพื่อเพิ่มรสชาติอาหารโดยไม่เพิ่มแคลอรี่

(2) ใยอาหาร มีปริมาณใยอาหารสูง ช่วยในระบบย่อยอาหารและการทำงานของลำไส้

(3) วิตามิน มีวิตามิน A และวิตามิน C ซึ่งช่วยในการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันและสุขภาพผิว

(4) แร่ธาตุ ประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิด เช่น ธาตุเหล็ก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมงกานีส

(5) สารต้านอนุมูลอิสระ มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของเซลล์ในร่างกาย ช่วยลดการอักเสบของร่างกาย

2.1.3 คุณประโยชน์ของพริกหมาล่า[4]

(1) ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือด สารประกอบในพริกเสฉวนและพริกแห้งช่วยกระต้นการไหลเวียนของเลือด ทำให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น

(2) ช่วยลดความเจ็บปวด ด้วยคุณสมบัติของพริกชนิดต่างๆ ที่เมื่อเราทานพริกเข้าไปร่างกายจะหลั่งสารแห่งความสุข หรือเอ็นโดรฟินออกมา จึงช่วยบรรเทาความเจ็บปวดได้

(3) ช่วยกระตุ้นระบบย่อยอาหาร สารแคปไซซิน (Capsaicin) ที่พบมากในพริกแทบทุกชนิด รวมไปถึงพริกไทยเสฉวน มีฤทธิ์ช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดี ซึ่งในหมาล่านั้นประกอบด้วยทั้งพริกไทยเสฉวนและพริกแห้ง การทานหมาล่าจึงอาจสามรถช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบย่อยอาหารได้

(4) พริกหมาล่ามีผสมของสมุนไพรหลากหลายชนิดจึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยให้เสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายช่วยลดความดันโลหิต และคอเลสเตอรอลได้

(5) ช่วยบำรุงการทำงานของหัวใจ ช่วยลดโอกาสการเกิดความผิดปกติต่างๆ เช่น ต้านการแข็งตัวของเลือด และอาการหลอดเลือดตีบ

(6) น้ำมันหอมระเหยของพริกไทยเสฉวนนั้นอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและสารเคมีอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติช่วยให้ร่างกายสามารถต้านเชื้อราและไวรัสได้ดี

(7) ช่วยบำรุงสายตา ทำให้จอประสาทตาแข็งแรง ลดความเสี่ยงจอประสาทตาเสื่อม และการสูญเสียการมองเห็น

(8) ช่วยลดอาการอักเสบในลำไส้ ป้องกันการเป็นตะคริว ท้องอืด และท้องผูก

2.1.4 ข้อควรระวังในการรับประทานพริกหมาล่า

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(1) ผู้ที่เป็นโรคแผลในกระเพาะอาหาร ไม่ควรทานหมาล่าตอนท้องว่าง หรือไม่ควรทานหมาล่าที่มีความเผ็ดระดับสูง เพราะรสเผ็ด อาจไปกระตุ้นให้กระเพาะอาหารผลิตกรดขึ้นมาเยอะ ซึ่งไม่ส่งผลดีต่อแผลในกระเพาะอาหาร หรือเกิดอาการปวดท้องเนื่องจากแผลในกระเพาะอาหาร

(2) ผู้ที่มีอาการกรดไหลย้อน กรดที่ไหลย้อนหลังจากการทานหมาล่า หรืออาหารรส-เผ็ดจัด อาจจะทำให้เยื่อบุหลอดอาหารระคายเคือง และเกิดอาการแสบร้อนกลางอกที่มากขึ้นได้

(3) ผู้มีปัญหาลำไส้แปรปรวน เนื่องจากหม่าล่าเป็นอาหารที่มีรสชาติจัดจ้น เผ็ดจัด เค็มจัด การทานอาหารที่รสจัดมากเกินไป อาจทำให้ร่างกายเกิดอาหารท้องอืด ปวดท้อง รวมไปถึงอาจจะเกิดอาการท้องเสียได้

(4) ซุปหมาล่า เป็นซุปที่มี ไขมันค่อนข้างมาก ดังนั้นควรทานในปริมาณที่พอดี และเว้นช่วงการทาน เพื่อให้ไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย

2.2 อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)

เชื้อราที่ประกอบไปด้วยพันธุ์กว่าหลายร้อยชนิด ซึ่งหลายชนิดสามารถทำลายสุขภาพของพืช สัตว์และมนุษย์โดยตรง เกิดจากการผลิตสารพิษชื่อว่า ไมโคทอกซิน (mycotoxins) ซึ่งไปประกอบด้วยภูมิต้านทานที่เฉพาะต่อเอสเปอร์จิลลัสที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้โพลิเปปไทด์ โพลีซาคะไรด์ และสารย่อยพิษที่พบในผนังเซลล์หรือการขับถ่าย และสามารถนำมาใช้ในการตรวจหาปริมาณการปนเปื้อนไมโคทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์ได้[8]

2.2.1 ความเป็นมาและอันตรายของอะฟลาทอกซิน ปัจจุบันอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งตับ (Hepatocellular Carcinoma-HCC) เป็นปัญหาสาธารณสุขที่รุนแรงระดับโลก เป็นภัยเงียบที่คุกคามชีวิตประชากรเป็นจำนวนมาก มีข้อมูลการศึกษาแสดงการเพิ่มของมะเร็งตับทั่วโลก โดยมีผู้ป่วยรายใหม่ประมาณ 500,000 รายต่อปีและเสียชีวิตมากกว่า 600,000 รายต่อปี แนวโน้มของผู้ป่วยเสียชีวิตเพิ่มขึ้นทุกปี โดย 80% พบในทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกา ผลว่ามีอัตราการเสียชีวิตจากมะเร็งตับสูงสุดทั้งในชายและหญิง[9] จากการศึกษาในประเทศจีนและแอฟริกา พบว่าผู้ที่ตรวจพบอะฟลาท็อกซินในปัสสาวะมีอัตราเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง 3.8 เท่า และถ้ามีเชื้อไวรัสตับอักเสบบีด้วย ความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นเป็น 12.5 เท่า โดยเชื่อว่าไวรัสตับอักเสบบีเป็นตัวนำของการเกิดมะเร็งตับ และอะฟลาท็อกซินเป็นตัวเสริมในขั้นตอนสุดท้าย ที่สำคัญองค์การอนามัยโลก ยังจัดให้สารอะฟลาท็อกซินเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงมากที่สุดชนิดหนึ่ง เพราะปริมาณของอะฟลาท็อกซินเพียง 1 ไมโครกรัม สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในแบคทีเรียได้ นอกจากจะก่อมะเร็งที่ตับ สารอะฟลาท็อกซินยังก่อมะเร็งที่อวัยวะอื่นๆ ด้วย เช่น ไต ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกัน พิษของสารอะฟลาทอก-ซินแบบเฉียบพลันนั้น มักเกิดในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ อาการในเด็กคล้ายกับอาการของเด็กที่เป็น Reye's- syndrome คือ มีอาการชักและหมดสติ[10]

2.2.2 ในประเทศไทย มะเร็งที่ทำให้คนไทยตายเป็นอันดับหนึ่งคือมะเร็งตับ จากสถิติประจำปี 2021 พบว่าคนไทยป่วยด้วยโรคมะเร็งตับปีละกว่า 27,000 คน และตายเพราะโรคมะเร็งชนิดนี้ ปีละ 26,000 คน หรือ 96.3 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยหลักของการเสี่ยงเกิดมะเร็งตับ มี 2 ประเด็นคือ มีประวัติติดเชื้อไวรัสตับอักเสบ

ปี หรือซี และการมีภาวะตับแข็ง ซึ่งอาจเกิดจากแอลกอฮอล์ รวมถึงสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ อาทิ ภาวะไขมันเกาะตับ เป็นต้น อีกปัจจัย คือ การบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารอะ-ฟลาทอกซิน (aflatoxin) ซึ่งเป็นสารพิษที่เชื้อราผลิตออกมาซึ่งพบทั่วไปในอาหารแห้ง เช่น ธัญญาพืช ถั่ว เครื่องเทศ พริกแห้ง ที่มีการปนเปื้อนเชื้อรา

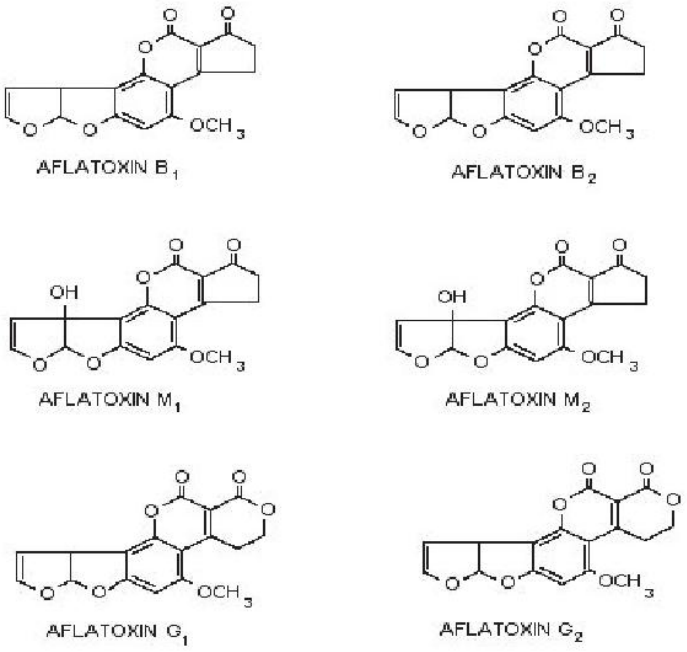
ภาพที่ 2.2 อันดับโรคมะเร็งที่คนไทยเสียชีวิตมากที่สุด[11]

2.2.3 ในยุคปัจจุบันท่ามกลางวิวัฒนาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เพิ่มขึ้น กลับมีการปนเปื้อนสารพิษในอาหารมากขึ้นตามไปด้วย อะฟลาท็อกซิน คือ สารพิษที่ผลิตจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ แอสเปอร์จิลลัส ฟลาวัส *(Aspergillus A. Flavus)* และแอสเปอร์จิลลัส พาราติคัส *(Aspergillus- Paraciticus A.- Paraciticus)* มีสีเขียวหรือสีเขียวแกมเหลือง มีลักษณะเรืองแสง มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อะฟลาทอกซิน ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1960 ในประเทศอังกฤษ โดยพบว่าไก่งวง ลูกเป็ด และสัตว์เล็ก ที่เลี้ยงด้วยเมล็ดถั่วลิสงและเมล็ดฝ้ายเกิดล้มตายเป็นจำนวนมาก เมื่อผ่าซาก พบความผิดปกติที่ตับ ไต และท่อน้ำดีโดยมีอาการตกเลือดและบวมพอง เรียกโรคนี้ว่าไก่งวง (Turkey X-disease)[12]

ปี ค.ศ.1962 มีการประชุมกลุ่มทำงานจาก 5 แห่งในประเทศอังกฤษ เรียกว่า “กลุ่มทำงานวิจัยการเกิดพิษในถั่วลิสง”ร่วมกันพิจารณาตั้งชื่อสารพิษจากเชื้อราเหล่านี้ว่า “อะ-ฟลา-ทอกซิน (Aflatoxin) โดยคำว่า อะ- (A) มาจาก แอสเปอร์จิลลัส (*Aspergillus)* และคำว่า ฟลา (Fla) มาจาก ฟลาวัส *(Flavus)*” สารนี้จัดเป็นสารพิษหรือทอกซิน (Toxin) จึงเรียกรวมกันว่า “อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)”[13] มีรายงานจาก

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

งานวิจัยเรื่อง Aflatoxin Toxicity ในปี 2021 ว่าประชากรประมาณ 4.5 พันล้านคนในประเทศกำลังพัฒนาได้รับอะฟลาทอกซินปริมาณมาก และยังไม่สามารถควบคุมสถานการณ์นี้ได้ โดยเฉพาะในเด็กได้รับผลกระทบมากเป็นพิเศษ มีรายงานหลายฉบับพบความเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องระหว่างการแคระแกร็น พัฒนาการล่าช้าในเด็กที่ได้รับสารอะฟลาทอกซิน ผู้วิจัยรายงานว่า 4.6% - 28.2% ของผู้ป่วยมะเร็งตับ (Hepatocellular Carcinoma - HCC) ทั่วโลก เป็นผลมาจากการได้รับอะฟลาทอกซิน และ 25% ของผู้ป่วยเสียชีวิตเนื่องจากได้รับสารพิษแบบเฉียบพลัน[12]



ภาพที่ 2.3 Structure of Aflatoxin[14]

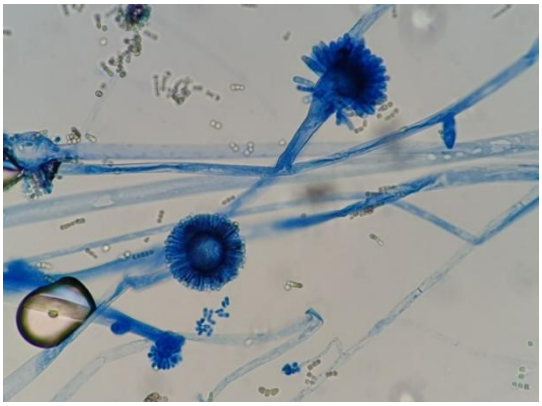
2.2.4 การจำแนกสารพิษอะฟลาทอกซิน

สารพิษอะฟลาทอกซินแบ่งได้ 2 แบบ คือ

(1) จำแนกตามสายพันธ์ของเชื้อรา

สารพิษอะฟลาทอกซินเกิดจากเชื้อราสายพันธ์ *Aspergillus* ซึ่งมีรูปร่างคล้ายดอกไม้ ที่ปลายก้านชูโคนิเดียพองออกเปลี่ยนเป็นรูปกระเปาะ สปอร์ไม่มีสิ่งห่อหุ้มเกาะกลุ่มกันจำนวนมากอยู่บนปลายก้านชูโคนิเดีย ซึ่งสปอร์ส่วนนอกสุดสามารถแพร่กระจายได้ง่าย เชื้อราสายพันธุ์นี้เจริญเติบโตได้ดีในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยส่วนใหญ่สารพิษอะฟลาทอกซินสร้างจากเชื้อรา *A. Flavus* และ *A.- parasiticus*[13]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.4 Aspergillosis[15]

(2) จำแนกตามลักษณะโครงสร้างทางเคมีของตัวกลาง

สารตัวกลางทำหน้าที่เป็นสารที่นำไปสู่การสังเคราะห์สารพิษทางชีวภาพ สารพิษอะฟลาทอกซินที่ได้จากการสังเคราะห์ทางชีวภาพของกลุ่ม ketide ซึ่งจัดเป็นสารตัวกลางโดยมีเกลือ acetate และเกลือ malonate เป็นสารตั้งต้น เมื่อสารดังกล่าวถูกกระตุ้นด้วย coenzyme A ได้เป็น acetyl-CoA และ malonyl CoA หลังจากนั้นสารทั้งสองจะรวมตัวกันได้เป็นสารโมเลกุลใหม่ของ diketide หรือ acetoacetyl CoA พร้อมกับปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปฏิกิริยารวมตัวทุกครั้ง หมู่ acetyl จะถูกเติมลงในสารตัวกลางอีกหลายชนิด ซึ่งสารตัวกลางเหล่านี้จะถูก decarboxylate และถูก oxidize ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆเกิดเป็นวงแหวนที่กลายเป็นสารพิษอะฟลาทอกซินได้[16]

สารพิษอะฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลทางชีวภาพ หรือการ metabolism ชนิดทุติยภูมิของเชื้อรา ทำให้เชื้อราสร้างสารพิษได้ 4 ชนิด คือ อะฟลาทอกซินบี 1 และอะฟลาทอกซินบี 2 ซึ่งให้การเรืองแสงสีน้ำเงิน สารพิษอะฟลาทอกซินจี 1 และสารพิษอะฟลาทอกซินจี 2 ซึ่งให้การเรืองแสงสีเขียว เมื่อคนและสัตว์ได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางชีวภาพของสารพิษอะฟลาทอกซิน หรือการ metabolism ชนิดทุติยภูมิของสารพิษในร่างกาย สารพิษอะฟลาทอกซินจะถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลไปจากเดิม เรียกว่า aflatoxin metabolite ซึ่งอาจมีคุณสมบัติการเรืองแสงที่เหมือนหรือแตกต่างไปจากเดิม เช่น สารพิษ อะฟลาทอกซินเอ็ม 1 เรืองแสงให้สีน้ำเงิน สารพิษอะฟลาทอกซินพี 1 และสารพิษอะฟลาทอกซินคิว1 เรืองแสงให้สีเหลือง เป็นต้น ความเข้มข้นของแสงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของสารพิษอะฟลาทอกซิน ดังนั้นจึงใช้คุณสมบัติการเรืองแสงเป็นวิธีทดสอบและตรวจวัดหาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินได้[16]

2.2.5 คุณสมบัติของอะฟลาทอกซิน อะฟลาทอกซินมีสมบัติละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม เบนซิน อะซีโตน เอทานอล และเมทานอล ไม่ละลายในเฮกเซน อีเทอร์ และปิโตรเลียมอีเทอร์ มีความทนทานต่อความร้อนสูงถึง 250 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สารพิษสลายตัว ดังนั้นอะฟลาทอกซินจึงไม่ถูกทำลายหรือเสื่อมสลายจากขบวนการหุงต้มทั่วไป เช่น ต้ม อบ หรือนึ่ง มีสารเคมี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บางชนิดสามารถลดความเป็นพิษหรือทำลายพิษของอะฟลาทอกซินได้บ้าง เช่น แอมโมเนีย ด่างแก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของอะฟลาทอกซินเปลี่ยนแปลงไปในสภาวะด่าง แต่สามารถกลับสู่โครงสร้างเดิมได้ในสภาวะกรดหรือกลาง ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สภาวะทางฟิสิกส์หรือทางเคมีทำลายอะฟลาทอกซินให้หมดได้ แต่อะฟลาทอกซินจะเสื่อมสลายได้ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต แสงแดด และรังสีแกมมา[12]

2.2.6 การเกิดสารพาอะฟลาทอกซิน สภาวะเหมาะสมที่ทำให้เกิดอะฟลาทอกซินได้ดี คือ ภายใต้ความชื้นร้อยละ 18-30 อุณหภูมิ 43-63 องศาเซลเซียส และวัตถุดิบทางการเกษตรหรือเมล็ดพืชที่เสื่อมสภาพแตกหัก หรือมีแผลเสียหายจากการทำลายของแมลง นก หรือหนู ซึ่งจัดเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ของเชื้อราแอสเปอร์จิลลัส ฟลาวัส และแอสเปอร์จิลลัส พาราซิติคัส ภูมิอากาศแบบร้อนชื้นทำให้เชื้อราเจริญเติบโต และสามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ดี โดยสารพิษจะอยู่ภายในเมล็ดพืชหรือวัตถดิบเหล่านั้น และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศดังกล่าวจึงทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดพิษอะฟลาทอกซินกับผลผลิตทางการเกษตร[13]

2.2.7 โทษของอะฟลาทอกซิน การศึกษาถึงโทษหรือพิษจากอะฟลาทอกซินส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในสัตว์ทดลอง โดยให้สัตว์ได้รับอาหารที่ผสมอะฟลาทอกซินที่ระดับต่างๆกัน ตามระยะที่กำหนด จากนั้นจึงตรวจสภาพพยาธิวิทยาที่เกิดขึ้นกับสัตว์ ซึ่งการศึกษาในลักษณะนี้ไม่สามารถทำได้ในคน ข้อมูลทางพิษวิทยาที่เกิดขึ้นกับคนส่วนใหญ่ได้จากกรณีศึกษา หรือประมวลผลจากการศึกษาในสัตว์แล้วนำมาเปรียบเทียบความเป็นไปได้ที่จะเกิดในคน จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอะฟลาทอกซินหลังจากรับเข้าสู่ร่างกาย พบว่า อะฟลาทอกซิน 80-90% จะถูกขับออกจากร่างกายทางมูล อุจจาระ และปัสสาวะ ที่เหลือ 10-20% จะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบโลหิตบริเวณลำไส้เล็ก และไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อตับและไต ซึ่งหากไม่มีการรับเข้าสู่ร่างกายเพิ่มเติม อะฟลาทอกซินเกือบทั้งหมดจะถูกขับออกจากร่างกายภายใน 24 ชั่วโมง กรณีของอะฟลาทอกซิน B1 ซึ่งเป็นชนิดที่มีความเป็นพิษสูงกว่าชนิดอื่น หลังจากถูกเคลื่อนย้ายมาสะสมอยู่ที่ตับ จะถูกเปลี่ยนโครงสร้างให้กลายเป็น B1 8, 9-epoxide ซึ่งมีความสามารถสูงในการเข้าจับตัวกับโปรตีน, ดีเอนเอ และอาร์เอนเอ รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆของเซลล์ตับ กลายเป็น แอดดัคส์ (adduct) ขององค์ประกอบนั้นๆ การเข้าเกาะติดกับองค์ปรกอบของเซลลีตับและไต เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดพยาธิวิทยา ซึ่งรวมถึงการก่อมะเร็งในเซลล์ตับ อย่างไรก็ตาม ในร่างกายของคนและสัตว์ที่สมบูรณ์แข็งแรงเซลล์จะมีระบบเอนไซม์ที่สามารถลดความเสียหายของดีเอนเอที่เกิดจากการจับตัวกับ B1 8, 9-exoxide ได้[17]

2.2.8 ความเป็นพิษต่อมนุษย์ ในปี พ.ศ. 2517 ได้เกิดการระบาดของโรคตับอักเสบที่เกิดจากพิษของอะฟลาทอกซินขึ้นใน 150 หมู่บ้านที่อยู่ในรัฐทางตอนเหนือของประเทสอินเดีย มีผลทำให้ชาวบ้านล้มป่วยจำนวน 397 คน เสียชีวิตและ 108 คน ชาวบ้านที่ล้มป่วยแสดงอาการไข้ขึ้นสูง ตัวเหลือง (ดีซ่าน) และท้องมาน ผลการชันสูตรศพผู้ที่เสียชีวิตรวมทั้งสุนัขที่ตาย พบว่า เนื้อเยื่อตับถูกทำลายเส้นเลือดในตับอุดตันและท่อน้ำดีบวม ผลการวิเคราะห์ข้าวโพดที่ชาวบ้านใช้เป็นอาหารหลักในช่วงเวลาที่เกิดโรค พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน ระหว่าง 2,500-15,600 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (พีพีบี) แสดงได้ว่าชาวบ้านที่ล้มป่วยได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บริโภคอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในปริมาณสูงถึง 2-6 มิลลิกรัมต่อวัน ติดต่อกันหลายวัน[18] การติดตามดูอาการผู้ป่วยที่รอดชีวิตตลอดระยะเวลา 10 ปี พบว่าผู้ป่วยทั้งหมดสามารถฟื้นสภาพได้เป็นปกติในปี 2524 ได้เกิดเหตุการณ์ในลักษณะเดียวกันนี้ที่อำเภอมาชาโคล (Machakos district) ประเทศเคนยา ทำให้มีผู้ป่วย 20 รายและ 12 รายเสียชีวิตจากการบริโภคข้าวโพดที่มีอะฟลาทอกซิน B1 ปนเปื้อนในระดับ 3,200-12,000 พีพีบี ทั้ง 2 กรณีที่กล่าวถึงนี้เป็นพิษในลักษณะเฉียบพลันของอะฟลาทอกซินที่มีต่อมนุษย์ ซึ่งพบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับอาการที่พบในสัตว์ สำหรับพิษชนิดเรื้อรังที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ แม้ว่าจะไม่สามารถศึกษาโดยตรงได้ในลักษณะที่ศึกษากับสัตว์ แต่ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดมะเร็งในตับกับการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในมนุษย์พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ที่เป็นพาหะไวรัสตับอักเสบ (Hepatitic-viruses)[17]

2.2.9 อะฟลาทอกซินสามารถเจริญได้ดีในผลผลิตทางการเกษตรเกือบทุกชนิดที่เป็นทั้งอาหารคนอาหารสัตว์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลิตผลทางการเกษตรชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ถั่วลิสง สมุนไพร เครื่องเทศ ที่ได้รับการจัดเก็บไม่เหมาะสม เกิดขึ้นได้เสมอในสภาวะที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม รวมถึงสภาวะอากาศของประเทศไทยและหลายประเทศในเอเชียด้วย การสังเคราะห์เชื้อราอะฟลาทอกซินจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 12-48 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วง 28 – 37 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% ตามลำดับ ซึ่งเชื้อราเหล่านี้เกิดขึ้นได้ตั้งแต่กระบวนการผลิต การเก็บเกี่ยว กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการเก็บรักษา[9]

2.2.10 การกำจัดอะฟลาทอกซิน

(1) การขับสารพิษออกทางปัสสาวะ ไตเป็นอวัยวะสำคัญและมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดหรือขับถ่ายออกจากร่างกาย สารพิษจะถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้และถูกขับถ่ายออกมากับปัสสาวะ บริเวณไต โดยกรองที่บริเวณโกลเมอรูลัส ขับผ่านมาตามท่อไตส่วนต่างๆและขับออกทางปัสสาวะโดยตรง นอกจากนี้จะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่กระแสโลหิตโดยท่อไตส่วนต่างๆ ซึ่งการดูดซึมกลับเข้าไปได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายตัวในไขมันของสารพิษในร่างกายมาก จึงทำให้เกิดอาการเป็นพิษได้มากกว่าในผู้ใหญ่หรือสัตว์ที่โตเต็มวัยแล้ว[16]

(2) การขับสารพิษออกทางน้ำดี ตับเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่กำจัดสารพิษที่ถูกดูดซึมเข้ามาทางระบบทางเดินอาหารก่อนที่สารพิษจะเข้าสู่กระแสโลหิตและไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกาย ตับทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสรพิษให้เป็น metabolite ของสารพิษและขับออกทางน้ำดี เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นที่ตับอันเนื่องมาจากโรคหรือสารพิษที่ไปทำลายตับ ทำให้การขับออกของสารพิษทางน้ำดีลดน้อยลง ผลที่ตามมาทำให้มีปริมาณสารพิษในกระแสโลหิตเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดอาการเป็นพิษของสารพิษตามมา นอกสารนี้ยังพบว่าสารพิษสามารถไปเพิ่มหน้าที่การทำงานของตับทำให้มีการหลั่งน้ำดีออกมามากกว่าปกติ ทำให้มีการหลั่งสารชนิดอื่นออกมาทางน้ำดีเพิ่มมากขึ้นด้วย[16] ทั้งนี้ในเด็กหรือลูกสัตว์ มีการขับสารพิษออกมาทางน้ำดีได้น้อย เพราะระบบการขับน้ำดีเจริญได้ไม่เต็มที่ ทำให้มีปริมาณสารพิษในกระแสโลหิตสูง จึงทำให้เกิดอาการเป็นพิษได้มากกว่าในผู้ใหญ่หรือสัตว์ที่โตเต็มวัยแล้ว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) การขับสารออกทางลมหายใจ สารพิษแพร่กระจายจากกระแสโลหิตเข้าไปในถุงลมและขับออกจากปอด โดยการหายใจออก ปริมาณการขับออกขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายตัวของสารพิษในเลือด

(4) การขับสารพิษออกจากระบบทางเดินอาหาร สารพิษอะฟลาทอกซินสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ และมีการขับออกทางกระเพาะอาหาร ลำไส้ หรือถูกขับออกมาทางน้ำย่อยอาหารของตับอ่อน รวมทั้งถูกขับออกทางน้ำดีโดยส่งไปยังลำไส้เล็กและขับออกทางอุจจาระ สารพิษที่ละลายได้ดีในไขมันถูกขับออกมากับน้ำย่อยของระบบทางเดินอาหารในปริมาณมาก สารพิษที่ได้รับเข้าไปทางปากส่วนใหญ่จะทำให้เกิดพิษได้เมื่อสารพิษนั้นถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ดังนั้นจึงสามารถป้องกันการเกิดพิษได้โดยการให้ยาที่ทำให้เกิดอาเจียนเอาสารพิษออกมาก่อนจะมีการดูดซึมเกิดขึ้นซึ่งเป็นวิธีการลดพิษอีกทางหนึ่ง[16]

(5) การขับสารพิษออกทางน้ำนม ในน้ำนมมีสภาวะค่อนข้างเป็นกรด สารพิษที่ขับออกมาในน้ำนมจึงมีสภาวะเป็นด่าง น้ำนมมีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่ สารพิษที่ละลายในไขมันจึงมีการขับออกมาทางน้ำนมมาก ดังนั้นน้ำนมที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินเอ็ม 1 ปนเปื้อนอยู่และขับออกมาจากโคนมสามารถก่อเกิดพิษในผู้บริโภคน้ำนมได้ทั้งคนและสัตว์ เช่น ลูกโคนม เป็นต้น[16]

ปัญหาการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินเป็นปัญหาระดับโลกที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมในทุกประเทศ ผลกระทบทางตรง คือทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย ผลผลิตตกต่ำ ส่วนผลกระทบทางอ้อมคือ ได้รับการนำการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินเป็นข้อกีดันทางการค้าระหว่างประเทศในการนำเข้าและส่งออกผลผลิตการเกษตร ทำให้มูลค่าทางการผลิตลดลง

2.2.11 การป้องกันและทำลายสารพิษ เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและคาดการณ์ได้ยาก เพราะเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบอยู่ในสภาพแวดล้อมร้อนชื้น ซึ่งเจริญได้ดีบนผลผลิตเกษตรเกือบทุกชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่างๆจากผลผลิตทางการเกษตรด้วย เชื้อราเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทุกกระบวนการ ตั้งแต่กระบวนการผลิต กระบวนการเก็บเกี่ยว กระบวนการเก็บรักษา และกระบวนการขนส่ง โดยการป้องกันสารอะฟลาทอกซินทำได้โดย[19]

(1) เลือกซื้ออาหารหรือวัตถุดิบแห้งที่อยู่ในสภาพใหม่ บรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตราฐานไม่มีเชื้อราสะอาด

(2) ไม่มีกลิ่นอับ ส่งกลิ่นเหม็น หรือชื้น

(3) ไม่เก็บอาหารแห้งเหล่านั้นไว้เป็นเวลานาน เพราะจะทำให้เกิดการสะสมของเชื้อราได้

(4) นำอาหารแห้งเหล่านั้นไปตากแดดจัดๆ เพราะความร้อนจากแดดจะทำให้ความชื้นลดลง

2.2.12 ปริมาณอะฟลาทอกซินที่เป็นอันตราย ประเทศไทยกำหนดให้มีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินได้ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม หรือ 20 พีพีบีตามประกาศกระทรวง-สาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 คณะกรรมาธิการอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius- Commission) กำหนดให้มีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการต่อไปได้ไม่เกิน 15 พีพีบี (ppb, part per billion)[20]

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในมาตราฐานต่างๆ[20]

ตารางแสดงปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในมาตรฐานต่างๆ

สารพิษ	ประเภทของอาหาร	ค่ามาตรฐานปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด (Maximum level; ML) (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)			
		CODEX	US FDA	EU (EC 2006)	Thai FDA
อะฟลาทอกซินทั้งหมด	ข้าว, ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง, ข้าวสาลี, ถั่วลิสง, พืชตระกูลถั่ว, เมล็ดฝ้ายและเครื่องเทศ	20	20	4-15	20
อะฟลาทอกซินเอ็ม$_1$	นมและผลิตภัณฑ์นม	0.5	0.5	0.05 (นม) 0.025 (นมและอาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก)	อยู่ระหว่างร่างมาตรฐาน

หมายเหตุ CODEX : คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO (Codex Alimentarius Commission – CAC: Codex)
EU : คณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission: EC)
US FDA : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของ ประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration: US FDA)
Thai FDA : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของ ประเทศไทย (Thai Food and Drug Administration: Thai FDA)

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในแต่ละประเทศ[17]

Table1 Maximum permissible aflatoxin levels in peanut or foods in some countries in 1990

Country	Commodity	Aflatoxin limit* (μg-kg^{-1})	
		B1	Total ($B_1 + B_2 + G_1 + G_2$)
Australia**	Peanut and peanut products	NS	15
Belgium	All foods	5	NS
Brazil**	Peanut meal (food)	50	NS
Canada	All nuts and nut products	NS	15
Columbia**	Peanut	NS	10
Cuba**	Peanut	NS	0
Czechoslovakia	Peanut	NS	5
Denmark	Peanut and peanut products	NS	10
Dominican**	Peanut	NS	0
Finland	All nuts and nut products	NS	5
France	All foods	NS	10

ตารางที่ 2.2 ต่อ

Table1 Maximum permissible aflatoxin levels in peanut or foods in some countries in 1990 (cont.)

Country	Commodity	Aflatoxin limit* (μg-kg^{-1})		
		B1		Total ($B_1 + B_2 + G_1 + G_2$)
Germany	Peanut and peanut products	5	or	10
Jordan**	Peanut and peanut products	15	or	30
Hong Kong	Peanut	NS		20
India**	Peanut meal (food)	NS		60
Italy**	Peanut and peanut products	NS		50
Japan	Peanut and peanut products	10		NS
Malaysia**	All foods	NS		0
Portugal	Peanut	NS		0
Republic of China**	Peanut	50		NS
Switzerland	All nuts and nut products	1		5
Thailand**	All foods	NS		20
United Kingdom	All nuts and nut products	5		NS
United States**	Ready-to eat and raw shelled peanut	NS		20, 25
Zimbabwe**		25		NS

modified from Mehan et al (1991)

* NS = not specified, ** Peanut – producing countries

2.3 วิธีวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณสารอะฟลาทอกซิน มีกรรมวิธีวิเคราะห์หลายวิธี[21] ได้แก่

2.3.1 Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Elisa) เป็นวิธีที่ใช้คัดกรองตัวอย่างที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินเบื้องต้น (Screening Method) เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างไม่ซับซ้อน ให้ ผลการทดสอบที่รวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายที่ไม่แพง จึงสามารถตรวจสอบตัวอย่างเป็นจำนวนมาก ให้ผลการทดสอบเป็นเชิงปริมาณแต่ไม่สามารถระบุชนิดของอะฟลาทอกซินได้ โดยจะรายงานผลเป็นค่าของปริมาณอะฟลาทอกซินทั้งหมด (Total Aflatoxins)

2.3.2 TLC-Densitometry เป็นการแยกสารด้วยวิธี Thin Layer Chromatography (TLC) โดยอ่านความเข้มข้นของจุดของสารที่แยกได้บนแผ่น TLC ด้วยเครื่อง Densitometer เปรียบเทียบกับสารมาตราฐาน วิธีนี้มีความแม่นยำสูง สามารถตรวจวัดอะฟลาทอกซินได้ทั้ง 4 ชนิด

2.3.3 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารออกจากกันโดยอาศัยหลักการทางโครมาโตกราฟี (Chromatography) ปัจจุบันนิยมใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในการแยกและตรวจวัดปริมาณอะฟลาทอกซิน เนื่องจากสามารถตรวจวัดสารในปริมาณต่ำได้ (<1 ng) โดยจะต้องทำการเปลี่ยนสารอะฟลาทอกซินให้เป็นอนุพันธ์อื่นก่อน

(Derivertization) แล้วจึงตรวจวัดการเรืองแสงด้วย Fluorescence Detector เป็นวิธีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าวิธีการตรวจสอบขั้นต้น

ตารางที่ 2.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอะฟลาทอกซิน[22]

ข้อกำหนด	วิธีวิเคราะห์[1/]	หลักการ
ปริมาณอะฟลาทอกซินทั้งหมด	เอโอเอซี (AOAC) 991.31	อิมมูโนแอฟฟินิตีคอลัมน์ (Immunoaffinity column; Aflatest)
	เอโอเอซี (AOAC) 993.17	โครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin layer chromatography)
	เอโอเอซี (AOAC) 975.36	โรเมอร์มินิคอลัมน์ (Romer minicolumn)
	อีเอ็น (EN) 12955 ไอเอสโอ (ISO) 16050	โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ที่มีโพสต์คอลัมน์ดีไรเวไทเซชัน และอิมมูโน-แอฟฟินิตีคอลัมน์สำหรับทำความสะอาด (HPLC with post column derivatization and immunoaffinity column clean up)
	เอโอเอซี (AOAC) 979.18	ฮอลาเดย์-เวลาสโค มินิคอลัมน์ (Holaday-Velasco minicolumn)

ในการศึกษาฉบับนี้ได้ใช้การวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาทอกซินด้วยวิธี In house method based on AOAC 991.31(2016) โดยทำการตรวจสารอะฟลาทอกซิน B1 B2 G1 G2 และ Total- Aflatoxin ซึ่งเป็นวิธีที่มีการตรวจสอบที่มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าวิธีการตรวจสอบอื่น โดยส่งตัวอย่างไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเปิดการดำเนินการตั้งแต่ปี 2546 ได้มุ่งเน้นให้การทดสอบคุณภาพและความปลอดภัยทางด้านอาหารด้วยความถูกต้องแม่นยำ ภายใต้มีมาตราฐานสากล ISO/IEC 17025 ภายใต้การรับรองของ มกอช. รวมทั้งการขอเป็นหน่วยรับรองระบบมาตราฐาน ISO/IEC 17021-1 สาขา GMP/HACCP.

2.3.4 การส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน

(1) กรณีเป็นของแข็ง เช่น วัตถุดิบการเกษตร อาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นของแข็ง ควรผ่านการสุ่ม (Sampling) มาอย่างดีเพื่อให้ได้ตัวแทนของตัวอย่างทั้งกอง เนื่องจากการปนเปื้อนของสารพิษเชื้อราในธรรมชาติมีลักษณะปนเปื้อนเฉพาะจุด (Hot spot) และกระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ และควรมีปริมาณมากพออย่างน้อย 500 กรัม เพื่อให้ห้องปฏิบัติการสามารถบดและสุ่มตัวอย่าง (Sub-sampling) ตามวิธีของห้องปฏิบัติการได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) กรณีตัวอย่างเป็นของเหลว เช่น น้ำนม น้ำมันพืช ควรกวนผสมให้เข้ากันแล้วเก็บตัวอย่างปริมาตร 500 มิลลิลิตร หรือส่งตัวอย่างทั้งบรรจุภัณฑ์

(3) หากไม่สามารถส่งตัวอย่างตามปริมาณที่ระบุได้ ขอให้ตกลงกับเจ้าหน้าที่ก่อนนำส่งตัวอย่าง

(4) ตัวอย่างควรบรรจุในภาชนะปิดสนิทพร้อมติดฉลาก นำส่งห้องปฏิบัติการพร้อมแนบขอรับบริการโดยระบุชนิดตัวอย่าง รายการวิเคราะห์และวิธีทดสอบที่ต้องการ

(5) หากต้องการทราบทั้งชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซินในตัวอย่างต้องวิเคราะห์ด้วยวิธี TLC-Densitometry หรือ HPLC เท่านั้น สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธี ELISA จะเป็นการวิเคราะห์ปริมาณสารอะฟลาทอกซินทั้งหมด (Total aflatoxin) โดยไม่สามารถระบุชนิดได้

2.4 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทความเรื่อง Food aflatoxin exposure assessment in Sichuan Province, China โดย Bi- Zhao, Yi Xu, Yang Song, Yu Zhang& Li Ling กล่าวถึง การทำการศึกษาตรวจสารอะฟลาทอกซินในเมล็ดหมาล่า (hua jiao) ในปี 2022 มณฑลเสฉวน ประเทศจีน โดยตรวจทั้งหมด 318 ตัวอย่าง รวมถึง ธัญพืช พริกแดง ผงพริกแดง และเครื่องดื่มโปรตีนจากพืช จาก 13 เมือง พบว่าเจสารอะฟลาทอกซินในตัวอย่างที่ตรวจทุกชนิดยกเว้นแป้งสาลี ซึ่งรายการที่พบเจออะฟลาทอกซินมากที่สุด คือ ผงพริกแดง คำนวณเป็น 75% จากผลิตภัณฑ์ที่ตรวจทั้งหมด โดยมีค่าตั้งแต่ ND (ไม่พบ) จนถึงพบค่า 54 ไมครอนต่อกิโลกรัม โดยที่ AFB_1 พบค่า ND (ไม่พบ) จนถึงพบค่า 52.6 ไมครอนต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินกว่าค่าจำกัดค่าสูงสุดที่จีนและ EU กำหนดไว้ ทั้งนี้ในการศึกษานี้ ประเภทบรรจุภัณฑ์และขนาดตัวอย่าง ถูกเลือกให้เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน และไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างบรรจุภัณฑ์และขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกัน[2]

บทความ Disease burden contributed by dietary exposure to aflatoxins in a mountains city in Southwest China โดย Mei Qin et al., 2023[24] กล่าวว่า สารอะฟลาทอกซิน (AF) เป็นสารก่อโรคมะเร็งกลุ่ม 1 ที่มีต่อมนุษย์ มักพบเกิดธรรมชาติในชนิดอาหารต่างๆ มีผลทำให้ผู้บริโภคเกิดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งตับ ดังนั้นเทศบาลเมืองฉ่งชิ่ง ที่อยู่ภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน มีสภาพอากาศชื้นซึ่งเป็นแหล่งที่เหมาะสมต่อการปนเปื้อนและก่อเกิดสารอะฟลาทอกซินได้ในพืชต่างๆที่มีการเพาะปลูก พบว่าจากการประเมินการสัมผัสทางอาหารกับสารอะฟลาทอกซินของประชากรในเมืองฉ่งชิ่ง เจอในอาหารสามหมวดหมู่อาหารที่พบค่าอะฟลาทอกซินที่สูงและเกินกำหนดของมาตราฐานจีนและ EU ได้แก่ ธัญพืชและผลิตภัณฑ์ข้าวสาลี, ถั่วลิงสงและเมล็ดถั่วต่างๆ และเครื่องเทศต่างๆ ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณประชากรที่เป็นโรคมะเร็งตับอย่างมีนัยยะสัมพันธ์[24]

บทความ อะฟลาทอกซินกับหมาล่า, 2562[23] โดย ไทยรัฐและสถาบันอาหารโครงการอาหารปลอดภัย กล่าวถึง อาหารปิ้งย่างเป็นเมนูยอดนิยมของคนไทย ยิ่งในช่วง 2-3 ปีนี้ หมาล่านิยมนำมาใช้ทาบนเนื้อสัตว์และผักก่อนปิ้งย่าง เพื่อให้เกิดรสชาติชาที่ปลายลิ้น เพื่อป้องกันไม่ให้สุ่มเสี่ยงต่ออการได้รับพิษจากสารดังกล่าว สถาบันอาหาร จึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างหมาล่าจำนวน 5 ตัวอย่าง จาก 5 ยี่ห้อ ที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพ เพื่อ

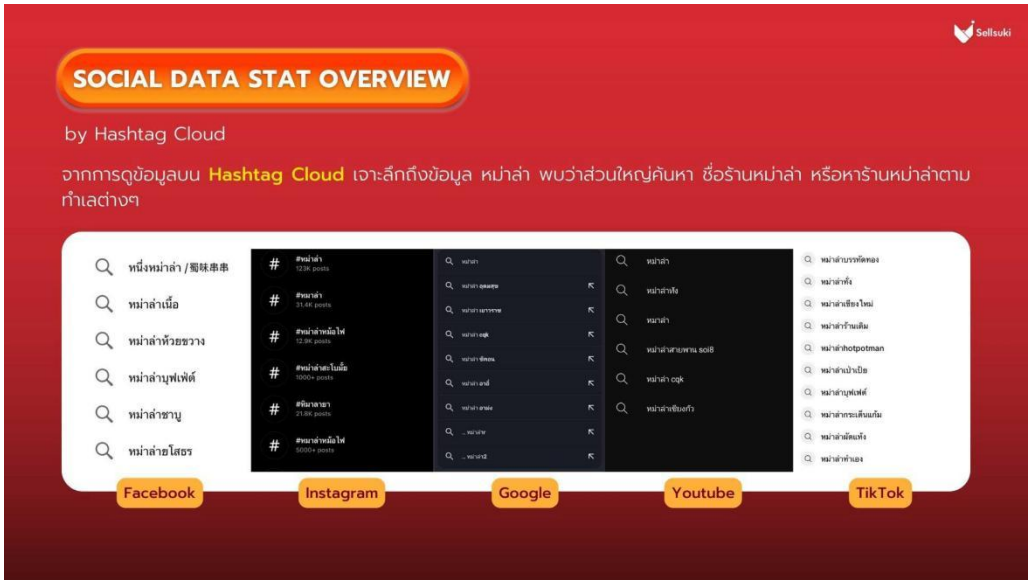
นำมาวิเคราะห์หาอะฟลาทอกซิน B1, B2, G1 และ G2 โดยผลที่ออกมา หมาล่าทุกตัวอย่างไม่พบสารอะฟลาทอกซินปนเปื้อน[23]

บทความ อย.เฝ้าระวัง-สุ่มตรวจสอบพริก ผงพริกหมาล่าผสม สีซูดานเรด ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน หลังมีงานวิจัยพบสารก่อมะเร็ง, 2024[25] โดยกรุงเทพธุรกิจ กล่าวว่า ในวันที่ 28 มีนาคม 2567 ภก.เลิศชาย เลิศวุฒิ รองเลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กล่าวถึงการแชร์ข้อมูล ไต้หวันแบนการนำเข้า พริกและหมาล่า ที่นำเข้าจากจีน หลังพบ สีซูดานเรด (Sudan red) ซึ่งไม่ปลอดภัยในการนำมาประกอบอาหาร หลังจากนั้นองค์การอาหารและยาไต้หวันและหน่วยงานระดับพื้นที่ จึงสอบสวนสาเหตุการปนเปื้อน จึงพบว่า มาจากพริกที่นำเข้าจากประเทศจีน จึงทำให้มีการตรวจสอบการนำเข้าจากประเทศจีนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น อย.ไทยได้เฝ้าระวังและเก็บตัวอย่าง ได้แก่ พริกป่นละเอียด ผงพริกป่น ผงปรุงรสหมาล่า หมาล่าเจียว และซุปหมาล่าสำเร็จรูป ตั้งแต่ พ.ศ. 2565 จนถึงปัจจุบัน โดยได้เก็บตัวอย่าง ณ ด่านอาหารและยา ซึ่งนำเข้าจากประเทศจีน อินเดีย ปากีสถาน และสเปน รวม 21 ตัวอย่าง ได้ผลคือ ตรวจไม่พบสีซูดานเรด และปี 2567 ได้เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากประเทศจีนที่เดียว 3 ตัวอย่าง ก็ตรวจไม่พบสีซูดานเรดเช่นเดียวกัน[25]

2.5 หลักการเลือกสุ่มตัวอย่าง

ความนิยมของหม่าล่าในไทยนั้นพุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันร้านหม่าล่ามีให้เห็นทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นหม่าล่าสายพานแบบชาบู ร้านหมาล่าเสียบไม้ ร้านหม่าล่าทั่ง มีทั้งร้านใหญ่แบรนด์ดัง ไปจนถึงร้านเล็กๆ ปี 2567 คาดการณ์ว่ามูลค่าตลาดหม่าล่าในไทยจะแตะ 12,000 ล้านบาท ซึ่งมากกว่าปีก่อนหน้าถึง 20% จึงแสดงให้เห็นว่า หม่าล่ายังคงเป็นอาหารยอดนิยมในประเทศไทย และสามารถนำไปปรับให้เข้ากับหลายๆ เมนูของไทยได้[26]

ภาพที่ 2.5 การสำรวจ Mala Hashtag[26]



ภาพที่ 2.6 ข้อมูลการหาร้านหมาล่าตามทำเลต่างๆ[26]

ภาพที่ 2.7 Brand Highlight ร้านหมาล่า[26]

จากการสำรวจสถิติจาก Line Man พบข้อมูลสถิติปี 2023 ด้านอาหาร เผยเมนูยอดฮิตของผู้ใช้ Line Man กว่า 10 ล้านคน จากร้านอาหาร 77 จังหวัดทั่วไทย นิยมสั่งเมนูหมาล่า[27] โดย หมาล่าเสียบไม้และสุกี้ชาบูหมาล่ามียอดสั่งผ่าน Line Man มากกว่า 1,000,000 ออเดอร์ ทำให้ยอดเดลิเวอรี่หมวดเมนูหมาล่าโตสูงขึ้น 45% จากปี 2022 ย่านที่มีร้านสุกี้ชาบูหมาล่ามากที่สุดในกรุงเทพ คือ ย่านห้วยขวาง[27]

จากข้อมูลกรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ พบว่า จำนวนร้านหมาล่าในประเทศไทยปี 2566 เพิ่มขึ้นเป็น 16,000 ร้าน จาก 15,000 ร้านในปี 2565 เติบโต 7.3% โดยร้านส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล คิดเป็นสัดส่วน 60% คาดว่าในปี 2567 จำนวนร้านหมาล่าอาจเพิ่มขึ้นเป็น 17,000 ร้านใน ปี67

คาดยอดขายแตะ12,000ล้านบาท กระทรวงพาณิชย์ เผยยอดขายธุรกิจร้านหมาล่าในประเทศไทย ปี 2566 อยู่ที่ราวๆ 10,000 ล้านบาท เติบโต 15% เมื่อเทียบกับปี 2565 แบ่งออกเป็นยอดขายร้านหมาล่าหม้อไฟกว่า 9,000 ล้านบาท และมีร้านเปิดใหม่เพิ่มขึ้นกว่า 1,000 ร้าน และยอดขายจากผลิตภัณฑ์หมาล่าหม้อไฟสำเร็จรูปกว่า 1,000 ล้านบาทโดยในปี 2567 คาดว่า ธุรกิจร้านหมาล่าจะมียอดขายสูงถึง 12,000 ล้านบาท ด้วยเหตุผลมาจาการที่คนไทยชื่นชอบอาหารรสจัด วัฒนธรรมการกินคนไทยได้รับอิทธิพลจากอาหารจีนและร้านอาหารหมาล่าหม้อไฟปรับรูปแบบทานสะดวกรวดเร็ว โดยร้านหมาล่าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคชาวไทย ได้แก่ Hai Di Lao Hotpot, ร้านหมาล่าหม้อไฟจากจีน, ร้านสุกี้จินดา, SHU DAXIA, หม่าล่าอาอี๋, Fufu Shabu และ Mongkok Sukiyaki[28]

	สินค้า	รูปภาพ	ราคาต่ำสุด	คะแนน
1	พริกหม่าล่า ซุปสุกี้ หม่าล่า Soup Ba...		LAZADA SHOPEE	เครื่องปรุงซุปหม่าล่าสุดเข้มข้น ชาลิ้น ซองเดียวทำได้หลายเมนู
2	พริกหม่าล่า แม่น้อย		LAZADA SHOPEE	พริกหม่าล่าปรุงรสจากเชียงราย เผ็ดซ่าชาปลายลิ้น ถูกปากคนไทย
3	พริกหม่าล่า ซอสหม่าล่าฮาลาล		LAZADA SHOPEE	รับรองฮาลาล อร่อยเด็ด เครื่องเทศนำเข้าจากจีน ปรุงเสร็จสรรพ
4	พริกหม่าล่า พริกขี้หนูหม่าล่าเจียว		SHOPEE	หอมพริกหม่าล่าเจียว เผ็ดจัดจ้านแบบไม่ปรุงแต่ง ถูกใจสายดีโต
5	พริกหม่าล่า ซอสผงปรุงรส รสหม่าล่า		LAZADA SHOPEE	รสชาติเผ็ดซ่า หอมฉุยด้วยชวงเจียเขียว ซองเดียวไม่ต้องปรุงเพิ่ม
6	พริกหม่าล่า ซอสหม่าล่า สูตรเข้มข้...		LAZADA SHOPEE	รสชาติจัดจ้านเข้มข้น เผ็ดจนลิ้นชา ทำอาหารได้หลากหลายเมนู
7	พริกหม่าล่า ซอสหม่าล่าสำเร็จรูป		LAZADA SHOPEE	ซอสแทรกซึมเข้ากับวัตถุดิบได้ดี มาพร้อมกลิ่นหอมของเครื่องเทศ
8	พริกหม่าล่า ผงปรุงรส พริกหม่าล่า		LAZADA SHOPEE	ใช้วัตถุดิบคุณภาพดี รสเผ็ดชาลิ้น ไม่ใส่สีผสมอาหารและผงชูรส
9	พริกหม่าล่าเชียงใหม่ ปิ้งย่าง...		SHOPEE	เลือกระดับความเผ็ดได้ รสชาติเข้มข้น มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์
10	พริกหม่าล่า ซอสหม่าล่า		LAZADA SHOPEE	ถุงใหญ่ คุ้มค่า ผสมผสานสมุนไพรจีนกับสมุนไพรไทยอย่างลงตัว

ภาพที่ 2.8 ภาพยี่ห้อพริกหม่าล่าที่ดีรับความนิยมสูงสุดในประเทศไทย[29]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากการศึกษายี่ห้อพริกหมาล่าที่ได้รับความนิยมสูงสุดทางออนไลน์ในประเทศไทยปี 2024 จากเว็บไซต์ไทยมายเบด ซึ่งมีทั้งหมด 10 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการสำรวจยี่ห้อพริกหมาล่าที่วางขายในร้านสะดวกซื้อจีนในเขตกรุงเทพมหานคร จะมีเพียง 8 ยี่ห้อจากเว็บไซต์ไทยมายเบดที่มีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีน จึงเป็นที่มาของการเลือกตัวอย่าง 8 ตัวอย่าง ที่นำมาเป็นตัวอย่างในปริมาณสารอะฟลา-ทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าจีนที่วางขายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 รูปแบบงานวิจัย

งานศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง ปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าจีนที่วางขายร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจวัดปริมาณสารอะฟลาทอกซิน (total, B1, B2, G1,G2) ที่ปนเปื้อนในผงพริกหมาล่าจีนสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาเป็นข้อมูลตั้งแต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาควบคุมดูแลและเฝ้าระวังก่อนนำจำหน่าย และเป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อ เพื่อความปลอดภัยและป้องกันไม่ให้ชีวิตสุ่มเสี่ยงต่อการได้รับสารอะฟลาทอกซินจากผลิตภัณฑ์อาหารดังกล่าว

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีน ที่มีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีนบริเวณตลาดเยาวราช และร้านสะดวกซื้อจีนย่านห้วยขวาง เขตกรุงเทพมหานคร โดยคัดเลือกตัวอย่างทั้งหมด 8 ตัวอย่าง โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เกณฑ์การคัดเลือก

สุ่มเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากจีน จำนวน 8 ตัวอย่าง ที่วางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ผู้ทำการศึกษาได้เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ตลาดเยาวราช และร้านสะดวกซื้อย่านห้วยขวาง ซึ่งเป็นแหล่งที่มีประชากรชาวจีนอาศัยอยู่หนาแน่นมาก มีร้านสะดวกซื้อที่มีขายผลิตภัณฑ์นำเข้าจากจีนเยอะที่สุดในกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในย่านห้วยขวางมีร้านอาหารจีน ร้านชาบูหมาล่าเยอะมากที่สุดในกรุงเทพมหานคร[30-46] โดยเลือกร้านสะดวกซื้อในย่านเยาวราชทั้งหมด 3 ร้าน ได้ ผลิตภัณฑ์พริกผงหมาล่ามาร้านแรก 2 ตัวอย่างที่ไม่เหมือนกัน ร้านที่ 2 ได้มา 1 ตัวอย่าง เนื่องจากมีตัวอย่างที่ซ้ำกันเหมือนร้านที่ 1 และร้านที่ 3 ได้มา 1 ตัวอย่าง เนื่องจาก มีตัวอย่างที่ซ้ำและเหมือนร้านที่ 1 และร้านที่ 2, เลือกร้านสะดวกซื้อย่านห้วยขวาง 2 ร้าน โดยร้านที่ 1 ได้มา 2 ตัวอย่างที่ไม่ซ้ำจากร้านที่เยาวราช และร้านที่ 2 ได้มา 2 ตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับย่านเยาวราช และร้านย่านห้วยขวางร้านที่ เพื่อนำผลการตรวจทดสอบทั้งหมดมาเปรียบเทียบ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.4.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 สุ่มเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากประเทศจีน จำนวน 8 ตัวอย่าง 100 กรัม ตามเกณฑ์คัดเลือก

3.4.3 จัดซื้อและรวบรวมตัวอย่าง

3.4.4 บันทึกข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากจีนลงในตาราง

3.4.5 ส่งตัวอย่างทั้งหมดพร้อมกันเพื่อตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย)จำกัด

3.4.6 รวบรวมผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการกลาง โดยบันทึกข้อมูลลงตาราง

3.4.7 นำผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.8 สรุปและนำเสนอผลการทดสอบ

3.5 วิธีการทดสอบ

ทดสอบด้วยวิธี In-house method TE-CH-0.25 based on AOAC 991.31 and 994.08 โดยทำการตรวจสารอะ-ฟลาทอกซิน B1 B2 G1 G2 และ Total Aflatoxin โดยส่งตัวอย่างไปทดสอบที่ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) เมื่อได้รับใบรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ ผลการตรวจปริมาณ อะฟลาทอกซิน (Taotal, B1, B2,G1 &G2) เพื่อนำเสนอข้อมูลผลการศึกษาต่อไป โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ Dummy Table เพื่อแสดงให้เห็นปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าที่นำเข้าจากจีนแต่ละตัวอย่าง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณสารอะฟลาทอกซินที่พบในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่า

ตัวอย่างที่สุ่มตรวจ	สารอะฟลาทอกซิน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)				
	อะฟลาทอกซินรวม	บี1	บี2	จี1	จี2
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 1					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 2					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 3					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 4					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 5					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 6					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 7					
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 8					

3.6 สถานที่ทำการวิเคราะห์

ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด 2179 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โดยได้รับมาตราฐานการรับรองดังต่อไปนี้

3.6.1 มาตราฐานสากลทางห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025

3.6.2 มาตราฐานการสอบเทียบเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025

3.6.3 มาตราฐานการเป็นหน่วยงานฝึกอบรมทางห้องปฏิบัติการ ISO 29993

3.6.4 มาตราฐานผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17043

3.6.5 มาตราฐานการเป็นหน่วยตรวจรับรอง (CB) ISO/IEC 17065

3.6.6 มาตราฐาน ISO/IEC17021 จากสำนักงานมาตราฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้นำตัวอย่างผงพริกหมาล่าจีนจำนวน 8 ตัวอย่างที่มีจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อจีน เขตกรุงเทพมหานคร ทดสอบหาปริมาณอะฟลาทอกซิน โดยส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไปตรวจที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยวิธี In-house method based on AOAC 991.31(2016) .ใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้ศึกษาได้กำหนดรหัสแทนชื่อประเภทของตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละแบบ ดังนี้ 1, 2 3, 4, 5, 6, 7และ 8 ดังที่แสดงใน ตารางที่ 4.1 โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวระบุไว้ด้วย

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 8 ตัวอย่าง

รหัส	แหล่งจำหน่าย	รับรองมาตรฐานโดย อย.	วันที่ผลิต	วันหมดอายุ	ปริมาตร (กรัม)
1	ย่านเยาวราช	ไม่มี	10/04/24	9/04/24	100
2	ย่านเยาวราช	ไม่มี	2/03/24	1/03/24	100
3	ย่านเยาวราช	ไม่มี	06/02/24	05/02/24	100
4	ย่านเยาวราช	ไม่มี	07/04/24	06/04/24	200
5	ย่านห้วยขวาง	ไม่มี	24/02/24	23/04/24	100
6	ย่านห้วยขวาง	ไม่มี	11/01/24	10/01/24	100
7	ย่านห้วยขวาง	ไม่มี	19/03/24	18/03/24	200
8	ย่านห้วยขวาง	มี	21/02/24	20/02/24	200

หมายเหตุ วันที่วิเคราะห์ตัวอย่าง วันที่ 28 มิถุนายน 2567

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.2 ข้อมูลแสดงผลการปนเปื้อนปริมาณอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่า

จากการเลือกสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีน 8 ตัวอย่าง ดังตารางแสดงปริมาณสารอะฟ-ลาทอกซินที่ ด้วยวิธี In-house method TE-CH-0.25 based on AOAC 991.31 and 994.08 ใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ตารางที่ 4.2 การทดสอบปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนทั้ง 8 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่สุ่มตรวจ	สารอะฟลาทอกซิน (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)					ค่ามาตราฐาน อย. ไม่เกิน 20 ppb	
	อะฟลาทอกซินรวม	บี1	บี2	จี1	จี2	เกิน	ไม่เกิน
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		ไม่พบ
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		ไม่พบ
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		ไม่พบ
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 4	<0.70	<0.70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		/
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 5	<0.70	<0.70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		/
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 6	<0.70	<0.70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		/
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 7	1.83	1.83	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		/
ผงพริกหมาล่า ตัวอย่าง 8	<0.70	<0.70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		/

หมายเหตุ ข้อมูลจากบริษัท ห้องปฏิบัติการกลางจำกัด รับรองมาตราฐาน ISO/IEC 17025

จากการทดสอบปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนทั้ง 8 ตัวอย่าง เขตกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็นมาจากตลาดเยาวราช 4 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างที่ 1,2,3 และ 4 ตลาดย่านห้วยขวาง 4 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างที่ 5,6,7 และ 8 พบว่า ตัวอย่างที่ 1,ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 ไม่พบการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน ส่วนตัวอย่างที่ 4,5,6 และ8 พบว่ามีการพบปริมาณสารอะฟลาทอกซิน < 0.7

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ppb แต่ไม่เกินค่ากำหนดมาตราฐาน อย. และ ตัวอย่างที่ 7 พบว่ามีการปนเปื้อนปริมาณสารอะฟลาทอกซิน เท่ากับ 1.83 ppb แต่ก็ไม่เกินค่ากำหนดมาตราฐาน อย.เช่นกัน และมีค่า LOD เท่ากับ 0.25

LOD (Limit of Detection) หมายถึง ระดับต่ำสุดที่สามารถตรวจได้คือ 0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม(0.25 ppb) คือ กลุ่มผงพริกหมาล่าตัวอย่างมีสารอะฟลาทอกซินตั้งแต่ 0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมขึ้นไป ผลการตรวจจะเป็นบวก แต่ถ้าไม่มีเลยหรือมีต่ำกว่า 0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบก็จะออกมาเป็นลบ หรือ Not Detected

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนทั้ง 8 ตัวอย่างที่นำเข้าจากจีน พบว่าผลิตภัณฑ์ผงพริกหม่าล่าจีนมี 3 ตัวอย่าง คือ รหัสที่ 1-3 ที่ซื้อที่ร้านสะดวกซื้อจีนย่านตลาดเยาวราชที่ไม่พบเจอการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และมี 1 ตัวอย่าง คือ รหัสที่ 4 ที่ซื้อจากร้านสะดวกซื้อจีนย่านตลาดเยาวราช พบเจอการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน < 0.7 ppb แต่ไม่เกินค่ามาตราฐานที่ อย. กำหนด ทั้งนี้มี 3 ตัวอย่าง ได้แก่ รหัสที่ 4-6 ที่ซื้อจากย่านตลาดห้วยขวาง พบเจอการปนเปื้อนสารอะฟ-ลาทอกซิน < 0.7 ppb แต่ไม่เกินค่ามาตราฐานที่ อย. กำหนด และ รหัสที่ 7 ซื้อจากย่านตลาดห้วยขวาง พบเจอการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน < 1.83 ppb แต่ไม่เกินค่ามาตราฐานที่ อย. กำหนด

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณสารอะฟลาทอกซินในผงพริกหมาล่าจีน 8 ตัวอย่าง ด้วยวิธี In-house method TE-CH-0.25 based on AOAC 991.31 and 994.08 พบว่ามี 3 ตัวอย่างที่ไม่พบการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และ 5 ตัวอย่าง พบปริมาณสารอะฟลาทอกซินแต่ไม่เกินค่า อย.กำหนด แสดงให้เห็นว่าผงพริกหมาล่าจีนทุกตัวมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามผู้ทำการศึกษามีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ผงพริกหมาล่าจีนที่วางขายตามร้านสะดวกซื้อควรผ่านมาตราฐานการควบคุมของ อย.ก่อนจำหน่ายสู่ผู้บริโภค เพื่อสร้างความมั่นใจและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

(1) ควรมีการตรวจสอบสุ่มตรวจผงพริกหมาล่าจีนที่นำเข้าภายในประเทศเพื่อควบคุมปริมาณสารอะฟลาทอกซินไม่เกินเกณฑ์มาตราฐาน ตามกฎหมายกำหนดอย่างเข้มงวด

(2) ประชาสัมพันธ์และให้ความรู้นอกเหนือจากประโยชน์แล้ว ควรให้ความรู้ความสุ่มเสี่ยงแก่ผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ที่บริโภคและโทษจากการได้รับสารอะฟลาทอกซิน

(3) ผงพริกหมาล่านำเข้าที่วางจำหน่ายในไทย ควรผ่านการตรวจสอบตามมาตราการของ อย. ก่อนวางจำหน่ายสู่ผู้บริโภคในไทย

5.3.2 ผู้ประกอบการ

ควรใส่ใจและคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลักมากกว่าคำนึงถึงต้นทุนกำไรด้วยการวัตถุดิบที่มีคุณภาพวางจำหน่ายออกสู่ผู้บริโภค

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.3.3 ผู้บริโภค

(1) ก่อนซื้อสินค้าต่างๆควรคำนึงถึงความปลอดภัยและหาซื้อผลิตภัณฑ์ที่มี อย.เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค

(2) แม้ว่าผงพริกหมาล่าจีนที่ส่งตรวจสารอะฟลาทอกซิน จะพบผลเป็น Non detected แม้จะเจอก็มีสารอะฟลาทอกซินปริมาณน้อยมากไม่เกินค่ามาตราฐานที่กำหนดก็ตาม ทั้งนี้ก็ควรเพิ่มการระวังในเด็กและสตรีมีครรภ์ และการบริโภคบ่อยๆอาจมีความเสี่ยงในการได้รับปริมาณสารอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกาย

5.3.4 อื่นๆ

(1) ในผงพริกหมาล่านอกจากสารอะฟลาทอกซินที่เป็นพิษแล้วยังมีสารก่อพิษอื่นๆที่มีอันตรายต่อร่างกาย ทั้งนี้หน่วยงานควรมีการตรวจสอบสารก่อให้เพกิดพิษอื่นๆที่สามารถเกิดได้ในผลิตภัณฑ์ผงพริกหมล่าเช่นกัน

(2) ควรทำการสำรวจสารปนเปื้อนอะฟลาทอกซินจากสถานที่แหล่งอื่นหรือในต่างจังหวัด เช่น ภาคเหนือที่มีการใช้ผงพริกหมาล่าเป็นหลักในการปรุงอาหาร เพื่อเป็นประโยชน์ในการซึกษาต่อไป

(3) เนื่องจากผู้ทำการศึกษาเลือกผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาจากจีนที่วางขายในร้านสะดวกซื้อและเป็นที่นิยม Top 10 ในไทย ทำให้ตัวอย่างที่เลือกมาอาจไม่พบเจอการปนเปื้อนที่เกินค่ามาตราฐาน แต่ในอีกหลายตัวเลือกเช่น ผงพริกหมาล่าที่ผลิตจากภาคเหนือของประเทศไทยก็สามารถนำไปศึกษาต่อเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาปริมาณปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินได้เช่นกัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง

1. วิกิพีเดีย. หมาล่า [อินเทอร์เน็ต]. วิกิพีเดีย; [เข้าถึงเมื่อ26 พฤศจิกายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/mwsWN
2. Zhao B, Xu Y, Song Y, Zhang Y, Lin L. Food aflatoxin exposure assessment in Sichuan Province, China. Mycotoxin Res [Internet]. 2023 Aug [cited 2024 Jan 16];39(3):261-269. Available from: https://doi.org/10.1007/s12550-023-00488-0.
3. Medicine Traditions. Zanthoxylum, Sichuan Pepper, Hua Jiao [Image on internet]. Medicine Traditions; [cited 2024 Jan 16]. Availeble from: https://www.medicinetraditions.com/zanthoxylum-sichuan-pepper-hua-jiao.html
4. Xia Y, Kuda T, Yamamoto M, Yano T, Nakamura A, Takahashi H. The effect of Sichuan pepper on gut microbiota in mice fed a high-sucrose and low-dietary fibre diet. Appl Microbiol Biotechnol [Internet]. 2023 Apr [cited 2024 Jan 16].;107(7-8):2627-2638. Available from: https://doi.org/10.1007/s00253-023-12457-9
5. Okagu IU, Ndefo JC, Aham EC, Udenigwe CC. Zanthoxylum Species: A Review of Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology in Relation to Cancer, Infectious Diseases and Sickle Cell Anemia. Front Pharmacol [Internet]. 2021 Sep 15 [cited 2024 Jan 16];12:713090. Available from: https://doi.org/10.3389/fphar.2021.713090.
6. สุภินดา รัตนตั้งตระกูล. โหนกระแส “หมาล่า” ฟีเวอร์ ส่องเส้นทางหมาล่าจากไหน?ทำไมถึงครองใจคนไทย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 1 พฤษภาคม 2567] เข้าถึงได้จาก: https://tu.ac.th/thammasat-081165-arts-chinese-expert-talk-mala-fever
7. Zhang M, Wang J, Zhu L, Li T, Jiang W, Zhou J, et al. Zanthoxylum bungeanum Maxim. (Rutaceae): A Systematic Review of Its Traditional Uses, Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Pharmacokinetics, and Toxicology. Int J Mol Sci [Internet]. 2017 Oct 18 [cited 2024 May 1];18(10):2172. Available from: https://doi.org/10.3390/ijms18102172
8. Schubert M, Spiegel H, Schillberg S, Nölke G. Aspergillus-specific antibodies - Targets and applications. Biotechnol Adv [Internet]. 2018 Jul-Aug [cited 2024 May 1];36(4):1167-1184. Available from: https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.03.016.
9. ฐิตินันท์ เมฆพัฒน์ตานนท์. การศึกษาเชิงสำรวจปริมาณอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในน้ำมันถั่วลิสง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2567] เข้าถึงได้จาก: https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Jitinun.Mak.pdf

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

10. สำโรงการแพทย์. อะฟลาท็อกซิน [อินเทอร์เน็ต]. สมุทรปราการ: สำโรงการแพทย์; 2556 [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2567] เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/t4VOr
11. อานนท์ โชติรสนิรมิต. มะเร็งตับพุ่ง! ผู้ป่วยเพิ่ม 2 หมื่นรายต่อปี แพทย์ชี้ อายุ 40 ปีขึ้นไป ตรวจสุขภาพประจำปี ควรตรวจมะเร็งด้วย [ภาพบนอินเทอร์เน็ต]. เชียงใหม่: เชียงใหม่นิวส์; 2563. [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.chiangmainews.co.th/topstories/1407920/
12. Dhakal A, Hashmi MF, Sbar E. Aflatoxin Toxicity. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 May 5]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557781/
13. อภิษฐา ช่างสุพรรณ. อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) ในการผลิตผลทางการเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม; 2548 [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.dss.go.th/images/st-article/bsp_1_2548_aflatoxin.pdf
14. Dharumadurai D.Fig 2: Structure of Aflatoxin [Image on internet]. Berlin: ResearchGate; 2011. [cited 2024 May 5]. Availeble from: https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-aflatoxin_fig2_221917628
15. พบแพทย์. โรคติดเชื้อราแอสเปอร์จิลโลซิส(Aspergillosis) [ภาพบนอินเทอร์เน็ต]. พบแพทย์; [เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2567]. https://shorturl.asia/W5em0
16. กัลยา บุญเพ็ญ. การสำรวจการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในพริกป่นและถั่วลิสงป่นจากเครื่องปรุงก๋วยเตี๋ยว คลองรังสิต จังหวัดปทุมธานี [อินเทอร์เน็ต]. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยรังสิต [เข้าถึงเมื่อ 6 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://rsuir-library.rsu.ac.th/bitstream/123456789/1621/1/kanlaya.pdf
17. โสภณ วงศ์แก้ว และสนั่น จอกลอย. อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง: ข้อเสนอวิธีแก้ปัญหา. แก่นเกษตร. 2554;39(3); 2554:1-11
18. Krishnamachari KA, Bhat RV, Nagarajan V, Tilak TB. Hepatitis due to aflatoxicosis. An outbreak in Western India. The Lancet [Internet]. 1975 May 10 [cited 2024 May 6]:1(7915):1061-3. Available from: https://doi.org/10.1016/s0140-6736(75)91829-2.
19. ประวัฒน์ จันทฤทธิ์. ระวัง อะฟลาทอกซิน สารพิษก่อมะเร็งร้ายแรงในอาหารแห้ง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: คณะแพทย์ศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/LPVGF

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

20. อภิษฐา ช่างสุพรรณ, เอกภพ นิ่มเล็ก และผกาวลี เวชชัยยา. การควบคุมคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์เพื่อลดการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินเอ็ม. สรรสาระ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ [อินเทอร์เน็ต]. 2562;21-23. [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_J/2562_68_211_P21-23.pdf
21. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. การวิเคราะห์ การปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซิน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2557 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: www3.rdi.ku.ac.th/cl/documents/Sampling_forAflatoxin.pdf
22. สำนักงานมาตราฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เมล็ดถั่วลิสง ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซิน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตราฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2556 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.acfs.go.th/standard/download/std_force/std_01-08-56.pdf
23. ไทยรัฐออนไลน์. อะฟลาทอกซินกับหม่าล่า [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ไทยรัฐออนไลน์; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairath.co.th/lifestyle/food/1507198?gallery_id=1
24. Qin M, Cheng L, Li Y, Tang X, Gan Y, Zhao J, et al. Disease burden contributed by dietary exposure to aflatoxins in a mountainous city in Southwest China. Front Microbiol [Internet]. 2023 Jul 3 [cited 2024 May 8];14:1215428. Available from: https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1215428.
25. กรุงเทพธุรกิจ. อย.เฝ้าระวัง-สุ่มตรวจสอบพริกผงหมาล่าผสมสีซูดานเรดหลังวิจัยพบก่อมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรุงเทพธุรกิจ; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.bangkokbiznews.com/news/news-update/1119908
26. Social Listening. Data Research Insight สำรวจตลาดหมาล่า [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: Sellsuki; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.sellsuki.co.th/blogs/detail/178/dataresearch-sociallistening-sichuanpepper
27. Techsauce Team. Line Man เผยสถิติที่สุดแห่งปี 2023 ยกเป็นปีแห่งหมาล่า เมนูครองใจคนไทย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: Techsauce Media; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/l6QJB

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

28. ไทยแฟรนไชส์เซ็นเตอร์ธุรกิจไทย. ปี67 ฟองสบู่ร้านหมาล่า [อินเทอร์เน็ต]. ไทยแฟรนไชส์เซ็นเตอร์ธุรกิจไทย; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=791337583027409&id=100064535237929&set=a.541401748020995
29. กองบรรณาธิการ mybest. 10 พริกหมาล่ายี่ห้อไหนดี ต้นตำรับจีนแท้ จะปิ้งย่างทำซุปก็อร่อย [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://th.my-best.com/50004
30. อมรินทร์ทีวี. เจาะกระแสความสำเร็จของธุรกิจ หมาล่า ที่แรงดีไม่มีผ่อน [อินเทอร์เน็ต]. อมรินทร์ทีวี; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.amarintv.com/spotlight/corporate/detail/52294
31. MEEKAO. “ประโยชน์ของหม่าล่า สมุนไพรจีน ฮวาเจียว อร่อยลิ้นชา สรรพคุณมาแน่นๆ” [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: TrueID; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://food.trueid.net/detail/KVxg85A4lp9z
32. ไทยรัฐออนไลน์. สารพัดประโยชน์ "พริกหมาล่า" กินแก้หวัด บำรุงหัวใจ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ไทยรัฐออนไลน์; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairath.co.th/lifestyle/health-and-beauty/1587151
33. สถาบันอาหารกระทรวงอุตสาหกรรม. อะฟลาท็อกซิน [อินเทอร์เน็ต]. ศูนย์วิจัยและประเมินความเสี่ยงด้านอาหารปลอดภัย; [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/damage/pdf/aflatoxin-2.pdf
34. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. Aflatoxin/อะฟลาทอกซิน [อินเทอร์เน็ต]. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร; [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/lNyTu
35. Aberedew K, Ayelign A. Aflatoxin contamination in red pepper from producers in Addis Ababa. Food Addit Contam Part B Surveill [Internet]. 2023 Mar [cited 2024 May 28];16(1):1-7. Available from: https://doi.org/10.1080/19393210.2022.2102678.
36. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. หม่าล่า เมนูสุดฮิต กินอย่างไรให้สุขภาพดี [อินเทอร์เน็ต]. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ; 2563 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/I7bO1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

37. จินตนา บุนนาค,พิทยา อดุลยธรรมและวชิรา พริ้งศุลกะ. ผลของรังสีแกมมาต่อเชื้อราและการผลิตแอฟลาท็อกซินของเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสเฟลวัส ในพริกแห้งและพริกไทย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: คลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2540 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://kukrdb.lib.ku.ac.th/proceedings/KUCON/search_detail/dowload_digital_file/6460/167168
38. บดินทร์ ติวสุวรรณ และณัฏฐดา อารีเปี่ยม. มะเร็งตับต้นเหตุการตายอันดับหนึ่งของไทย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2556 [เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pharm.chula.ac.th/th/News_content/liver-cancer-is-the-number-one-cause-of-death-in-thailand/
39. วิเชียร ยงมานิตชัย, วราภา มหากาญจนกุล, สุวรรณา กลัดพันธุ์, อมรา ชินภูมิ และมาลัย บุญรัตนกรกิจ. การจัดการเพื่อลดการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในพริกแห้งและพริกป่น: รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; 2548.
40. บุญญวดี จิระวุฒิ, เนตรา สมบูรณ์แก้ว, สุพี วนศิรากุล, อัจฉรา ศรีจุดานุ, และอมรา ชินภูติ. การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Aspergillus flavus และลดปริมาณสารอะฟลาทอกซินโดยสารออกฤทธิ์จากกระเทียม. วารสารวิชาการเกษตร 2558, 33(1).
41. พัชรี คุณจันทร์สมบัติ, วราภา มหากาญจนกุล, และกนิฐพร วังใน. การใช้วิธีทางเคมีเพื่อลดการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน B1 ในพริกแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2556, 44(3);277-280.
42. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. อย.ตรวจสอบพริกหมาล่านำเข้าและผลิตในประเทศหาสีซูดานเรด [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา; 2567 [เข้าถึงเมื่อ 8 มิถุนายน 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/7xivo
43. ไทยรัฐออนไลน์. หมาล่ารสชาติเผ็ดชา ซอฟต์พาวเวอร์จากจีนตลาดใหญ่แค่ไหนในไทย [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ไทยรัฐออนไลน์; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 8 มิถุนายน 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairath.co.th/money/business_marketing/marketing/2728758
44. Ivane NMA, Haruna SA, Zekrumah M, Elysé FKR, Hassan MO, Hashim SBH, et al. Composition, mechanisms of tingling paresthesia, and health benefits of Sichuan pepper: A review of recent progress. Trends in Food Science & Technology [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 8];126:1–12. Available from: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.05.012.
45. Suksathan R, Trisonthi C, Trisonthi P, Wangpakapattanawong P. Notes on Spice Plants in the Genus Zanthoxylum (Rutaceae) in Northern Thailand. Thai Forest Bulletin (Botany). 2009:37(S1);197-204.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

46. Okagu IU, Ndefo JC, Aham EC, Udenigwe CC. Zanthoxylum Species: A Comprehensive Review of Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacological and Nutraceutical Applications. Molecules [Internet].. 2021 Jun 30 [cited 2024 Jun 8];26(13):4023. Available from: https://doi.org/10.3390/molecules26134023.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล อรไพลิน องค์วิมลการ

DPU Library