รู้ไว้ใช่ว่า...จุลชีววิทยาทางอาหาร by ครูชมบี

ตอนที่ 7 จุลินทรีย์กับการเสื่อมเสียในนมและผลิตภัณฑ์นม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

- อาหารนมจำเป็นต้องมีคุณภาพสูง มีกระบวนการผลิต แปรรูป และจำหน่ายที่ถูกสุขลักษณะ เพราะจุลินทรีย์สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ หรือนำเชื้อโรคมาสู่คนได้ ขณะเดียวกัน จุลินทรีย์บางอย่างก็มีประโยชน์ สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ได้สี กลิ่น และรสที่ตลาดต้องการ และสร้างคุณประโยชน์แก่ร่างกายมนุษย์ อาหารนม จึงเป็นอาหารที่กระทรวงสาธารณะสุขควบคุม และกำหนดมาตรฐานคุณภาพของน้ำนมและผลิตภัณฑ์ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ / เล่มที่ 12 / เรื่องที่ 5 การพัฒนาการเกษตรในชนบท / ผลิตภัณฑ์นมที่สำคัญ)

การเน่าเสียในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม

- pH
  - ปกติ 6.3-6.8 แต่พอในน้ำนมมี lactose จุลินทรีย์ กลุ่ม lactobacillus, streptococcus สามารถเปลี่ยน lactose ⟶ lactic acid ได้
- กลิ่น-รส
  - จุลินทรีย์ใช้สารอาหารในนมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ย่อยโปรตีน, ย่อยไขมัน ทำให้เกิดกลิ่นนมบูด-เน่าเสียได้

การเน่าเสียในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม

- เนื้อสัมผัส
  - การเกิด curd ที่ไม่เปรี้ยว (sweet curding) โดย bacillus, การเกิดเมือก โดย micrococcus
- ก๊าซ
  - โดย clostridium, coliform เพราะ lactose $\longrightarrow CO_2$

การเน่าเสียในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม

- สี
  - สีเหลือง จากการแยกชั้นของไขมัน, เกิดการสร้างสีจากจุลินทรีย์ที่สร้างสีได้ serratia
- ลักษณะปรากฏเชื้อจุลินทรีย์
  - เห็นเชื้อจุลินทรีย์บนผิวของผลิตภัณฑ์ เช่น เนยแข็ง

ชนิดผลิตภัณฑ์นม	จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง	ลักษณะการบ่งชี้
นมพาสเจอไรซ์	Bacillus, Coliform	- กระบวนการพาสเจอไรซ์บกพร่อง - การเก็บรักษาไม่ดี เกิดการงอกของสปอร์
นมยู เอช ที	Clostridium, Enterobacter	- กระบวนการฆ่าเชื้อบกพร่อง - เกิดการเปลี่ยนแปลงหลังการแปรรูป
เนย	Pseudomonas, Rhizopus, Aspergillus	- แบคทีเรียย่อยไขมันได้กรดไขมัน เช่น butyric acid, caproic acid - เกิดกลิ่นหืน
เนยแข็ง	Clostridium, Alternaria	- สปอร์เหลือรอดจากการพาสเจอไรซ์ - แบคทีเรียย่อยไขมันเกิด butyric acid, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไฮโดรเจน (กลิ่นหืน)
นมเปรี้ยว และโยเกิต	Bacillus	- มีก๊าซ - เกิดกลิ่นหมักเปรี้ยว - มี ethanol - เกิดเมือก

การเสื่อมเสียของน้ำนม

น้ำนม (milk) มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก มีค่าแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activity) สูง และมีสารอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิด ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา จึงเป็นอาหารที่เสื่อมเสียได้ง่ายมาก (perishable food) และยังมีโอกาสพบจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning)

การเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ (off-flavor)

- เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์
- เกิดจากสิ่งแวดล้อม
- เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับนม

1. **แบคทีเรีย**
   - เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่ไม่สะอาด และในอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส
   - ดังนั้น ต้องรักษาความสะอาดของโค เครื่องมือ อุปกรณ์ คอก และคนรีดนม และจำเป็นต้องทำให้น้ำนมเย็นลงถึงประมาณ 5 องศาเซลเซียสโดยเร็ว แบคทีเรียที่เติบโตได้ในนม ได้แก่ แบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กทิก กรดบิวทีริก และกรดโพรพีโอนิก และแบคทีเรียที่ทำให้นมเน่าเสีย และมีกลิ่นเหม็น

2. ยีสต์

- ทำลายคุณภาพของอาหารนม แต่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมขนมปัง สุรา และไวน์ ในการผลิต
- ผลิตภัณฑ์นมต้องควบคุมการเจริญเติบโตของยีสต์ โดยใช้ความร้อนสูงกว่า 47 องศาเซลเซียส

3. รา

- จะถูกทำลายโดยการฆ่าเชื้อแบบปาสเตอร์ มีประโยชน์ในการผลิตเนยแข็ง

4. ไวรัส

ได้แก่ แบคทีริโอฟาจ (bacteriophage) ไม่ทำให้นมเสื่อมคุณภาพแต่เป็นตัวทำลายแบคทีเรียที่ใช้ในการแปรรูปนม เช่น นมเปรี้ยวเนยแข็ง ดังนั้นจึงต้องทำลายไวรัสชนิดนี้ โดยใช้ความร้อน และการเพิ่มความเป็นกรด ของผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว

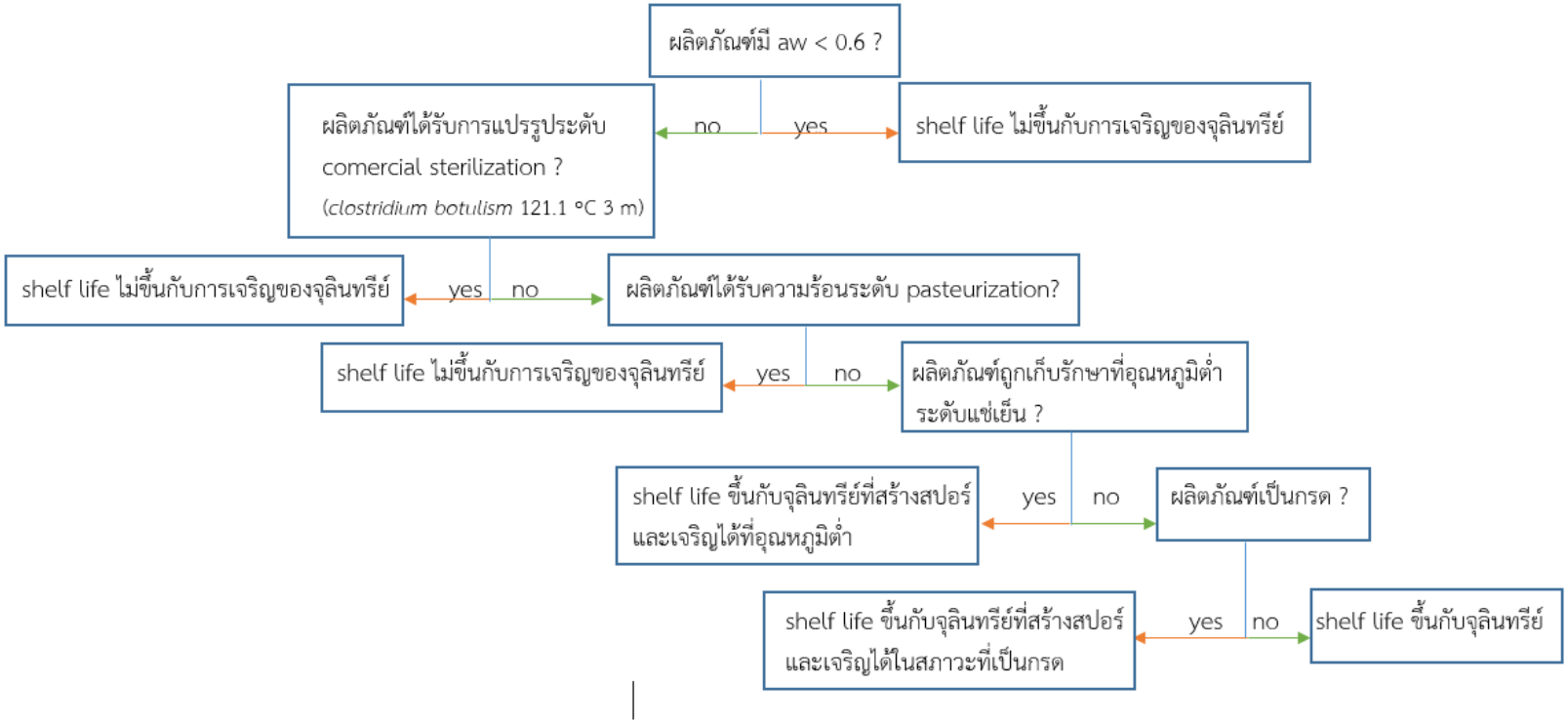
การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial spoilage) จุลินทรีย์ที่พบในน้ำนมส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2552) แบ่งได้เป็นกลุ่มดังนี้

1. กลุ่มเมโซไฟล์ (Mesophilic bacteria) เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส และเป็นแบคทีเรียหลักที่ทำให้น้ำนมที่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเกิดการเสื่อมเสีย รวมทั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร จุลินทรีย์กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่พบเป็นส่วนใหญ่จากผลการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (standard plate count) แหล่งที่มาคือ จากสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น ภายในโรงเรือน ตามพื้นคอกสัตว์, อุปกรณ์ที่ใช้รีดนม, บุคลากรที่เกี่ยวข้อง, ถังบรรจุนมดิบ ฯ

2. กลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform) แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์ ในอุจจาระ ในโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ พบปนเปื้อนได้จาก ภาชนะรีดนม บุคลากร หรือในคอกสัตว์ซึ่งล้างทำความสะอาดไม่ทั่วถึง จากภาชนะบรรจุน้ำนมดิบ แบคทีเรียกลุ่มนี้จะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสุขลักษณะการผลิต

หากตรวจพบจุลินทรีย์กลุ่มนี้มากกว่า 100 เซลล์ ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร แสดงว่ามีสุขลักษณะที่ไม่ดีของฟาร์ม การรีดนม และอาจมาจากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบด้วย การพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในน้ำนมพาสเจอไรซ์ (pasteurized milk) แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดในกระบวนการผลิต และอาจให้ความร้อนสำหรับการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ มีการปนเปื้อนขณะบรรจุ

ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์กับอายุการเก็บของอาหาร



การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมอย่างปลอดภัย

- อ่านฉลาก
  - ดูเครื่องหมาย อย. ที่มีเลขสารบบอาหาร 13 หลักอยู่ มีชื่อและที่อยู่ผู้ผลิต ดูวันหมดอายุ หรือวันที่ควรบริโภคก่อนหมดอายุ
- สังเกตภาชนะบรรจุ
  - ไม่มีรอยฉีกขาด รั่วซึม หรือบวม (เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เปลี่ยนอาหารในนมเป็นก๊าซ)

การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นมอย่างปลอดภัย

- อุณหภูมิการเก็บรักษา
  - นมพาสเจอร์ไรส์ ควรเก็บในตู้เย็น ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส
  - นมยู เอช ที เก็บที่อุณหภูมิห้อง ไม่วางตากแดด หรือใกล้แหล่งความร้อนอื่น ๆ และบริเวณที่เก็บต้องสะอาด
- เนื้ออาหาร
  - ไม่มีลักษณะจับเป็นตะกอน, เป็นเมือก, ยางเหนียว, สีเปลี่ยน หรือมีกลิ่นบูด-เหม็นเน่า

Oxidized flavor (oxidative rancidity)

(ขนิษฐา, 2557)

- เกิดจากปฏิกิริยา autooxidation ของไขมันในน้ำมัน

  ขั้น initiation เกิดมากที่ฟอสโฟลิปิด เป็นองค์ประกอบเยื่อหุ้มหยดไขมัน

  ขั้น propagation เกิดมากที่ไตรกลีเซอไรด์ภายในหยดไขมัน
- การโฮโมจิไนซ์ จะทำให้เยื่อหุ้มหยดไขมันฉีกขาด และมีอนุภาคอื่น เช่น โมเลกุลโปรตีนมาเกาะบนหยดไขมันแทนที่เยื่อหุ้มที่ฉีกขาด เพื่อลดปริมาณฟอสโฟลิปิด

Oxidized flavor (oxidative rancidity)

(ขนิษฐา, 2557)

- การให้ความร้อนสูง (>80 องซาเซลเซียส) ยังทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยา maillard reaction และผลิตภัณฑ์จากการเสื่อมเสียสภาพเนื่องจากความร้อนของโปรตีนเวย์ เช่น sulfhudryl compounds และ H_2S

Oxidized flavor (oxidative rancidity)

(ขนิษฐา, 2557)

- sulfhudryl compounds เช่น หมู่ - SH ในโมเลกุลของกรดแอมิโน ซิสเตอีน ซึ่งจะเกิดเป็นพันธะไดซัลไฟด์ได้ในโมเลกุลของโปรตีน
- hydrogen sulfide /hydrogen sulphide /แก๊สไข่เน่า เป็นสารประกอบที่ไม่มีสี, เป็นพิษ และเป็นแก๊สไวไฟ มีกลิ่นเน่าเหม็นคล้ายไข่เน่า บ่อยครั้งเป็นผลจากแบคทีเรียย่อยสลายซัลไฟต์ในสารอนินทรีย์ในสภาวะขาดออกซิเจน

Rancid flavor (lipolytic, hydrolytic rancidity)

(ขนิษฐา, 2557)

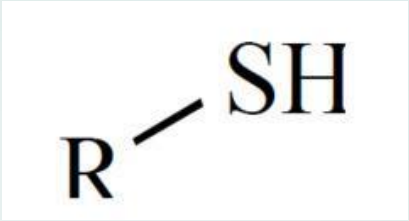
- เกิดจากปฏิกิริยาของ lipoprotein lipase ในนมหรือจากจุลินทรีย์ เมื่อเยื่อหุ้มหยดไขมันถูกทำลาย เอนไซม์จะเข้าไปไฮโดรไลซ์ ไตรกลีเซอไรด์ในหยดไขมันให้กลายเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันอิสระได้

Rancid flavor (lipolytic, hydrolytic rancidity)

(ขนิษฐา, 2557)

- lipoprotein lipase จะเสียสภาพที่ 55 - 60 องศาเซลเซียส ดังนั้นการพาสเจอไรซ์จึงสามารถยับยั้งการทำงานได้
- กลิ่นหืนนี้เกิดจากกรดไขมันสายสั้น ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ และกลิ่นรสจะตกค้างภายในปาก

Cooked flavor



- เกิดจากการได้รับความร้อนสูงในระยะเวลาที่ทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะ β-lactoglobulin เมื่อโปรตีนเสียสภาพจะปล่อย H_2S และ mercaptan (จากหมู่ –SH อิสระภายในโมเลกุล) สารเหล่านี้ทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะตัว เช่น nutty-like, scorched

Sunlight flavor

- เกิดจากการสลายตัวของกรดแอมิโนเมทไธโอนีน โดยไรโบฟลาวินสามารถรับพลังงานจากรังสี UV จากแสงแดดหรือหลอดไฟฟลูออเรสเซนท์ ทำให้โมเลกุลอยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น ซึ่งไรโบฟลาวินในสภาวะนี้สามารถเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของเมทไธโอนีนให้กลายเป็นเมทไธโอนอล (CH_3-S-CH_2-CH_2-CHO) เกิดกลิ่นรสคล้ายยา (medicinal-like) หรือ burnt-protein

THANKS