

การเสื่อมเสียของอาหาร (Food Deterioration)

¹อานง ใจแน่น ¹เสาวลักษณ์ กันจันะ ²ศิริกร โรจนศักดิ์

¹คณะโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง

²มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง

บทคัดย่อ

การเสื่อมเสียของอาหาร หมายถึง การที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพซึ่งรวมถึง สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนถึงความปลอดภัยของอาหาร และอาหารไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถแบ่งลักษณะการเสื่อมเสียของอาหารตามความยากง่ายได้ 3 ประเภท คือ อาหารประเภทเสื่อมเสียยากที่สามารถเก็บได้นานหลายเดือนหรือนานนับปี อาหารที่เสื่อมเสียเร็วปานกลางที่อาจเน่าเสียภายใน 1-2 สัปดาห์ และอาหารประเภทเน่าเสียง่ายซึ่งเกิดการเน่าเสียขึ้นได้ภายใน 1-2 วันปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารชนิดต่างๆ จะประกอบด้วย สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะปรากฏของอาหาร เป็นต้น การสูญเสียคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าแสดงว่าอาหารนั้นมีการเสื่อมคุณภาพหรือเน่าเสีย การมีความรู้และความเข้าใจในปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหารจะทำให้สามารถค้นหาวิธีการเพื่อควบคุมและป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารได้ โดยปัจจัยภายในตัวอาหารหลักที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร ได้แก่ จุลินทรีย์ในอาหาร ความเป็นกรดต่าง (pH) แอคทิวิตีของน้ำ (Water activity: Aw) สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีขององค์ประกอบในอาหาร และสมบัติทางชีวภาพของอาหาร

คำสำคัญ : การเสื่อมเสียของอาหาร, ความหมายของการเสื่อมเสียของอาหาร, ประเภทของอาหารที่เสื่อมเสีย, ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหาร

Abstract

Deterioration of food refers to changes in food quality including color odor taste and texture of food and loss of nutritional value as well as food safety and food is not acceptable to consumers. Food deterioration characteristics can be divided into 3 types according to difficulty: hard deterioration foods that can be stored for months or even years. Moderately perishable food that may perish within 1-2 weeks and perishable food which spoils within 1-2 days. Factors affecting consumer acceptance of different types of food include: Color, texture, odor, taste, shape, appearance of food, a loss of one or more attributes indicates that the food has deteriorated or spoiled. By having knowledge and understanding of the factors involved in food spoilage, methods can be found to control and prevent changes in food quality. The main intrinsic factors that affect food deterioration are microorganisms in food. pH, water activity (Aw), physical properties, chemical properties and biological properties of food.

Keywords : Food Deterioration, Definition of Food Deterioration, Types of Deteriorated Food, Factors related to Food Deterioration.

บทนำ

อาหารถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิต อาหารบางชนิดเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย (Perishable foods) เช่น อาหารทะเล เนื้อสัตว์ นํ้านม และผัก เป็นต้น อาหารบางชนิดเสื่อมเสียยาก เช่น ธัญชาติ พืชตระกูลถั่ว และพืชหัว เป็นต้น กระบวนการทางชีวเคมี เช่น การหายใจของเนื้อเยื่อพืช เอนไซม์ที่ยังคงทำงานอยู่ภายในเซลล์ นอกจากนี้ก็ยังมีปัจจัยภายนอก ได้แก่ สภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น ออกซิเจน แสง และการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ขึ้นมากมายระหว่างการขนส่ง การแปรรูป และการเก็บรักษา การเสื่อมคุณภาพและการเสื่อมเสียของอาหารหมายถึงการที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านสี กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะ เนื้อสัมผัส คุณค่าทางอาหาร ตลอดจนความปลอดภัยในการบริโภค การเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ลดปริมาณการบริโภค และอาจเกิดการแพร่ระบาดของโรคที่มากับอาหารได้ การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการถนอมอาหารเพื่อชะลอหรือลดการสูญเสียคุณภาพ จำเป็นจะต้อง มีความรู้และความเข้าใจในธรรมชาติและส่วนประกอบของอาหาร ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ รวมทั้งความรู้ในด้านจุลินทรีย์

ความหมายของการเสื่อมเสียของอาหาร

การเสื่อมเสียของอาหาร หมายถึง การที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพซึ่งรวมถึง สี กลิ่น รส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนจนถึงความปลอดภัยของอาหาร และอาหารไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถแบ่งลักษณะการเสื่อมเสียของอาหารตามความยากง่ายได้ 3 ประเภท

ประเภทของอาหารที่เสื่อมเสีย

1. **อาหารประเภทเสื่อมเสียยาก** คือ อาหารที่มีความคงตัวดี มีปริมาณน้ำอิสระต่ำ หรือมีความชื้นน้อยมาก เช่น ธัญชาติ ถั่วเมล็ดแห้ง น้ำตาล และแป้ง อาหารประเภทนี้มีความชื้นไม่เกิดร้อยละ 12 จึงสามารถเก็บได้นานหลายเดือนหรือนานนับปี

2. **อาหารที่เสื่อมเสียเร็วปานกลาง** คือ อาหารที่มีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก เช่น ผักและผลไม้ที่แก่เต็มที่ถึงแม้ว่าอาหารพวกนี้จะมีน้ำมากก็ตามมีเนื้อเยื่อที่ยึดเกาะกันแน่นและส่วนใหญ่มีเปลือกห่อหุ้มอยู่จึงเก็บได้ค่อนข้างนาน สำหรับอาหารบางชนิดอาจเน่าเสียภายใน 1-2 สัปดาห์

3. **อาหารประเภทเน่าเสียง่าย** คือ อาหารที่มีปริมาณน้ำมาก เช่น ผัก ผลไม้ นมสด เนื้อสัตว์ ปลา และอาหารทะเล ซึ่งเกิดการเน่าเสียขึ้นได้ภายใน 1-2 วันเท่านั้น

สาเหตุหลักของการเสื่อมเสียของอาหาร

จุลินทรีย์ในอาหาร

จุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา มักเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเน่าเสียและเกิดโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากสามารถพบได้ทั่วไปในดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งในอาหาร เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตอาหารที่ไม่ถูกสุขอนามัย โรงงานอุตสาหกรรมอาหารจนทำให้จุลินทรีย์เกิดการปนเปื้อนลงไปในอาหารและอยู่สภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม จุลินทรีย์เจริญ อาหารเสื่อมเสีย จึงมีปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ ชนิดของจุลินทรีย์ อาหารสด และผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกรรมวิธีการถนอมและแปรรูปอาหารแล้วมักมีแบคทีเรีย ยีสต์ และราปนเปื้อนเสมอ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถเพิ่มจำนวนจนส่งผลให้อาหารเน่าเสีย ยกเว้นเชื้อไวรัสที่สามารถเพิ่มจำนวนในอาหารได้ ปริมาณจุลินทรีย์ จุลินทรีย์เมื่อมีการปนเปื้อนในอาหารแล้วต้องมีการเพิ่มปริมาณที่มากพอ จึงจะทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะหรือคุณสมบัติจนสังเกตได้ ส่วนประกอบของสารอาหาร อาหารแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต่างกัน ดังนั้นชนิดและสัดส่วนของสารอาหารในอาหารจึงมีความสำคัญในการกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเติบโตในอาหารนั้นๆ ปริมาณความชื้นของอาหารที่มีความชื้นสูงหรือปริมาณน้ำอิสระมาก จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญได้ดีและรวดเร็ว เมื่อนำอาหารมาผ่านกรรมวิธีที่ทำให้อาหารมีความชื้นต่ำลง เช่น การตากแดด การอบแห้ง ก็จะทำให้มีจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญได้น้อยลงจุลินทรีย์ทุกชนิดต้องการน้ำในการเจริญเติบโต ถ้าหากขาดน้ำจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ค่าความเป็นกรด ด่างระดับที่เอชที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตในอาหารได้แตกต่างกันได้ ปริมาณออกซิเจนจุลินทรีย์สามารถแบ่งความต้องการหรือไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตได้ 3 พวก คือ จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ aerobic microorganism จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ anaerobic microorganism จุลินทรีย์ที่เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน facultative micro-organism อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของจุลินทรีย์อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ชนิดและปริมาณสารยังยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ อาหารบางชนิดมีสารยับยั้ง การเจริญของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งสารยับยั้งมาจาก 5 แหล่งด้วยกัน คือ

1) สารยับยั้งที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นเองในระหว่างการเจริญเติบโต

2) สารยับยั้งที่มีอยู่ในอาหารเองตามธรรมชาติ

- 3) สารยับยั้งที่ดั้งเดิมในอาหาร
- 4) สารยับยั้งที่เกิดจากกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร
- 5) โครงสร้างทางชีวภาพของอาหาร

จุลินทรีย์ในอาหาร มาจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม รวมถึงสิ่งที่มีมนุษย์เติมลงไปเพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ต้องการจุลินทรีย์ในอาหารแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

แบคทีเรีย ที่ก่อโรคในคนซึ่งติดต่อมาสู่คนผ่านทางอาหารเป็นหลัก เรียกว่า แบคทีเรียก่อโรคในอาหาร (ภาวิน ผดุงทศ, 2547) อาหารที่ปนเปื้อนแบคทีเรียนอกจากจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษแล้วยังมีผลต่อคุณภาพของอาหารอีกด้วย เช่น ทำให้อาหารเน่าเสีย (Spoilage) โดยชนิดของแบคทีเรียที่พบมากในอาหาร ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes* กลุ่มของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคนซึ่งติดต่อมาสู่คนผ่านทางอาหารเป็นหลัก เรียกว่า แบคทีเรียก่อโรคในอาหาร (ภาวิน ผดุงทศ, 2547) อาหารที่ปนเปื้อนแบคทีเรียนอกจากจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษแล้วยังมีผลต่อคุณภาพของอาหารอีกด้วย เช่น ทำให้อาหารเน่าเสีย (Spoilage) โดยชนิดของแบคทีเรียที่พบมากในอาหาร ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*

แบคทีเรียสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ แต่ในบทความนี้จะกล่าวถึงการจำแนกแบคทีเรียตามสมบัติในการย้อมสีแบบแกรม (Gram stain) ซึ่งใช้ในการศึกษาลักษณะรูปร่างของแบคทีเรีย แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. แบคทีเรียแกรมบวก (Gram-positive bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ย้อมด้วยสีย้อมสีคริสตัล ไวโอเลต (crystal violet) แล้วติดสีม่วง แบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่ *B. cereus*, *C. botulinum*, *Staphylococcus*
2. แบคทีเรียแกรมลบ (Gram-negative bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ย้อมด้วยสีย้อมสีแซฟรานิน (safranin) แล้วติดสีแดง แบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่ *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter*, *E. coli* แหล่งที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียสู่อาหาร (Frazier, WC.; and Westhoff, DC., 1978)

อาหารที่เราบริโภคกันในปัจจุบัน มักปนเปื้อนจุลินทรีย์ โดยเฉพาะแบคทีเรียจากแหล่งต่างๆ ที่พวกมันอาศัยอยู่ ตัวอย่างเช่น จากพืชผักผลไม้ สัตว์ น้ำเสีย ดิน อากาศ การสัมผัสและกระบวนการผลิต ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนจากแหล่งอื่นๆ อีกมากมาย โดยแบคทีเรียก็จะมีชนิดที่แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมนั้นๆ ด้วย

1. พืชผักและผลไม้ (Green plants and Fruits)

ในธรรมชาติจุลินทรีย์ที่พบในพืชผักและผลไม้มีความหลากหลาย แต่ที่พบโดยทั่วไป คือ *Pseudomonas*, *Aloaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Coliforms* และแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus bravis*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus* spp. จำนวนของจุลินทรีย์จะพบในพืชและสิ่งแวดล้อมที่พวกมันอาศัยอยู่ โดยมีจำนวน 200-300 หรือ 1,000 เซลล์ต่อตารางเมตร ไปจนถึง 1,000,000 เซลล์ต่อตารางเมตร ตัวอย่างเช่น ที่ผิวของมะเขือเทศที่ล้างอย่างดีแล้ว จะพบจำนวนจุลินทรีย์ 400-700 เซลล์ต่อตารางเมตร ในขณะที่มะเขือเทศที่ไม่ได้ล้างจะพบหลายพันเซลล์

บริเวณผิวด้านนอกของกะหล่ำปลีที่ไม่ได้ล้างมีจุลินทรีย์ปนเปื้อน 1-2 ล้านเซลล์ต่อกรัม แต่ถ้าล้างแล้วจะเหลือ 200,000 ถึง 500,000 เซลล์ต่อกรัม บริเวณผิวด้านในของกะหล่ำปลีจะมีจำนวนจุลินทรีย์ 100-150,000 เซลล์ต่อกรัม โดยที่ผิวของพืชที่มีการปนเปื้อนนั้นมาจากแหล่งต่างๆกัน ได้แก่ ดิน น้ำ น้ำเสีย อากาศและสัตว์ เมื่อไห้ร่กัตามทีส่ภาวะสำหรับการเจริญของพืชในธรรมชาติและการปนเปื้อนเกิดขึ้น การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ชนิดสำคัญก็จะเกิดขึ้นด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว (harvesting) ซึ่งวิธีการล้างทำความสะอาดจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้

2. สัตว์ (Animals)

แหล่งที่มาของจุลินทรีย์จากสัตว์มาจากจุลินทรีย์บริเวณผิวหนัง จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร และจุลินทรีย์ในระบบทางเดินหายใจ ที่บริเวณผิวหนัง กีบเท้าและขนของสัตว์เป็นจุลินทรีย์ที่มาจากดิน ปุ๋ยคอก อาหารสัตว์ และน้ำ ที่ผิวหนังของสัตว์หลายชนิดจะพบจุลินทรีย์จำพวก Micrococci, Staphylococci และ beta hemolytic Streptococci, Staphylococci ส่วนจุลินทรีย์ที่พบในอุจจาระสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นพวกเอนเทอริก แบคทีเรีย เช่น Salmonella ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้อาจปนเปื้อนไปในเนื้อ ไข่ หรือผลิตภัณฑ์จากไข่ Salmonella ที่ปนเปื้อนไปกับไข่สามารถลดลงได้โดยการพาสเจอไรส์ผลิตภัณฑ์จากไข่นั้นๆ (วิลาวณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)

เนื้อหมูหรือเนื้อวัวอาจจะปนเปื้อน Salmonella เพราะกระบวนการผลิตและการสัมผัสทำให้เกิดโรค salmonellosis ในมนุษย์ โดยปกติแล้วการฆ่าสัตว์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคนี้น่าไ้ด้นัก แต่จากสถิติที่ผ่านมาไข่และผลิตภัณฑ์จากไข่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค salmonellosis มากกว่า

เชื้อโรคจากสัตว์เป็นจำนวนมากสามารถถ่ายทอดไปสู่คนได้โดยทางอาหาร เช่น *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella*, *Listeria*, *Campylobacter*, *Brucella*, *Salmonella*, *E.coli*, *beta hemolytic Streptococci* โดยอาจติดไปทางเนื้อสัตว์ นม หรือไข่ (วิลาวณย์ เจริญจิระตระกูล , 2539)

3. น้ำเสีย (Sewage)

น้ำเสียเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารและพืชผักมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ โดยเฉพาะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ในน้ำเสียประกอบไปด้วยจุลินทรีย์จำพวก coliform bacteria, anaerobes, enterococci และแบคทีเรียในลำไส้ชนิดอื่น นอกจากนี้ยังปนเปื้อนในสัตว์น้ำที่มีเปลือก ปลาและอาหารทะเลอื่นๆ อีกด้วย

4. ดิน (Soil)

ดินเป็นแหล่งที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายและมีจำนวนมากที่สุด เมื่อไห้ร่กัตามทีต้องการหาจุลินทรีย์ชนิดใหม่ๆ ดินจะเป็นแหล่งแรกที่มีการสำรวจ จุลินทรีย์ที่พบในดิน ได้แก่ Bacillus, Clostridium, Enterobacter, Escherichia, Micrococcus, Alcaligenes, Flavobacterium, Chromobacterium, Pseudomonas, Proteus, Streptococcus, Leuconostoc และ Acetobacter

จุลินทรีย์ในดินอาจปนเปื้อนอาหารได้โดยติดไปกับพืชผักที่ปลูกในดินนั้นๆ โดยมาจากผิวหนังสัตว์ที่อาศัยอยู่บนดิน ดินที่แห้งกลายเป็นฝุ่นละอองถูกพัดพาไปโดยกระแสลม หรือเศษดินที่ติดไปกับน้ำ (วิลาวณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)

5. อากาศ (Air)

การปนเปื้อนของอาหารจากอากาศมีความสำคัญสำหรับสุขภาพอนามัย จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ อาจแพร่กระจายโดยอากาศหรือผลิตภัณฑ์ของอาหารมีการปนเปื้อน ทำให้มีการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์ได้

แบคทีเรียที่พบในอากาศมักพบพวกกรุปกลมมากกว่ารูปท่อนและอาจพบในรูปสปอร์ พวกที่พบ เช่น Staphylococcus, Bacillus การที่มักพบจุลินทรีย์ในอากาศอยู่ในรูปของสปอร์เนื่องจากสปอร์มีอัตราเมแทบอลิซึมต่ำ สปอร์บางชนิดมีผนังหนาทำให้ป้องกันความแห้ง สปอร์บางชนิดมีสีดําทำให้ป้องกันการถูกทำลายโดยรังสีอัลตราไวโอเลต จุลินทรีย์ในอากาศสามารถปนเปื้อนไปในอาหารได้ โดยการสัมผัสกับอาหารระหว่างการผลิต การบรรจุ การขนส่ง หรือการเก็บรักษา จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากอากาศมีความสำคัญทั้งทางด้านสุขาภิบาลและด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้มีทั้งพวกที่ทำให้เกิดโรค โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและพวกที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)

6. การสัมผัสและกระบวนการผลิต (During handling and Processing)

การปนเปื้อนของอาหารจากแหล่งธรรมชาติ อาจเกิดขึ้นก่อนที่อาหารจะถูกเก็บเกี่ยว รวบรวมหรือในระหว่างการสัมผัสและกระบวนการผลิตอาหาร ในการปนเปื้อนอาจมาจากอุปกรณ์ที่ใช้ทำอาหาร บรรจุภัณฑ์และจากผู้นประกอบอาหาร โดยผู้ผลิตพยายามที่จะเตรียมอุปกรณ์ให้มีความสะอาดและถูกสุขอนามัย เพื่อลดการปนเปื้อนให้ได้มากที่สุด

วิธีการล้างเป็นการกำจัดจุลินทรีย์บริเวณผิวอาหารออกไป แต่ถ้าหากใช้น้ำไม่สะอาดล้างก็จะเป็นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ลงไปในอาหาร การใช้รังสี สารเคมี หรือความร้อนในระหว่างการผลิต ก็เป็นการลดจำนวนจุลินทรีย์ในอาหารลงได้ (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)

แบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

แบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหารนั้นมีหลายสกุลด้วยกัน แต่ละสกุลทำให้เกิดผลเสียต่ออาหารแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและชนิดของแบคทีเรีย ในบทความนี้จะแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ๆ ดังนี้

1. แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ คือ อาการป่วยที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษปนเปื้อน ได้แก่ สารพิษจากแบคทีเรีย ไวรัส พยาธิ สารเคมี หรือโลหะหนัก ฯลฯ อาการโดยทั่วไป ได้แก่ อาเจียน อุจจาระร่วง และปวดท้อง

การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ พบได้จากการที่คนจำนวนมากรับประทานอาหารร่วมกัน และมีอาการอย่างรวดเร็วหลังจากรับประทานอาหารแล้ว การเก็บตัวอย่างส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการโดยละเอียดและทันที่ เป็นส่วนสำคัญในการสอบสวนโรค ผู้ป่วยเพียงรายเดียว อาจะยากในการค้นหาสาเหตุ ยกเว้น botulism ที่มีอาการทางคลินิกที่เด่นชัด โรคอาหารเป็นพิษอาจจะเป็นสาเหตุที่พบบ่อยมากในการป่วยเฉียบพลัน แต่การรายงานผู้ป่วยและการระบาดของโรคยังต่ำกว่าความเป็นจริงมาก จากการรายงานขององค์การอนามัยโลกในปี ค.ศ.2000 มีผู้เสียชีวิตด้วยโรคท้องร่วงถึง 2.1 ล้านคน

2. แบคทีเรียสกุลอื่นๆที่มีความสำคัญทางอาหาร (มณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) นอกจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่ยังมีแบคทีเรียสกุลอื่นๆที่มีความสำคัญทางอาหารอีกมากมาย เช่น *Proteus* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างท่อนสั้น ทำให้อาหารที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเน่าเสีย *Pseudomonas* เป็นแบคทีเรียแกรมลบกลุ่มใหญ่ที่สุดซึ่งพบในอาหารสด นอกจากนี้ยังพบทั่วไปในดินและน้ำเสีย เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งอุณหภูมิปานกลางและอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้อาหารในตู้เย็นเน่าเสีย *Serratia* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ใช้เอนไซม์ย่อยโปรตีน จึงทำให้อาหารและเนื้อสัตว์เน่าเสีย เป็นต้น

แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่น่ากลัวเพราะเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากในสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยเฉพาะในอาหาร หากมีการปนเปื้อนแบคทีเรียในอาหารแล้วย่อมทำให้เกิดผลเสียต่างๆ ตามมา เช่น ทำให้อาหารเน่าเสีย ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อร่างกายหรือทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้น

ผู้บริโภคจึงควรรู้จักแหล่งที่มาของแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร แบคทีเรียเหล่านี้จะพบได้ที่ใด เข้าถึงอาหารได้อย่างไรบ้างและรู้จักวิธีการป้องกัน ก็จะทำให้ผู้บริโภคสามารถควบคุม ระวังและหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดสิ่งผิดปกติต่างๆขึ้นได้ ถึงแม้จะป้องกันแบคทีเรียไม่ได้ทั้งหมด แต่อย่างน้อยก็อาจเป็นการลดจำนวนแบคทีเรียที่เกิดขึ้น โดยไม่ทำให้อาหารและร่างกายของผู้บริโภคเองเกิดความเสียหาย หากเราปฏิบัติตามข้อปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดโรคติดเชื้อจากอาหารได้ครบถ้วนทุกข้อ จะทำให้สามารถบริโภคอาหารได้อย่างปลอดภัยและใช้ชีวิตได้อย่างปกติสุข

ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย เจริญได้ทั้งสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ยีสต์จำนวนมากสามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่ยีสต์ไม่ทนความร้อน จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เจริญได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรด มี pH ต่ำ มีน้ำตาลสูง a_w ต่ำ และมีสารกันบูดอยู่ด้วย ดังนั้นจึงมักเป็นสาเหตุของอาหารเสื่อมเสียในอาหารประเภทผัก และผลไม้ดอง น้ำเชื่อม น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง แยม และโยเกิร์ต

การที่ยีสต์เจริญในอาหารไม่ก่อให้เกิดอันตราย แต่ทำให้อาหารเสื่อมเสียโดยเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ทำให้อาหารมีกลิ่นรสเปลี่ยนไปจากเดิม เกิดกลิ่นเหม็นหมัก และมีฟองก๊าซเกิดขึ้น เช่น น้ำผลไม้จะเกิดแอลกอฮอล์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้นของกรดลดลง ทำให้อาหารมีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียได้

นอกจากนี้ยังอาจเกิดเมือกหรือฝ้าบริเวณผิวหน้า ยีสต์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย *Candida sp.* *Debaryomyces sp.* *Hansenula sp.* *Kluveromyces sp.* *Rhodotorula sp.* *Saccharomyces sp.* *Torula sp.* *Zygosaccharomyces sp.* เช่น เตี๋ยวกับแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย มีการนำยีสต์และราเดิมลงไปในการผลิต ผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ยีสต์ในอุตสาหกรรมขนมปัง เบียร์ ไวน์ และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นต้นและการเดิมเชื้อรา *Penicillium camembertii* บนผิวหน้าของเนยแข็ง เช่น *Brie Camembert* เพื่อช่วยพัฒนากลิ่นรสและเนื้อสัมผัส

รา เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเห็นด้วยตาเปล่า ต้องการออกซิเจน ในการเจริญ โดยทั่วไปราเจริญได้ช้ากว่าแบคทีเรียและยีสต์ แต่สามารถเจริญและทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่า เราสามารถเจริญได้ในอาหารหลากหลายชนิดทั้งที่มีความชื้นต่ำ อาหารที่มีความเป็นกรดและเป็นกลาง เช่นเนื้อสัตว์ เนยแข็ง ผลไม้ และขนมปัง ราชอบสภาวะที่เป็นกรดมากกว่า ดังนั้นการเจริญของราที่ผิวของผลไม้และแยม ราเจริญได้ดีในอุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในระดับแช่เย็นยังสามารถเจริญได้ ราส่วนใหญ่ไม่ทนความร้อนจะถูกทำลายที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส เมื่อราเจริญจะสร้างเส้นใย มีลักษณะเป็นปุย คล้ายสาหร่าย มีสีต่างๆ ทั้งสีขาว ชมพู เหลือง เขียว น้ำตาล และสีดำ การเสื่อมเสียที่เกิดจากรา สังเกตได้จากการ

ผลิตสารให้สีที่มองเห็นด้วยตา ผลิตเมือก เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นก๊าซและแอลกอฮอล์ให้กลิ่นรสที่ผิดปกติ ราที่ทำให้อาหารเน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพ ได้แก่ *Aspergillus sp.* *Cladosporium sp.* *Geotrichum sp.* *Mucor sp.* *Penicillium sp.* *Rhizopus sp.* และ *Thamnidium sp.* แม้ว่าราส่วนใหญ่จะไม่ผลิตสารพิษและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ยังมีการนำราบางชนิดมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารการผลิตอาหารและอุตสาหกรรมยา ทำให้มีความเข้าใจกันว่าอาหารที่มีราเจริญปลอดภัยในการบริโภค เพียงเดือนหรือตัดเฉพาะบริเวณที่มีการเจริญของราออก แต่ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยพบว่าสารที่ราผลิตขึ้นและแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออาหารอาจก่อให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะภายในร่างกาย นอกจากนี้อาจมีการปนเปื้อนราที่ผลิตสารพิษ สารพิษจากราเรียกว่า ไมโครทอกซิน (Mycotoxin) คือ แอลฟาทอกซิน (aflatoxin) ที่เกิดจาก *Aspergillus flavus* ในถั่วลิสง ข้าวโพด พริกป่น และอื่น ๆ ทำให้ เป็นโรคตับและมะเร็ง ดังนั้นจึงไม่ควรบริโภคอาหารที่มีการทำลายของรา

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารชนิดต่างๆ จะประกอบด้วย สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะปรากฏของอาหาร เป็นต้น การสูญเสียคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าแสดงว่าอาหารนั้นมีการเสื่อมคุณภาพหรือเน่าเสีย อย่างไรก็ตาม อาหารบางชนิดอาจเป็นที่ยอมรับในการบริโภคโดยไม่จัดเป็นอาหารที่เน่าเสียในบางประเทศ เช่น ปลาร้า แต่อาจจัดเป็นอาหารที่เน่าเสียได้ในอีกกลุ่มประเทศ หรือการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาแบบเดียวกัน เช่น การเกิดกรดจากแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก หากเกิดขึ้นอย่างเหมาะสมในผลิตภัณฑ์อาหารหรือเครื่องดื่มประเภทหนึ่งจัดเป็นสิ่งที่ต้องการ เช่น นมหมัก เนยแข็ง หรือ แหนม แต่หากน้ำนมที่เกิดการเปรี้ยวเองตามธรรมชาติจากกรดที่สร้างโดยกลุ่มแบคทีเรียดังกล่าวจะจัดเป็นนมที่เน่าเสีย เป็นต้น ดังนั้นการเน่าเสียของอาหาร หรือเครื่องดื่มไม่ได้พิจารณาเพียงแค่การมีหรือเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ แต่ยังรวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม การเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ลดปริมาณการบริโภค และอาจเกิดการแพร่ระบาดของโรคทางอาหารได้ ดังนั้นการมีความรู้ และความเข้าใจในปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหารจะทำให้สามารถค้นหาวิธีการเพื่อควบคุมและป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารได้

อาหารแต่ละชนิดมีองค์ประกอบและโครงสร้างที่แตกต่างกันทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหารแตกต่างกันไปด้วย การควบคุมอัตราการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารอาจทำได้โดยการปรับปรุงสูตรหรือกำหนดคุณลักษณะของวัตถุดิบเพื่อให้อาหารมีอายุการเก็บเป็นไปตามต้องการ โดยปัจจัยภายในตัวอาหารหลักที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหารมีดังนี้

ความเป็นกรดต่าง (pH)

ความเป็นกรดต่างในอาหารนอกจากจะส่งผลกับรสชาติแล้วยังส่งผลต่อปฏิกิริยาเคมี ชีวเคมี และกายภาพของอาหาร และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วย โดยปฏิกิริยาเคมีของสารในอาหารหรือปฏิกิริยาชีวเคมีของเอนไซม์หลายชนิดจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเป็นกรดต่างของอาหาร (เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) แอนโธไซยานิน (anthocyanins) เป็นต้น การเสถียรภาพของโปรตีน (เช่น การเกิด เคิร์ด (curd) ของนมเปรี้ยว) การเกิดสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน การทำงานของเอนไซม์ที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลต่าง ๆ ของอาหาร (เช่น เพคติน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เป็นต้น) รวมไปถึงส่งผลต่อการเกิดเจลของสารไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด และลักษณะการเรียงผลึกของน้ำตาลหรือโมเลกุลคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ด้วย ส่วนในเรื่องของจุลินทรีย์ความเป็นกรดต่างจะส่งผลต่อการอยู่รอดและ

การเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิด อาหารที่มีความเป็นกรดสูงจะมีการยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่า เช่น เชื้อก่อโรค Clostridium botulinum ไม่สามารถเจริญได้ที่ค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 4.6 เป็นต้น ดังนั้น ในมาตรฐานการปฏิบัติตามสุขลักษณะที่ดี (GAP) จึงมีข้อกำหนดเฉพาะเพิ่มเติมสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด เนื่องจากเสี่ยงต่อการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่านั่นเอง

แอกทิวิตีของน้ำ (Water activity: Aw)

ปฏิกิริยาภายในอาหารที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียจำเป็นต้องอาศัยการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ดังนั้นหากโมเลกุลเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้น ซึ่งหมายความว่าอาหารจะเสื่อมเสียเร็วขึ้นด้วย ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้นคือโมเลกุลของน้ำซึ่งจะแสดงในรูปแอกทิวิตีของน้ำในอาหารที่ทำหน้าที่คล้ายตัวหล่อลื่นให้โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวทำปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงทำให้อาหารมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นด้วย โดยอาหารสด (Perishable food) เช่น เนื้อสัตว์ ผักผลไม้ นม ขนมปัง ฯลฯ จะมี $Aw > 0.85$ อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food) จะมี Aw ระหว่าง 0.6-0.84 และ อาหารแห้ง (dehydrated food) มี $Aw < 0.6$ (3)

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของอาหาร เช่น โครงสร้าง สมบัติการเปลี่ยนสถานะ ระดับความปั่นป่วน ฯลฯ นอกจากส่งผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร ทั้ง ของแข็ง และของเหลวแล้ว ยังส่งผลต่ออัตราการเสื่อมเสียของอาหาร เนื่องจากโครงสร้างของอาหารอาจจะสนับสนุนหรือขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ เช่น ผงน้ำตาลที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวโดยรวมมากกว่าลึกลงขนาดใหญ่มากขึ้นทำให้โอกาสทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศได้มากกว่า อาหารที่มีความหนืดสูงมากอาจทำให้การเกิดปฏิกิริยาเคมีช้าลงเนื่องจากโมเลกุลสารตั้งต้นไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากันได้ หรือโครงสร้างใยอาหารในส่วนรำข้าวของข้าวกล้องทำให้เอนไซม์ย่อยได้ยากกว่าข้าวขาว เป็นต้น

สมบัติทางเคมีขององค์ประกอบในอาหาร

สมบัติทางเคมีของอาหารส่งผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาเคมีในอาหารไม่ว่าจะเป็น ชนิดของสารตั้งต้น ความเข้มข้น การละลายน้ำและตัวทำละลายต่าง ๆ สมบัติเฉพาะตัวของการเกิดปฏิกิริยา รวมถึงสารที่เป็นตัวเร่งและยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาอื่น ๆ ล้วนส่งผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร เช่น ไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูง (โครงสร้างเป็นพันธะคู่หลายพันธะ) จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นกลิ่นหืนได้ง่าย แต่หากมีการเติมสารอื่นที่มีสมบัติการเกิดออกซิเดชันได้ง่ายกว่าไขมันนั้นสารนั้นจะต้านการเสื่อมเสียของไขมันโดยการแข่งขันเกิดปฏิกิริยากับอากาศแทน เป็นต้น นอกจากนี้สารบางชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก็จะสามารถลดอัตราการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้

สมบัติทางชีวภาพ

สมบัติทางชีวภาพของอาหาร เช่น การหายใจของพืช การทำงานของเอนไซม์ในอาหาร เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย เอนไซม์บางชนิดมีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติและทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงในอาหารตามเวลา เช่น เอนไซม์เพคตินเนส (Pectinase) ที่มีอยู่ในผักผลไม้โดยธรรมชาติจะทำให้โครงสร้างเพคตินของผักผลไม้มีความอ่อนนุ่มลงเมื่อเวลาผ่านไป เอนไซม์บางชนิดจะทำงานเมื่อสัมผัสอากาศ เช่น เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลไม้บางชนิด (เช่น แอปเปิ้ล) และการเกิดจุดดำในกุ้ง (melanosis) เอนไซม์เพอรอกซิเดส (Peroxidase) และ ลิเปส (Lipase) ทำให้ไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดกลิ่นหืน เป็นต้น

บทสรุป

ผลิตผลทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้ สัตว์น้ำ และสัตว์บก ภายหลังการเก็บเกี่ยว หรือ การฆ่าจะสามารถเน่าเสียได้โดยง่ายเนื่องจากกระบวนการทางชีวเคมีและเอนไซม์ที่มีในอาหารเองยังคงดำเนินอยู่หรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ซึ่งปนเปื้อนตามธรรมชาติทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ มากมายระหว่างการแปรรูป การขนส่ง และการเก็บรักษา ถ้าไม่มีวิธีการถนอมและแปรรูปอาหารที่เหมาะสมอาหารนั้นก็อาจเสื่อมคุณภาพลงทุกขณะ จนถึงขั้นไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และกระทั่งเกิดการเน่าเสียส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วยได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ จึงควรวางวิธีการลดการเน่าเสียของอาหารโดยใช้เทคโนโลยีการถนอมอาหาร เพื่อไม่ให้อาหารนั้นเกิดการเสื่อมเสีย ทำให้อาหารมีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น มีสภาพใกล้เคียงกับของสดมากที่สุด เกิดการสูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด และเพื่อการใช้ผลิตผลทางการเกษตรเหล่านั้นให้คุ้มค่าสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

จิณห์นิภา เชาวน์ชำนาญ.(2565). ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บของอาหาร. สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2565. สืบค้น

จาก <https://www.itohygiene.com/th/blog/2022/05/252>.

เจริญ เจริญชัย. (2565). การเน่าเสียของอาหาร. สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2565. สืบค้นจาก

<https://ajarncharoen.wordpress.com/2012/02/02/food-degrad/>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์.(2565). Food spoilage / การเสื่อมเสียของอาหาร.

สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2565. สืบค้นจาก <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1232/food-spoilage-การเสื่อมเสียของอาหาร>

มณฑา วัฒนสินธุ์. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอาหาร. จุลชีววิทยาทางอาหาร (Food Microbiology). กรุงเทพฯ

: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545, หน้า 24-34.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. แหล่งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสู่อาหาร. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร. กรุงเทพฯ

: โอเดียนสโตร์, 2539, หน้า 4-7.

Frazier ,WC.; and Westhoff , DC. Contamination of food. Food microbiology. 3 rd ed. New York

: McGraw-Hill, 1978, p. 65-76.

ผู้เขียน

ดร.อานง ใจแน่น

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
Email : anong_jai@dusit.ac.th

อาจารย์เสาวลักษณ์ กันจันะ

อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
Email : saowalak_kan@dusit.ac.th

อาจารย์ศิริกร โรจนศักดิ์

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
Email : sirikorn_roc@dusit.ac.th