



การสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม Aspergillus และ Penicillium
ที่ตกค้างในอาหารเข้าซีเรียล ที่จำหน่ายในเว็บไซต์
ที่อปซูปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย

ศิริรัตน์ อย่างรัตนโชติ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ปีการศึกษา 2565

A SURVEY ON CONTAMINATION OF FUNGI ASPERGILLUS AND
PENICILLIUM SPECIES IN BREAKFAST CEREALS SOLD IN WEBSITE
MARKETING OF TOPS SUPERMARKET IN THAILAND

SIRIRAT YANGRATTANACHOT

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science
Department of Anti-Aging and Regenerative Medicine
College of Integrative Medicine,
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022

Thematic Paper Title A SURVEY ON CONTAMINATION OF FUNGI *ASPERGILLUS* AND *PENICILLIUM* SPECIES IN BREAKFAST CEREALS SOLD IN WEBSITE MARKETING OF TOPS SUPERMARKET IN THAILAND

Author Sirirat Yangrattanachot

Thematic Paper Advisor Assistant Professor Pansak Sugkraroek, M.D.

Program Master of Science Program in Anti-Aging and Regenerative Medicine

Academic Year 2022

ABSTRACT

The objectives of the study were to the assessment of breakfast cereal available in trade which sold on the Tops Supermarket website in Thailand for their contamination with fungi species belonging to *Aspergillus* and *Penicillium* genera in related to be aware risk of customer's health problems in the future. By collecting samples of breakfast cereals 9 samples which sold on the Top Supermarket website in Thailand was sent for detection of contamination of fungi species *Aspergillus* and *Penicillium* genera by ITS region analysis and morphology character.

The survey research found that only two of the samples were found to be contaminated with fungi rang less than 10 cfu g^{-1} , and was contaminated with *Aspergillus* species only. This survey research result indicated by survey research analysing to results with Other Pathogenic Microorganisms Specified in The Notification of the Ministry of Public Health in Thailand found that breakfast cereals which sold on the Tops Supermarket website in Thailand are safe for consumers.

Keywords: Fungi of the *Aspergillus* , Fungi of the *Penicillium* , Breakfast cereals



Assistant Professor Pansak Sugkraroek, MD
(Thematic Paper Advisor)

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ พันศักดิ์ ศุกระฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการชี้แนะแนวทางให้สารนิพนธ์นี้ สมบูรณ์ครบถ้วน ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในคณะที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสารนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้ศึกษาซาบซึ้งในความกรุณาดังกล่าว และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณนางสาวสิริธร ธีระเวทย์ จากศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำการตรวจหาเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารจน ทำให้สารนิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้รักการเรียนรู้ และรักการ แบ่งปันความรู้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นต่อไป

ศิริรัตน์ อย่างรัตนโชติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานในการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 อาหารเข้าซีเรียล.....	4
2.2 ประเภทของอาหารเข้าซีเรียล.....	4
2.3 ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทั่วโลก.....	5
2.4 ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในไทย.....	5
2.5 เชื้อรา Aspergillus.....	6
2.6 เชื้อรา Penicillium.....	6
2.7 การก่อโรคของเชื้อรา.....	7
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อราในซีเรียล.....	8
2.9 ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.10 การปนเปื้อนเชื้อรา และสารพิษจากเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียล.....	9
2.11 การปนเปื้อนเชื้อรา และสารพิษจากเชื้อราในอาหารในประเทศไทย.....	10
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการตรวจหาเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร.....	10
2.13 หลักการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.14 หลักการเลือกจำนวนตัวอย่าง.....	12
2.15 แหล่งที่สามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อรา.....	12
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	13
3.1 รูปแบบงานวิจัย (Research esign).....	13
3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง.....	13
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	13
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	13
3.5 การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ.....	14
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ศึกษา.....	14
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	16
4.1 ผลแสดงปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลแต่ละตัวอย่าง.....	16
4.2 ผลแสดงผลการปนเปื้อนเชื้อรา Aspergillus และ Penicillium จากตัวอย่าง	17
อาหารเข้าซีเรียลทั้งหมด	
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	19
5.1 สรุปและอภิปรายผล.....	19
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	20
บรรณานุกรม.....	21
ภาคผนวก.....	26
ก ขั้นตอนการทดลอง.....	27
ข จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.).....	30
กำหนด	
ประวัติผู้เขียน.....	31

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงความแตกต่างอาหารเข้าซีเรียลแต่ละประเภท.....	4
2.1 แสดงการคำนวณจำนวนตัวอย่าง.....	12
4.1 แสดงข้อมูลปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลแต่ละตัวอย่าง.....	16
4.2 แสดงผลการปนเปื้อนเชื้อรา Aspergillus และ Penicillium จากตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลทั้งหมด	17

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1.1 แสดงหลักการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	11
--	----

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากคนไทยรุ่นใหม่มีค่านิยมที่เปลี่ยนไป โดยเลือกรับประทานซีเรียลเป็นอาหารเช้ามากขึ้น เหตุผลที่คนรุ่นใหม่หันมาทานซีเรียลเป็นอาหารเช้ามากขึ้น เพราะการรับประทานซีเรียลนั้น ทั้งสะดวก รวดเร็ว หาซื้อได้ง่าย และรสชาติอร่อย รวมถึงอาหารเช้าซีเรียลหลายๆ ยี่ห้อมีการโฆษณามากมาย เช่น อาหารเช้าซีเรียลนั้นดีต่อสุขภาพ อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายจำนวนมาก ทำให้หลายๆครอบครัวเลือกรับประทานซีเรียลเป็นอาหารเช้ามากขึ้น ซึ่งซีเรียลเป็นอาหารเช้าที่ทำมาจากธัญพืชที่ผ่านกระบวนการแปรรูป

ปัจจุบันองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) ระบุว่า กว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทางการเกษตรทั่วโลกพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ และสารพิษจากเชื้อรานี้มีความทนต่อความร้อน ทำให้ความร้อนไม่สามารถทำลายสารพิษจากเชื้อราได้หมด

โดยเฉพาะเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* เป็นเชื้อราที่พบได้มากในเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต เมล็ดกาแฟ เมล็ดโกโก้ และถั่วเมล็ดแห้งชนิดต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดพิษต่อไตและตับทั้งในคนและสัตว์ รวมทั้งเป็นสารก่อมะเร็งได้ ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อราเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การแปรรูป การบรรจุภัณฑ์ และเก็บรักษา และเนื่องด้วยประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น เป็นผลให้อื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรามากขึ้น

ซึ่งจากรายงานดังกล่าวข้างต้นจึงบอกได้ว่า วัตถุดิบที่จะนำมาแปรรูปเป็นอาหารเช้าซีเรียลนั้นมีการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา แต่ถึงปัจจุบัน ยังไม่มีรายงานสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราหรือสารพิษจากเชื้อราที่ตกค้างในอาหารเช้าซีเรียลในประเทศไทยที่ชัดเจน และงานวิจัยการสำรวจส่วนใหญ่ในประเทศไทย เป็นเพียงการสำรวจการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในประเทศไทย และสามารถพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราได้หลากหลายสารพิษ และสารพิษโดยส่วนใหญ่ก็เป็นสารพิษที่สามารถผลิตออกมาได้ทั้งจากเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium*

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า หากมีการสำรวจและพบเจอต้นตอที่เป็นตัวเชื้อราที่สามารถผลิตสารพิษออกมาได้นั้น ก็มีโอกาสที่จะตรวจพบสารพิษจากเชื้อราได้หลากหลายสารพิษเช่นกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดขอบเขตการศึกษางานวิจัยในเชิงลึกต่อไป

และโดยทั่วไปแล้วอาหารเช้าซีเรียลในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.) จะได้รับการสำรวจเชื้อราก่อโรคตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.) กำหนด ดังนั้น จึงถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่การวิจัยเชิงสำรวจในครั้งนี้ เป็นการสำรวจเชื้อราอื่นที่ไม่ได้อยู่ในกฎหมายตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.)กำหนด

แต่เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไป และพบการปนเปื้อนมากในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เพื่อบอกให้ทราบถึงโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนเชื้อราเหล่านี้ในอาหารเข้าซีเรียล และเพื่อให้ตระหนักถึงปัญหาด้านสุขภาพในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ที่ตกค้างในอาหารเข้าซีเรียล

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

พบการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ในตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลบางตัวอย่าง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ในตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียล 9 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่อพซูปเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย

1.4.2 เปรียบเทียบการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ในตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียล 9 ตัวอย่าง โดยแบ่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ คอร์นแฟลก มุสลี และกราโนล่า ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่อพซูปเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย

1.5 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย

อาหารเข้าซีเรียล ในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อ.ย.) จะได้รับการสำรวจเชื้อราก่อโรคตามที่สำนักงานคณะกรรมการอนามัยอาหารและยา(อ.ย.) กำหนด ดังนั้น จึงถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

แต่การวิจัยเชิงสำรวจในครั้งนี้ เป็นการสำรวจเชื้อราอื่นที่ไม่ได้อยู่ในกฎหมายตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.)กำหนด แต่เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไป และพบการปนเปื้อนมากในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เพื่อบอกให้ทราบถึงโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนเชื้อราเหล่านี้ในอาหารเข้าซีเรียล และเพื่อให้ตระหนักถึงปัญหาด้านสุขภาพในอนาคต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 เป็นข้อมูลหนึ่งที่จะให้ผู้ประกอบการเข้มงวดในการผลิตสินค้าที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น
- 1.6.2 เป็นข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามามีบทบาทในการตรวจสอบอย่างจริงจัง หรือเฝ้าระวัง และหาแนวทางในการจัดการกับเชื้อราตกค้างอย่างเป็นระบบโดยเร็วก่อนถึงมือผู้บริโภค
- 1.6.3 เป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคทราบถึงโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียล เพื่อตระหนักถึงปัญหาด้านสุขภาพในอนาคต และศึกษาข้อมูลให้ถี่ถ้วนก่อนตัดสินใจซื้อ

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.7.1 เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย และบางสายพันธุ์ยังสร้างสารพิษ (mycotoxin) เช่น aflatoxin ochratoxin เป็นต้น
- 1.7.2 เชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไป ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย
- 1.7.3 อาหารเข้าซีเรียล เป็นอาหารเข้าที่ทำมาจากธัญพืชที่ผ่านกระบวนการแปรรูป
- 1.7.4 อะฟลาท็อกซิน เป็นสารพิษที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* ซึ่งเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* สร้างสารพิษนี้ในภาวะที่อาหารมีความชื้นสูง สารพิษนี้เป็นอันตรายทางเคมี เป็นสาเหตุของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ
- 1.7.5 โอคราท็อกซิน เป็นสารพิษที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* มีพิษต่อไตและตับทั้งในคนและสัตว์ รวมทั้งเป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินปัสสาวะ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารเข้าซีเรียล

ซีเรียล หรือ อาหารเข้าซีเรียล(ชื่อทางการค้า) เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเมล็ดธัญพืชหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าวกล้อง ลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบพองจากกระบวนการอบแห้ง มีรูปร่างและรสชาติหลากหลาย ผลิตภัณฑ์ซีเรียลที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดี คือ คอร์นแฟลก หรือแผ่นข้าวโพดอบแห้ง นอกจากนี้ยังรวมถึงธัญพืชชนิดแห้ง มุสลี่ และ กราโนล่า¹

2.2 ประเภทของอาหารเข้าซีเรียล

2.2.1 คอร์นแฟลก เป็นอาหารเข้าที่มีไขมันต่ำ ทำมาจากธัญพืชหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และอื่นๆ บดเป็นแผ่นข้าวโพดอบแห้งจนกรอบ โดยไม่ปรุงแต่งกลิ่น สี และความหวาน อุดมไปด้วยวิตามิน ไฟเบอร์ แร่ธาตุ และใยอาหารสูง นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้าคู่กับนมสด²

2.2.2 กราโนล่า เป็นอาหารเข้าหรือขนมที่มีส่วนผสมของธัญพืช เช่น ข้าวโอ๊ต ถั่ว ผลไม้อบแห้ง เมล็ดพันธุ์ธัญพืชต่างๆ โดยกราฟาโนล่ามักถูกนำมาผ่านกระบวนการจนทำให้สุกกรอบ หรือนำมาอัดเป็นแท่งเพื่อความสะดวกต่อการรับประทาน คนทั่วไปนิยมรับประทานกราฟาโนล่าโดยนำไปผสมกับน้ำผึ้ง โยเกิร์ต นม ผลไม้สด ซีเรียลอื่นๆ รวมทั้งนำกราฟาโนล่าไปโรยหน้าของหวานชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มรสชาติและความน่ารับประทาน³

2.2.3 มุสลี่ เป็นอาหารเข้าของประเทศแถบตะวันตกแบบหนึ่งประกอบไปด้วยธัญพืช เมล็ดพืช ถั่ว เปลือกแข็ง ผลไม้ และนม วัตถุดิบเหล่านี้มักผ่านการปรุงแต่งน้อยและมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการทำงานของร่างกาย⁴

ตารางที่ 2.1 แสดงความแตกต่างอาหารเข้าซีเรียลแต่ละประเภท

ประเภทอาหารเข้าซีเรียล	ผ่านกระบวนการอบแห้ง	ปรุงรสเพิ่มความหวาน
	กระบวนการผลิต	จนกรอบ
1. คอร์นแฟลก	/	
2. กราโนล่า	/	/
3. มุสลี่		

2.3 ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทั่วโลก

เชื้อราชนิดที่สร้างสารพิษ ได้แก่ เชื้อราในตระกูล *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Clavicep*, *Alternaria* และ *Stachybotrys* ภายใต้อุณหภูมิความชื้นและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งการผลิตและการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราเกิดขึ้นได้ทั้งในแปลงเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา ตลอดจนการบรรจุและการขนส่ง การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราพบมีรายงานในผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) ระบุว่ากว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทางการเกษตรทั่วโลกพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์⁵

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Guchi E. พบการปนเปื้อนสารอะฟลาท็อกซินในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในหลายประเทศ เช่น พบในถั่วแรมอลดีในประเทศอเมริกา พบในถั่วเฮเซนท์ในประเทศจอร์เจีย พบในถั่วลิสงในประเทศอียิปต์ พบในพิสตาชิโอในประเทศตุรกี และอิหร่าน เป็นต้น⁶

2.4 ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในไทย

ในประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีภูมิอากาศเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด ตั้งแต่จุลินทรีย์, เห็ด, รา, ตลอดจนพืชและสัตว์นานาพันธุ์ ซึ่งจุลินทรีย์, รา, และเห็ดเหล่านี้สามารถสร้างสารพิษชีวภาพที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้⁷

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ehrlich KC. ทำการสำรวจเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสในตัวอย่างดิน 10 จังหวัดในประเทศไทย พบการปนเปื้อนเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสในตัวอย่างดินทั้ง 10 จังหวัดในประเทศไทย⁸

Reddy KRN ทำการรวบรวมข้อมูลการปนเปื้อนสารอะฟลาท็อกซินทั่วโลกตั้งแต่ปี 1990-2009 พบรายงานการปนเปื้อนสาร อะฟลาท็อกซินในข้าวโพดในประเทศไทยในช่วงเวลาดังกล่าว⁹

Anukul N ทำการรวบรวมข้อมูลการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในประเทศเอเชียตั้งแต่ปี 1968-2013 พบรายงานการปนเปื้อนสารอะฟลาท็อกซินในถั่ว ข้าวดำ ถั่วเหลือง และธัญพืชในประเทศไทย รวมทั้งพบสาร โอคราท็อกซินในข้าวโพดในประเทศไทย¹⁰

Guchi E. พบการปนเปื้อนสารอะฟลาท็อกซินในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในหลายประเทศ เช่น พบสารอะฟลาท็อกซินในข้าวดำในประเทศไทย⁶

2.5 เชื้อรา *Aspergillus*

เชื้อรา *Aspergillus* เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไป จัดเป็นเชื้อราจำพวก Mitosporic fungi perfect และ stage Phylum อยู่ใน Ascomycota เป็นเชื้อราชนิดที่เส้นใยมีผนังกัน (septate hypha) ไม่มีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีอื่นตามบริเวณที่ขึ้น โคลินีมีสีต่างกัน มีก้านชู (Conidiophore) งอกจากเส้นใย ตำแหน่งที่ก้านชูงอกจากเส้นใยเรียกว่า foot cell ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเส้นใย และมีขอบเขตที่ชัดเจน ปลายของก้านชูพองออกเป็นเวสิเคิล (vesicle) บนเวสิเคิลมีอวัยวะสร้างสปอร์ (phialide) เป็นแบบชั้นเดียว (uniseriate) หรือสองชั้น (biseriate) อวัยวะสร้างสปอร์อาจเกาะรอบเวสิเคิลหรือเพียงบางส่วนของเวสิเคิล ปลายอวัยวะสร้างสปอร์เป็นที่เกิดของโคโลนีซึ่งมีเซลล์เดี่ยว มักกลม โคนิเดี่ยวอ่อนเกิดจะดันโคนิเดี่ยวแก่ออกไป จึงปรากฏโคโลนีเดี่ยวเป็นสาย (basipetal chain) ผิวของโคโลนีอาจเรียบหรือขรุขระคล้ายหนาม ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้จำแนกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Aspergillus* เช่น โดยอาศัยสีของโคโลนี รูปของเวสิเคิลที่กลมหรือเป็นรูปโดม มีอวัยวะสร้างสปอร์ชั้นเดียวหรือสองชั้น โคลินีเดี่ยวผิวเรียบหรือขรุขระ เป็นต้น¹²

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bouakline A. พบการปนเปื้อนเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น พริกไทย ใบชา ลูกพีช กีวี กล้วย แอปเปิ้ล ส้ม และมะนาว เป็นต้น¹³

Reddy KRN ทำการรวบรวมข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสทั่วโลกตั้งแต่ปี 1990-2009 พบรายงานการปนเปื้อนเชื้อราแอสเปอร์จิลลัสในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ข้าว ธัญพืช และถั่วต่างๆ ในช่วงเวลาดังกล่าว⁹

2.6 เชื้อรา *Penicillium*

เชื้อรา *Penicillium* เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไป ที่มีประโยชน์ในการใช้ทำเป็นสารปฏิชีวนะ เช่น เพนิซิลลิน ซึ่งผลิตจาก *Penicillium notatum* และ *Penicillium chrysogenum* บางพวกสามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยสร้างแอสโคสปอร์ ส่วนใหญ่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยสร้าง โคนิเดี่ยวซึ่งเกิดที่ปลายสเตอร์มา โคนิดีฟอร์มจะแตกกิ่งก้านคล้ายแพรง¹⁴

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Rundberget T. พบรายงานการปนเปื้อนเชื้อราเพนิซิลเลียมในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ธัญพืช ถั่ว ผลไม้ เนื้อ ไข่ไก่ ผัก น้ำมัน ซีส ขนมอบึง มะเขือเทศ ถั่ว ปลา และข้าว เป็นต้น¹⁵

Reddy KRN ทำการรวบรวมข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อราเพนิซิลเลียมทั่วโลกตั้งแต่ปี 1990-2009 พบรายงานการปนเปื้อนเชื้อรา เพนิซิลเลียมในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ธัญพืช ผลไม้แห้ง ไวน์ และเมล็ดกาแฟ ในช่วงเวลาดังกล่าว⁹

Hammam W. สำรวจการปนเปื้อนสารพิษพาฟูลิน ซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดได้จากเชื้อราเพนิซิลเลียมในแอปเปิ้ล และผลิตภัณฑ์จากแอปเปิ้ล¹⁶

2.7 การก่อโรคของเชื้อรา

โรคติดเชื้อรา (mycoses) จัดเป็นโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อรา เชื้อราสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในธรรมชาติ คนและสัตว์ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากโรคติดเชื้อราในคนเกิดได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การติดเชื้อราโดยตรงสามารถแบ่งความรุนแรงตามความลึกของการเจริญในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ติดเชื้อออกได้ นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถทำให้เกิดความผิดปกติทางอ้อมได้ เนื่องจากเชื้อราบางชนิดสามารถปล่อยสารที่ได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อรา เรียกว่า พิษรา (mycotoxin) ส่งผลให้เกิดความผิดปกติที่เรียกว่า โรคพิษจากเชื้อรา (mycotoxicosis) อีกทั้งเชื้อรายังสามารถก่อให้เกิดความผิดปกติที่มีลักษณะคล้ายโรคภูมิแพ้ เรียกว่า ภูมิแพ้รา (fungal allergy) ได้เช่นกัน สำหรับพยาธิกำเนิดกับความรุนแรงของโรคติดเชื้อรา พบว่ามีความสัมพันธ์กับ 2 ปัจจัย คือ ตัวเชื้อรา และระบบภูมิคุ้มกันของโฮสต์¹⁷

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิเชียร มงคลศรีตระกูล ได้อธิบายลักษณะและการก่อโรคของเชื้อราต่างๆ พบว่าเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ ก่อให้เกิดการติดเชื้อในช่องหู และระบบทางเดินหายใจ การติดเชื้อในอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งพบได้น้อยมาก แต่มีรายงานพบการติดเชื้อที่สมอง ม้าม และหัวใจ¹⁸

วิรัตน์ ศิริสนธิณะ ได้อธิบายเกี่ยวกับเชื้อรา *Penicilium marneffeii* พยาธิสภาพ ระบาดวิทยา อาการและอาการแสดง การวินิจฉัย การตรวจทางห้องปฏิบัติการ การวินิจฉัยแยกโรค และการรักษา พบว่าคนไทยพบการติดเชื้อ *Penicilium marneffeii* โดยทั่วไปอยู่บ้าง ต่อมาเมื่อมีการระบาดของโรคเอดส์ จึงพบโรคนี้นี้ในผู้ป่วยเอดส์ไวมามากขึ้นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่¹⁹

พรพรรณ ภูมิรัตน์, วิทวัส ต้นหยง และ นัฐเนศวร์ ลับเลิศบ ได้้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของเชื้อรา การก่อโรคของเชื้อรา และการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อรา พบว่าสารพิษโอคราที่อกซิน ที่เกิดได้จากเชื้อรา แอสเพอร์จิลลัส และเชื้อราเพนิซิลเลียม สามารถก่อให้เกิดความผิดปกติที่ไตได้ รวมทั้งเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสยังเป็นเชื้อราฉวยโอกาสในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง¹⁷

อักษรกร คำมาสุข. ได้ศึกษากลไกการก่อโรคของเชื้อราเพนิซิลเลียม มาร์เนฟฟีไอ พบว่าการติดเชื้อเพนิซิลเลียม มาร์เนฟฟีไอ ยังคงเป็นเชื้อฉวยโอกาสในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง²⁰

พงศกร คำพันธุ์ ได้อธิบายเกี่ยวกับเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสชนิดเรื้อรัง และการรักษา พบว่าเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสทำให้เกิดอาการทางระบบทางเดินหายใจได้หลายแบบ ได้แก่ โรคปอดอักเสบเรื้อรัง โรคปอดติดเชื้อแอสเพอร์จิลลัสชนิดรุกราน และโรคภูมิแพ้หลอดลมจากการติดเชื้อแอสเพอร์จิลลัส²¹

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อราในซีเรียล

เชื้อราเป็นสิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้น ประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจึงเหมาะสำหรับการเจริญของเชื้อรา พบเชื้อราได้โดยทั่วไปในสิ่งแวดล้อมทั้งใน ดิน น้ำ และอากาศ สปอร์ของเชื้อราที่มีขนาดเล็กสามารถลอยไปในอากาศได้ และด้วยคุณสมบัติที่ทนต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี หากอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสปอร์สามารถเจริญเติบโตและสร้างสารพิษได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บในที่ที่มีความชื้นหรือเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน อาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและทำให้เกิดการสร้างสารพิษสะสมในอาหารได้¹²

โดยเชื้อราแอสเพอร์จิลลัส จะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 32-33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่สามารถสร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน ซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดได้จากเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสได้ คือ อุณหภูมิ 32-33 องศาเซลเซียส รวมทั้งสารพิษโอคราท็อกซิน ซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดได้จากเชื้อราแอสเพอร์จิลลัส จะถูกสร้างขึ้นที่อุณหภูมิ 32-33 องศาเซลเซียส แต่เชื้อราเพนิซิลเลียม จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส²²

2.9 ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขยังไม่มีข้อกำหนดให้มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อราแอสเพอร์จิลลัส และเชื้อราเพนิซิลเลียมในอาหารที่ชัดเจน แต่มีการกำหนดให้มีปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราบางชนิด เช่น

- (1) Codex Committee on Food Additive and Contaminants (CCFAC) ได้กำหนดปริมาณการปนเปื้อนของสารโอคราท็อกซินในอาหารสำหรับการบริโภคไว้ที่ 5 ppb และสำหรับวัตถุดิบทางการค้า 20 ppb
- (2) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ไทยได้กำหนดให้มีปริมาณอะฟลาท็อกซินในอาหารไม่เกิน 20 µg/kg
- (3) European limit ได้กำหนดให้มีปริมาณอะฟลาท็อกซินในอาหารไม่เกิน 10 µg/kg
- (4) หลายประเทศให้สารพาทูลิน ต้องมีไม่เกิน 50 µg/kg ในน้ำแอปเปิ้ล เพื่อเป็นดัชนีชี้ถึงความมีคุณภาพของวัตถุดิบในโรงงานทำน้ำผลไม้²²

และในประเทศไทยมีการกำหนดมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจุลินทรีย์อื่น นอกเหนือจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่มีกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง เช่น

- (1) ในเครื่องดื่ม ,ชา ,กาแฟ ,อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ,ซีอกโกแลต ,เครื่องดื่มเกลือแร่ มีเกณฑ์กำหนดยีสต์และเชื้อรา น้อยกว่า 100 CFU/g
- (2) ในนมโค มีเกณฑ์กำหนดยีสต์และเชื้อรา ให้พบยีสต์และเชื้อรารวมกันได้ ไม่เกิน 10 ในนมชั้นหวาน 1 กรัม
- (3) ในนมเปรี้ยว มีเกณฑ์กำหนดเชื้อรา ในนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก พบได้ ไม่เกิน 100 โคลิณี ต่อ1 กรัม
- (4) ในอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท มีเกณฑ์กำหนดยีสต์เชื้อรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม
- (5) ในอาหารกึ่งสำเร็จรูป มีเกณฑ์กำหนดยีสต์เชื้อรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม²³

2.10 การปนเปื้อนเชื้อรา และสารพิษจากเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียล

การผลิตอาหารในกลุ่มธัญพืช ถั่วเมล็ดและผลิตภัณฑ์ซึ่ง ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าว สาลี ถั่วลิสง ถั่วเหลือง พบว่ามีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากสารพิษจากเชื้อรา ได้แก่ อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) พบในถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้อง นอกจากนั้นยังพบโอกาสเสี่ยงจากสารพิษฟูโมนิซิน (Fumonisin) ในขนมขบเคี้ยวจากแป้ง ข้าวโพด สารโอคราที่ออกซิน (Ochratoxin) ในผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง และผลิตภัณฑ์ข้าวกล้อง ข้าวมันปู ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ลูกเดือย และเมล็ดบัว และสารซีราลีโนน (Zearalenone) ในข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ โดยสารพิษทั้งสามชนิดนี้ แม้ไม่ได้มีการตรวจวิเคราะห์อย่างจริงจัง แต่มีแนวโน้มที่ควรตรวจติดตามสารพิษเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสารพิษเหล่านี้อาจเป็นปัญหาเชิงนโยบายความปลอดภัยในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อาหารได้ในอนาคต²⁴

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Molinie A, Faucet Vi, Castegnar M, Pfohl-Leskowicz A . ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 45 ตัวอย่างในห้างสรรพสินค้า ในประเทศฝรั่งเศส พบการปนเปื้อนของสารโอคราที่ออกซินที่เกินมาตรฐาน 20% ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด²⁵

Polixeni V, Panagiota, M. ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 55 ตัวอย่างในตลาดเอเธนส์ ในประเทศกรีซ พบการปนเปื้อนของสาร อะฟลาทอกซินที่เกินมาตรฐาน EU limite จำนวน 7 ตัวอย่าง และพบการปนเปื้อนของสารโอคราที่ออกซินจำนวน 19 ตัวอย่าง²⁶

Ibáñez-Vea M, González-Peñas E, de Cerain AL, Martínez R, Piotrowska EM. ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 46 ตัวอย่างในตลาด ในประเทศสเปน พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน 9%ของจำนวนตัวอย่าง และพบการปนเปื้อนของสารโอคราที่ออกซิน 39%ของจำนวนตัวอย่าง²⁷

Piotrowska M. ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 15 ตัวอย่างในตลาด ในประเทศโปแลนด์ พบการปนเปื้อนของเชื้อราทั้งในกลุ่มแอสเปอร์จิลลัส และเชื้อราในกลุ่มเพนิซิลเลียม และพบการปนเปื้อนของสารโอคราท็อกซิน 30%ของจำนวนตัวอย่าง²⁸

Iqbal SZ, Asi MR, Jinap S, Rabbani T. ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 237 ตัวอย่าง ในแคว้นปัญจาบ ในประเทศปากีสถาน พบการปนเปื้อนของของอะฟลาท็อกซิน 41%ของจำนวนตัวอย่าง และพบการปนเปื้อนของสารโอคราท็อกซิน 48%ของจำนวนตัวอย่าง²⁹

2.11 การปนเปื้อนเชื้อรา และสารพิษจากเชื้อราในอาหารในประเทศไทย

การปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) เป็นปัญหาสำคัญของทุกประเทศทั่วโลก เนื่องจากพบปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เกษตรหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิด ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ สารพิษจากเชื้อราเป็นสารทุติยภูมิที่สร้างโดยเชื้อรา เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม ส่วนใหญ่จะเป็นสารพิษที่มีอันตรายร้ายแรงต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง³⁰

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

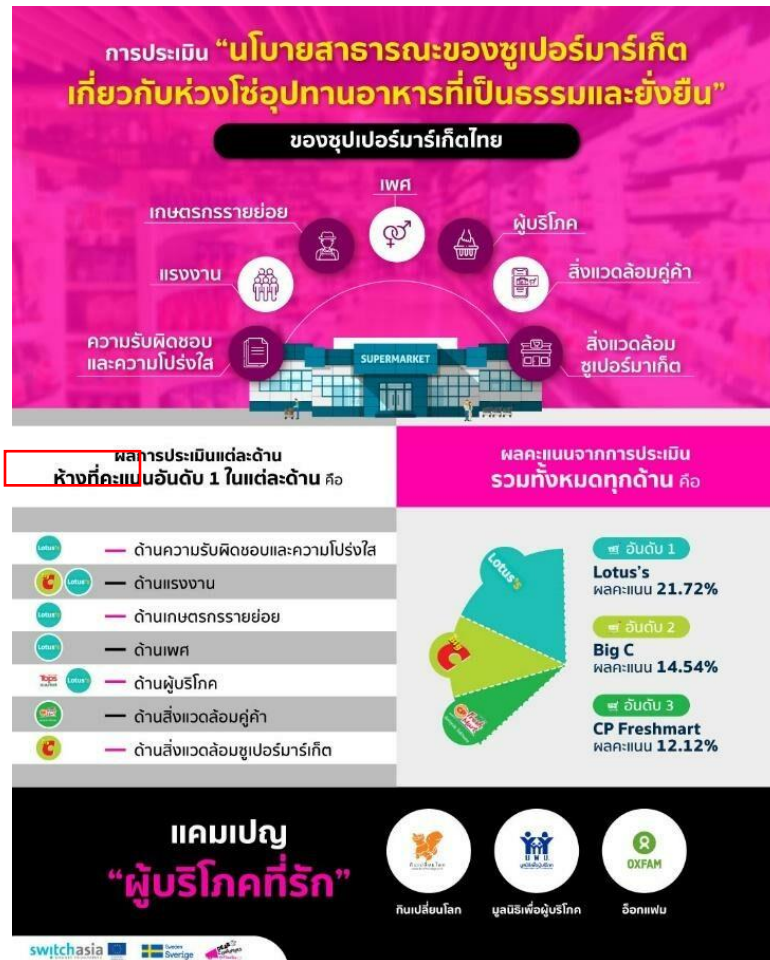
Charoenpornsook K, Kavisarasai P. พบรายงานการปนเปื้อนสารอะฟลาท็อกซินในอาหารในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2010-2014 จำพวก แอลกอฮอล์ ผัก ชีส ถั่วเหลืองหมัก ถั่วดิบ และถั่วแห้ง เป็นต้น³¹

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการตรวจหาเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร

Piotrowska M. ทำการสำรวจอาหารเข้าซีเรียลจำนวน 15 ตัวอย่างในตลาด ในประเทศโปแลนด์ พบการปนเปื้อนของเชื้อราทั้งในกลุ่มแอสเปอร์จิลลัส และเชื้อราในกลุ่มเพนิซิลเลียม และพบการปนเปื้อนของสารโอคราท็อกซิน 30%ของจำนวนตัวอย่าง²⁸

วัชรวิ เสาร์เทพ, อรุมา เพี้ยชัย และ พัชรวิภา ใจจักรคำ ได้ทำการเก็บตัวอย่างอาหารที่ปนเปื้อนผลิตผลทางการเกษตร และดินปลูกพืชจากแหล่งต่างๆ รวม 47 ตัวอย่าง นำมาแยกเชื้อราด้วยวิธี direct isolation, soil plate และ dilution plate จัดจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์⁵

2.13 หลักการเลือกกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 2.1 แสดงหลักการเลือกกลุ่มตัวอย่าง³²

จากแคมเปญผู้บริโภคที่รัก โดยมูลนิธิชีววิถี มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค และ Oxfam (อ็อกแฟม) ประเทศไทย จัดงาน เปิดคะแนนซูเปอร์ฯ ไทย ปี 2021 พบว่าท็อปซูเปอร์มาร์เก็ต ถูกจัดอันดับให้เป็นอันดับ 1 ที่ผู้บริโภคเลือกใช้จ่ายมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกท็อปซูเปอร์มาร์เก็ตให้เป็นตัวแทนของร้านค้าที่ผู้บริโภคเลือกใช้จ่ายเพื่อซื้ออาหารเข้าซีเรียลสำหรับการบริโภคในชีวิตประจำวัน³²

2.14 หลักการเลือกจำนวนตัวอย่าง

โดยผู้วิจัยเลือกจำนวนตัวอย่างออกมา 15% จากขนาดของประชากรทั้งหมดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง³³

ตารางที่ 2.2 แสดงการคำนวณจำนวนตัวอย่าง

	ประชากรทั้งหมด	กลุ่มตัวอย่าง (15% x ประชากรทั้งหมด)
คอร์นแฟลก	3 ยี่ห้อ	$15\% \times 21 = 0.45$ ≈ 3 ตัวอย่าง
กลาโนล่า	24 ยี่ห้อ	$15\% \times 24 = 3.6$ ≈ 3 ตัวอย่าง
มุสลี่	18 ยี่ห้อ	$15\% \times 18 = 2.7$ ตัวอย่าง ≈ 3 ตัวอย่าง

2.15 แหล่งที่สามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อรา

การปนเปื้อนเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียลสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในระหว่างการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา การผลิต-แปรรูป ตลอดจนการบรรจุและการขนส่ง และด้วยประเทศไทยเป็นประเทศอากาศร้อนชื้น ทำให้ยิ่งมีผลเอื้ออำนวยต่อการปนเปื้อนของเชื้อรามากขึ้น^{5, 34}

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 รูปแบบงานวิจัย (Research Design)

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Observation Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และ *Penicillium* ที่ตกค้างในอาหารเข้าซีเรียล ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย ในช่วงระหว่างวันที่ 1-5 สิงหาคม 2565 จำนวน 9 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่าง (คอร์นแฟลก 3 ตัวอย่าง, กราโนล่า 3 ตัวอย่าง และมูสลี่ 3 ตัวอย่าง) โดยการใช้กระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนด และแสดงผลการวิเคราะห์เป็นสถิติเชิงพรรณนา

3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

อาหารเข้าซีเรียลที่มีเครื่องหมายการค้า ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต จำนวน 9 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่าง (คอร์นแฟลก 3 ตัวอย่าง, กราโนล่า 3 ตัวอย่าง และมูสลี่ 3 ตัวอย่าง) ซึ่งเลือกตัวอย่างจากเว็บไซต์อย่างเป็นทางการของที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต ในหมวดหมู่อาหารเข้าซีเรียลยอดนิยม

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.3.1 แบบบันทึกผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

3.3.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารเข้าซีเรียลที่มีเครื่องหมายการค้าชัดเจน และจำหน่ายในเว็บไซต์ ที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย

3.3.3 การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

สถานที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ชั้น 2 ห้อง 1220 อาคารวิจัยและพัฒนา 1 เทคโนโลยี เลขที่ 35 หมู่ 3 ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 เลือกตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียล จากเว็บไซต์อย่างเป็นทางการของที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต ในหมวดหมู่อาหารเข้าซีเรียลยอดนิยม ที่จำหน่ายในที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย ในช่วงระหว่างวันที่ 1-5 สิงหาคม 2565 จำนวน 9 ตัวอย่าง

3.4.2 เก็บตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียล ที่จำหน่ายในที่อปัสซูเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย ในช่วงระหว่างวันที่ 1-5 สิงหาคม 2565 จำนวน 9 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่าง (คอร์นแฟลก 3 ตัวอย่าง, กราโนล่า 3 ตัวอย่าง และมูสลี่ 3 ตัวอย่าง)

3.4.3 ตัดฉลากรหัสตัวอย่างที่บรรจุภัณฑ์ับฉลากการค้าเดิม

3.4.4 นำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ไทย

3.5 การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

3.5.1 เลือกตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลที่มีบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทเพื่อส่งตรวจ

3.5.2 ส่งตรวจตัวอย่างทันทีหลังจากสุ่มเก็บตัวอย่าง

3.5.3 เก็บรักษาสภาพตัวอย่างในสถานที่เดียวกัน และจัดเก็บในสถานที่ที่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันที่สุด เพื่อรักษาคุณภาพของตัวอย่างให้เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และส่งตัวอย่างให้ถึงห้องปฏิบัติการภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ศึกษา

3.6.1 การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ใช้สถิติเชิงปริมาณ เพื่ออธิบายข้อมูลปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลแต่ละตัวอย่าง โดยแสดงผลเป็นตาราง

Sample No.	Total fungi (cfu/g)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

3.6.1.2 สรุปลผลการปนเปื้อนเชื้อรา *Aspergillus* และ *Penicillium* จากตัวอย่างอาหารเข้า
ซีเรียลทั้งหมด โดยแสดงผลเป็นตาราง

Sample No.	Contamination fungi	Morphological characteristics

Sample No. คือ ลำดับที่ตัวอย่าง
Contamination fungi คือ ชนิดของเชื้อราที่พบการปนเปื้อนเชื้อรา
Morphological characteristics คือ รูปถ่ายและคำอธิบายสีโคโลนีของเชื้อราที่พบใต้กล้องจุลทรรศน์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ที่ตกค้างในอาหารเข้าซีเรียล ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่ออสเตรียเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย จำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งทำการทดสอบกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

4.1 ผลแสดงปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลแต่ละตัวอย่าง


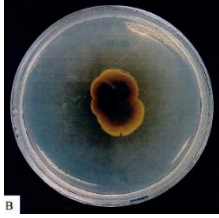




ตาราง 4.1 แสดงข้อมูลปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลแต่ละตัวอย่าง

Sample No.	Total fungi (cfu/g)
1	Not Detected
2	Not Detected
3	Not Detected
4	<10
5	Not Detected
6	Not Detected
7	<10
8	Not Detected
9	Not Detected

ตาราง 4.1 แสดงข้อมูลปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลทั้ง 9 ตัวอย่าง โดยพบว่ามีเพียง 2 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด คือตัวอย่างที่ 4 และตัวอย่างที่ 7 ที่พบการปนเปื้อนเชื้อรา และพบในปริมาณเท่ากัน คือน้อยกว่า 10 cfu/g

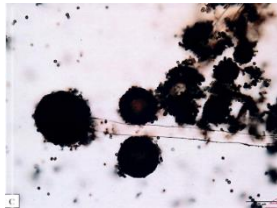
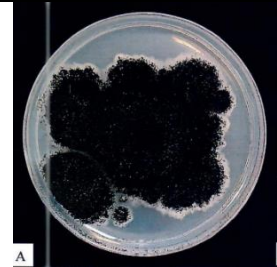
4.2 ผลแสดงการปนเปื้อนเชื้อรา *Aspergillus* และ *Penicillium* จากตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลทั้งหมด

ตาราง 4.2 แสดงผลการปนเปื้อนเชื้อรา *Aspergillus* และ *Penicillium* จากตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลทั้งหมด

Sample No.	Contamination fungi	Morphological characteristics
4	<i>Aspergillus chevalieri</i>	<p>ลักษณะโคโลนีของ Sample No.4 บนอาหาร PDA ที่เลี้ยงนาน 14 วัน, ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(A)</p>  <p>ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(B)</p>  <p>ลักษณะโคนดิโอพอร์และเวสสิเคิล(C)</p>  <p>ขนาดสเกลบาร์ = 20 ไมโครเมตรมีโคโลนีสีเหลืองอมเขียว</p>
4	<i>Aspergillus chevalieri</i>	<p>ลักษณะโคโลนีของ Sample No.4 บนอาหาร PDA ที่เลี้ยงนาน 14 วัน, ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(A)</p>  <p>ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(B)</p>  <p>ลักษณะโคนดิโอพอร์และเวสสิเคิล(C)</p>  <p>ขนาดสเกลบาร์ = 20 ไมโครเมตรมีโคโลนีสีเหลืองอมเขียว</p>

ตาราง 4.2 (ต่อ)

Sample No.	Contamination fungi	Morphological characteristics
7	Aspergillus tubingensis	<p>ลักษณะโคโลนีของ Sample No.4 บนอาหาร PDA ที่เลี้ยงนาน 14 วัน, ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(A)</p> <p>ด้านหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ(B)</p> <p>ลักษณะโคนิดีโอฟอร์และเวสสิเคิล(C) ขนาดสเกลบาร์ = 20 ไมโครเมตร มีโคโลนีสีดำ</p>



ตาราง 4.2 แสดงผลการปนเปื้อนเชื้อรา *Aspergillus* และ *Penicillium*

จากตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลที่พบการปนเปื้อน โดยพบว่า ตัวอย่างที่ 4 พบการเจริญเติบโตของโคโลนีของเชื้อรา 2 โคโลนี โดยมีโคโลนีสีเหลืองอมเขียว และตัวอย่างที่ 7 พบการเจริญเติบโตของโคโลนีของเชื้อรา 1 โคโลนี โดยมีโคโลนีสีดำ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

ผลการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ที่ตกค้างในอาหารเข้าซีเรียล ที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่ออสซูเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศไทย จำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่ามีเพียง 2 ตัวอย่างเท่านั้นจากตัวอย่างทั้งหมดที่พบการปนเปื้อนเชื้อรา ซึ่งพบในปริมาณเท่ากัน คือน้อยกว่า 10 cfu/g และเป็นการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* เท่านั้น ซึ่งทั้ง 2 ตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* นี้เป็นตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลที่อยู่ในกลุ่มมูสลี่เช่นเดียวกัน

ซึ่งจากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษามา มูสลี่ เป็นอาหารเข้าซีเรียลที่ผ่านการอบแห้ง แต่ไม่อบจนแห้งกรอบ⁴ ทำให้ยังคงเหลือความชื้นอยู่ รวมทั้งเชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้น¹¹ และจากผลการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า กระบวนการผลิตมูสลี่ที่ยังคงเหลือความชื้นอยู่นั้นอาจมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อราในอาหารซีเรียลได้

แต่หากนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์กับข้อกำหนดมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค จุลินทรีย์อื่น นอกเหนือจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่มีกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย แล้วนั้น จะพบว่าตามข้อกำหนดมาตรฐานได้กำหนดไว้ว่า ในเครื่องดื่ม ,ชา ,กาแฟ ,อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ,ซ็อกโกแลต ,เครื่องดื่มเกลือแร่ ในอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ในอาหารกึ่งสำเร็จรูป มีเกณฑ์กำหนดยีสต์และเชื้อรา น้อยกว่า 100 cfu/g²³ ซึ่งการสำรวจในครั้งนี้ ตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลที่พบการปนเปื้อนเชื้อรา ตรวจพบในปริมาณน้อยกว่า 10 cfu/g ดังนั้นจึงถือได้ว่าอาหารเข้าซีเรียลที่จำหน่ายในเว็บไซต์ที่ออสซูเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

รวมทั้งข้อมูลจากงานวิจัยการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราและสารพิษจากเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียล ในต่างประเทศก็พบว่า พบการปนเปื้อนของเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ในปริมาณน้อยกว่า 10 cfu/g แต่ไม่พบการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน และพบการปนเปื้อนสารพิษโอคราโทอกซินในปริมาณที่ น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ Codex Committee on Food Additive and Contaminants (CCFAC) ได้กำหนดปริมาณการปนเปื้อนไว้^{22, 8, 28} ทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า การที่พบการปนเปื้อนเชื้อราในปริมาณที่น้อยมาก อาจไม่มีผลทำให้พบการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

แต่ถึงแม้ว่าเชื้อราที่พบในบางตัวอย่างจะพบในปริมาณที่น้อยมาก แต่เชื้อราเหล่านั้นก็สามารถก่อให้เกิดโรคในผู้ที่ภูมิคุ้มกันไม่แข็งแรงได้เช่นกัน รวมทั้งอาหารเข้าซีเรียลเป็นสิ่งที่เข้าสู่ร่างกายโดยตรง หากได้รับการสะสมของเชื้อราเป็นระยะเวลาานาน ก็อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพในอนาคตได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ในอาหารเข้าซีเรียลจากหลายๆแหล่ง หลายๆสถานที่ และเพิ่มจำนวนตัวอย่าง ทั้งนี้คาดว่าผลที่ได้จะแม่นยำและถูกต้อง เป็นประโยชน์สำหรับใช้ศึกษาในเชิงลึกต่อไป

5.2.2 จากงานวิจัยการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียลของต่างประเทศนั้น พบว่ายังมีเชื้อราอื่นๆที่นอกเหนือจากเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และเชื้อราในกลุ่ม *Penicillium* ที่พบการปนเปื้อนในอาหารเข้าซีเรียลได้เช่นกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรจะมีการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อราอื่นๆในอาหารเข้าซีเรียลในการวิจัยต่อไป

5.3.3 จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษามา พบว่าเชื้อราอาจถูกทำลายจากความร้อนในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารได้ แต่สารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารนั้นยังสามารถคงสภาพได้อยู่เป็นระยะเวลานาน ดังนั้น การสำรวจการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในอาหารเข้าซีเรียลจึงเป็นอีกประเด็นสำคัญที่ควรมีการศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

1. สุณิชฐา เศรษฐีธร. ตลาดซีเรียลในประเทศไทย. [อินเทอร์เน็ต].[เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=85>
2. อำนาจ พัวพลเทพ. (2562). สารพิษจากเชื้อรา. [อินเทอร์เน็ต].[เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://thaimycotoxin.org/wp-content/uploads/2019/06/สารพิษจากเชื้อรา_ภัยเงียบในอาหาร.pdf
3. พบแพทย์. กราโนล่า กินง่าย ได้ประโยชน์ จริงหรือไม่?. [อินเทอร์เน็ต].[เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.pobpad.com/กราโนล่ากินง่ายได้ประโยชน์จริงหรือไม่>
4. _____. มูสลี่ เมนมือเข้าง่าย ๆ ได้สุขภาพเต็ม ๆ.[อินเทอร์เน็ต].[เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: [https://www.pobpad.com/มูสลี่ เมนมือเข้าง่าย ๆ ได้สุขภาพเต็ม ๆ](https://www.pobpad.com/มูสลี่เมนมือเข้าง่ายๆได้สุขภาพเต็มๆ)
5. วัชรีย์ เสาร์เทพ, อรุณา เพี้ยซ้าย และ พัชรวิภา ใจจักรคำ. การจำแนกชนิดของเชื้อรา *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. ที่ปนเปื้อนในอาหารผลิตผลทางการเกษตร และดินเพาะปลูก และการสร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน ปี1. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2560; 48(1), 127–138.
6. Guchie E. Implication of aflatoxin contamination in agricultural products. *American Journal of Food and Nutrition*, 2015; 3.1: 12-20.
7. คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดลศูนย์พิษวิทยารามาธิบดี. สารพิษจากรา [อินเทอร์เน็ต].[เข้าถึงเมื่อ 21 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/pois-cov/Fungi>
8. Ehrlich KC, Kobbeman K, Montalbano BG, Cotty PJ. Aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Thailand. *Int J Food Microbiol*. 2007 Mar 10;114(2):153-9. doi: 10.1016/j.jfoodmicro.2006.08.007. Epub 2006 Oct 18.
9. Reddy KRN, Salleh B, Saad B, Abbas HK, Abel CA, Shier WT. An overview of mycotoxin contamination in foods and its implications for human health, *Toxin Reviews*. 2010; 29:1, 3-26, doi: 10.3109/15569541003598553
10. MGR Online. (2016). ซูเปอร์มาร์เก็ตไทย ปี2021ใครคือตัวท็อป?. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://mgronline.com/business/detail/9640000118429>
11. Anukul, N.; Vangnai, K., Mahakarnchandkul, W. Significance of regulation limits in mycotoxin contamination in Asia and risk management programs at the national level. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2013; 21(3). doi: 10.1016/j.jfda.2013.07.009

บรรณานุกรม (ต่อ)

12. ผกากรอง วนไพศาล. (2564). สารพิษจากเชื้อรา อันตรายที่มองไม่เห็น. ?. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 21 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/สารพิษจากเชื้อรา/>
13. Bouakline A, Lacroix C, Roux N, Gangneux JP, Derouin F. Fungal contamination of food in hematology units. *J Clin Microbiol.* 2000 Nov;38(11):4272-3. doi: 10.1128/JCM.38.11.4272-4273.2000.
14. จุลินทรีย์ในใจ. *Penicillium sp.* [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2 ม.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: <https://shkola.of.by/-penicilium-sp.html>
15. Rundberget T, Skaar I, Flåøyen A. The presence of *Penicillium* and *Penicillium* mycotoxins in food wastes. *Int J Food Microbiol.* 2004 Jan 15;90(2):181-8. doi: 10.1016/s0168-1605(03)00291-5.
16. Hammami W, Al-Thani R, Fiori S, Al-Meer S, Atia FA, Rabah D, Migheli Q, Jaoua S. Patulin and patulin producing *Penicillium* spp. occurrence in apples and apple-based products including baby food. *J Infect Dev Ctries.* 2017 Apr 30;11(4):343-349. doi: 10.3855/jidc.9043.
17. พรพรรณ ภูมิรัตน์, วิทวัส ต้นหยง, นัฏฐเนศวร์ ลับเลิศลบ. เชื้อราทางการแพทย์. *บทความปริทัศน์*, 2, 31-43. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 4 พ.ย. 2565]. เข้าถึงได้จาก: [https://agecon-extens.agri.cmu.ac.th/Course_online/Course/352441/Slide%20E-Learning/บทที่%207.2%20การดำเนินการประเมินผล%20\(การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง\).pdf](https://agecon-extens.agri.cmu.ac.th/Course_online/Course/352441/Slide%20E-Learning/บทที่%207.2%20การดำเนินการประเมินผล%20(การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง).pdf)
18. วิเชียร มงคลศรีตระกูล. fungal infection Hematologic disease. *บทความพื้นฟูวิชาการ.* 2537; 3, 275-286.
19. วรัต ศิริสนธนะ. โรคติดเชื้อ *Penicillium marneffeii* ในเด็กติดเชื้อเอชไอวี. *บทความพื้นฟูวิชาการ.* 2538 ; 34 (4), 197-203.
20. อักษรกร คำมาสุข. สถานการณ์ปัจจุบันด้านชีววิทยา และการทำให้เกิดโรคของเชื้อเพนิซิลีียม มาร์เนฟฟิไอ. *บทความพื้นฟูวิชาการ.* 2557; 47(2), 85-96.
21. พงศกร คำพันธ์. ลักษณะทางคลินิกและการรักษาโรคปอดติดเชื้อแอสเปอริจิลล์ชนิดเรื้อรัง. *วารสารวัณโรค โรคทรวงอก และเวชบำบัดวิกฤต.* 2561; 1, 15-33.
22. เชื้อราและสารพิษจากเชื้อรา. เชื้อราและสารพิษจากเชื้อรา. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://essentialoil.wu.ac.th/wp-content/uploads/2018/01/.pdf>

บรรณานุกรม (ต่อ)

23. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. คู่มือการปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 16 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: file:///C:/Users/Sirirat/OneDrive/Desktop/research%20Ploy/Manual_Of_Law364(Update30-6-16).pdf
24. สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). โครงการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารที่มีต่อผู้บริโภค.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 4 ม.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: http://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/research_risk/pdf/grains.pdf
25. Molinié A, Faucet V, Castegnaro M, Pfohl-Leskowicz A. Analysis of some breakfast cereals on the French market for their contents of ochratoxin A, citrinin and fumonisin B1: development of a method for simultaneous extraction of ochratoxin A and citrinin (Research report). Food Chemistry. 2005; 92(3). doi: 0.1016/j.foodchem.2004.06.035
26. Polixeni V, Panagiota, M. Aflatoxin B1 and ochratoxin A in breakfast cereals from Athens market: Occurrence and risk assessment. Food Control. 2009, 20.5: 455-461.
27. Ibáñez-Vea M, González-Peñas E, de Cerain AL, Martínez R, Piotrowska EM. (2013). Contamination of breakfast cereal products by fungi and mycotoxins – a potential risk for consumer’s Health. Biotechnology and Food Science. 2013; 77 (1), doi : 10.34658/bfs.2013.77.1.3-10
28. Piotrowska M. Contamination of breakfast cereal products by fungi and mycotoxins – a potential risk for consumer’s Health (Research report). Biotechnology and Food Science. [Internet] Available :Available : http://repozytorium.p.lodz.pl/bitstream/handle/11652/285/Contamination_of_breakfast_Piotrowska_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. Iqbal SZ, Rabbani T, Asi MR, Jinap S. Assessment of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in breakfast cereals. Food Chem. 2014 Aug 15;157:257-62. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.129. Epub 2014 Feb 19.
30. สุพี วนศิริกุล ,เนตรา สมบูรณ์แก้ว ,อัจฉราพร ศรีจุฑานุ ,อมรา ชินภูต. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารโอคราทอกซิน เอ ในผลไม้อบแห้งและการลดปริมาณสารพิษโดยใช้วิธีทางกายภาพ. วารสารวิชาการเกษตร. 2557; 2(32), 188-200.
31. Charoenpornsook K, Kavisarasai P. Determination of aflatoxin B1 in food product in Thailand . African Journal of biothecnology. 2014; 13(53), 476-4765.

บรรณานุกรม (ต่อ)

32. มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค. แคมเปญผู้บริโภคที่รัก ชี้คะแนนการสำรวจนโยบายสาธารณะฯ ซูเปอร์มาร์เก็ตไทย สูงขึ้น ย้ำพลังเสียงผู้บริโภคมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธุรกิจห้างค้าปลีกฯ ไปในทิศทางที่ดีขึ้น ในงาน “เปิดคะแนนซูเปอร์ฯ ไทย ปี 2021 ปลายภาคนี้ ใครคือตัวท็อป?” [อินเทอร์เน็ต]. เข้าถึงได้จาก:
https://consumerthai.org/old/cms/index.php?option=com_content&task=category§ionid=7&id=26&Itemid=60&limit=50&limitstart=40
33. แม่บ้าน. (2559). คอร์นเฟลก ธัญพืชกรอบ อุดมคุณค่า. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 4 ม.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.maeban.co.th/บทความ/89/คอร์นเฟลก-ธัญพืชกรอบ-อุดมคุณค่า.php>
34. European Breakfast Cereal Association. The benefits of breakfast and breakfast cereals [อินเทอร์เน็ต]. เข้าถึงได้จาก: https://ceereal.eu/images/publications/DOC_ASPE_CEEREAL_BREAKFASTBROCHURE_FINAL.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง (Procedure) ส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1. ตรวจนับจำนวนเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียล

(1.1) นำชิ้นส่วนของตัวอย่างอาหารเข้าซีเรียลมา 3 ชิ้น

(1.2) นำชิ้นส่วนดังกล่าวใส่ลงในอาหารเหลว PDB (Potato dextrose broth, Difco) นำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

(1.3) นำสารแขวนลอยจุลินทรีย์ดังกล่าวทำ Serial dilution ที่ระดับความเจือจาง 10⁻¹ ถึง 10⁻⁶

(1.4) หยดสารแขวนลอยจุลินทรีย์แต่ละระดับความเจือจางปริมาณ 0.1 ml ลงบนอาหาร PDA (Potato dextrose agar, Difco) แล้วเกลี่ยให้ทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Spread plate method

(1.5) บ่มอาหารเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง

(1.6) นับจำนวนเชื้อราที่เจริญบนอาหารวัน

2. แยกเชื้อบริสุทธิ์ (Isolation & Purification)

(2.1) คัดเลือกโคโลนีเดี่ยว หรือโคโลนีของราที่มีลักษณะแตกต่างกันลงในอาหาร PDA ที่ 25 องศาเซลเซียส

(2.2) ดูการเจริญ 3-14 วัน

(2.3)

3. จัดจำแนกสายพันธุ์จุลินทรีย์โดยตรวจวิเคราะห์บริเวณ ITS region และลักษณะทางสัณฐานของรา

(3.1) การเตรียมตัวอย่าง

(3.1.1) เลี้ยงราในอาหารเหลว PDB โดยบ่มในเครื่องปั่นเหวี่ยง 250 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

(3.1.2) นำเส้นใยที่ได้จากข้อ 3.1.1 บดให้ละเอียดด้วยโกร่งในขณะที่เติมไนโตรเจนเหลว

(3.1.3) สกัด DNA รา ตามขั้นตอนของชุดสกัด (Thermo Scientific)

(3.2) ตรวจสอบปริมาณ DNA

(3.3) เพิ่มปริมาณ DNA ก่อนส่งบริษัท Apical Scientific Sdn Bhd เพื่ออ่านลำดับเบส

(3.4) วิเคราะห์ลำดับเบสด้วยการใช้โปรแกรม ดังนี้ Bioedit@7.2 และ Finch TV 1.4

(3.5) เปรียบเทียบลำดับเบสที่วิเคราะห์ได้กับฐานข้อมูล NCBI และ Mycoback ณ วันที่ 20

กันยายน 2565

4.การวิเคราะห์ลักษณะสัญญาณ

(4.1) การเตรียมตัวอย่าง

เลี้ยงราตัวอย่างบนอาหาร PDA แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน
ก่อนถ่ายภาพตัวอย่างด้วยกล้องถ่ายรูป

(4.2) สังเกตลักษณะเส้นใยและสปอร์ของราจากงานอาหารเลี้ยงเชื้อ และถ่ายรูปภายใต้กล้อง
จุลทรรศน์

ภาคผนวก ข

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.) กำหนด

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อ.ย.) กำหนด

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยสำนักอาหารร่วมกับสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้โดยจัดทำโครงการวิจัยเพื่อศึกษาและจัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานตามหลักการวิเคราะห์ความเสี่ยง และได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ทั้งนี้ในเบื้องต้นได้ดำเนินการกับจุลินทรีย์ที่มีปัญหาในทางปฏิบัติก่อน (*Enterobacter sakazakii*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens*) โดย *Cronobacter sakazakii* พบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์นมผงสำหรับทารกที่นำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับ *Listeria monocytogenes* มีความเสี่ยงต่อหญิงตั้งครรภ์ แต่ยังไม่มีความชัดเจนว่าควรวิเคราะห์ในอาหารประเภทใด ส่วน *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ข้อกำหนดไม่สอดคล้องกับมาตรฐานของต่างประเทศที่กำหนดให้มีปริมาณที่ยอมรับได้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	ศิริรัตน์ อย่างรัตนโชติ
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีสำนักวิชาการแพทย์บูรณาการณ สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ประสบการณ์ทำงาน	ธุรกิจสปา ณ ประเทศอิตาลี