

การเสียของอาหารนม โดยแบคทีเรียแลคติก

อรณุส สุทธิกลม*

แบคทีเรียแลคติก เป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปในแหล่งต่าง ๆ สามารถเจริญเพิ่มจำนวน ได้ในที่มีคาร์โบไฮเดรต สารประกอบโปรตีน วิตามิน และในที่มีระดับออกซิเจนต่ำ ขบวนการเมแทบอลิซึมของเชื่อนี้มี 2 ชนิด คือชนิด Homofermentative และชนิด Heterofermentative

ชนิด Homofermentative จะใช้กลูโคส และผลิตกรดแลคติกออกมาประมาณ 80% ในขณะที่กลุ่ม Heterofermentative จะใช้กลูโคสและผลิตกรดแลคติกออกมาประมาณ 50% และอีก 50% จะผลิตสารอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก นอกจากนี้ยังมีการผลิตสารพวก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

แบคทีเรียแลคติกยังสามารถผลิตสารอื่น ๆ อีก ได้แก่ สารที่ให้กลิ่นรสแก่อาหาร เช่น ไดอะซีทิล (Diacetyl) อะซีโทอิน (Acetoin) และอัลดีไฮด์ (Aldehyde) ทั้งนี้ปริมาณสารที่ผลิตได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่เป็นเชื้อทนกรด (Aciduric) และชอบกรด (Acidophilic) การผลิตกรดของเชื้อกลุ่มนี้จะมีผลไปยับยั้งการเจริญของเชื้ออื่น ๆ

แบคทีเรียแลคติกพบได้บ่อย ๆ ในอาหารหมักหลายชนิด ขณะเดียวกันอาหารหลายชนิด ต้องไม่มีเชื่อนี้ปนเปื้อนเนื่องจากจะไปทำให้อาหารเสีย ซึ่งจะขอลำถึงบทบาทของเชื้อในการทำให้นมหรือผลิตภัณฑ์นมบางชนิดเสีย

นํ้านม (Milk)

นํ้านมดิบที่ได้จากวัวที่มีสุขภาพสมบูรณ์ จะไม่พบแบคทีเรียแลคติก แต่เชื่อนี้จะปนเปื้อนในนํ้านมได้เนื่องจากติดมากับเครื่องมือที่ใช้ในการรีดนม หน้่าหมัก และอาหารวัว รวมทั้งฝุ่นละอองในอากาศ หากนํ้ามนั้นถูกแช่เย็นไม่เพียงพอจะมีการเจริญของเชื้อ *Streptococcus lactis*

S. lactis มีผลให้นํ้านมมีรสเปรี้ยว และเกิดการตกตะกอนของโปรตีนในนํ้านม สายพันธุ์เชื้อ *Lactobacillus casei*, *L. brevis*, *L. acidophilus* บางครั้งทำให้นํ้านมเกิดเมือก (ropy slime) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต การเจริญของ *S. lactis* subsp. *maltigenes* หรือ *L. maltaromicus* จะให้กลิ่นข้าวมอลต์ออกมาเนื่องจากเชื่อนี้ไปเปลี่ยนกรดอะมิโนเป็นอัลดีไฮด์ บางส่วนของลิพิดจะถูกเปลี่ยนเป็น 3-methylbutanol ดังนั้นการแช่เย็น นํ้านมอย่างถูกต้องจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื่อดังกล่าวได้

นมผง (Powdered Milk)

ในทางนม (Skim milk) และนมผงจะพบแบคทีเรียแลคติกที่ทนความร้อนได้ ดังนั้นหากเชื้อสามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้จะทำให้ผลิตภัณฑ์นี้มีรสเปรี้ยว

เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็งบางชนิดจะมีกลิ่นเหม็นซึ่งเกิดจากเชื้อที่ใช้ในการหมัก หากใช้สายพันธุ์ล้าเชื้อที่ไม่เหมาะสม (ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกล้ำเชื้อผสมหลายชนิด) และมีปริมาณเชื้อแต่ละชนิดในสัดส่วนที่ไม่พอเหมาะจะทำให้การหมักเปลี่ยนแปลงไปการใช้กล้ำเชื้อที่มีจุลินทรีย์ชนิดเดียวจะประสบความสำเร็จในการหมักมีการผลิตกรดลดลงหรือมากขึ้น เนื่องจากเชื้อนั้นได้รับฟาจ (phage) ทำให้คุณสมบัติเชื้อเปลี่ยนแปลง หรือในน้ำนมมีสารเคมีที่ทำให้เชื้อไม่สามารถเจริญได้จะมีผลต่อการหมักเช่นเดียวกันสำหรับ hard - pressed cheese เช่น เชดดาร์ (Cheddar) ผลิตโดยเชื้อ *S. cremoris*, *S. lactis*, *S. lactis* subsp. *diacetylactes* และ *Leuconostoc* spp. โดยเชื้อเหล่านี้เมื่อนำมาผสมในสัดส่วนที่แตกต่างกันพบว่าบางสายพันธุ์ของ *S. lactis* ทำให้เกิดรสขมในเนยแข็งเนื่องจากเชื้อสามารถเจริญได้ในอุณหภูมิที่ต่ำปรุงอาหาร ดังนั้นปริมาณกล้ำเชื้อมากย่อมประกันได้ว่าทำให้เกิดปฏิกิริยา proteolysis ในเคซีน และทำให้เกิดรสขมของสาร hydrophobic oligopeptides

เชื้อสายพันธุ์อื่น ๆ เช่น *S. lactis* มีผลให้เกิดตะกอนในน้ำนม และเชื้อยังคงมีชีวิตต่อไปได้อีกหลายสัปดาห์ในเนยแข็ง และยังผลิตสาร ester ออกมาซึ่งมีส่วนให้เกิดกลิ่นผลไม้ในเนยแข็ง (fruity - off flavors) สาร ester นี้เกิดจากเชื้อ *Streptococci* ผลิตเอทธานอลจากสาร acetaldehyde ซึ่งจะไปรวมกับ butyric หรือ hexanoic acid เกิดเป็น ethyl butyrate หรือ ethyl hexanoate เชื้อ *S. lactis* subsp. *maltygenes* ที่เจริญในน้ำนมจะผลิต 3-methylbutanol ทำให้เกิดกลิ่นข้าวมอลต์ในเนยแข็ง

กลิ่นเหม็นในเนยแข็ง Edam และ Gouda อาจเกิดจากสายพันธุ์เชื้อ Lactobacilli ที่ไม่เกี่ยวกับการหมักเจริญได้ในเนยแข็ง มีเชื้อที่สามารถทนเกลือแกง NaCl ได้ถึง 9% และได้จัดจำแนกว่าเป็นเชื้อในกลุ่ม Streptococcus การเกิดรูหรือการแตกหักในเนยแข็งจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก และมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากกลิ่นของฟีนอลที่ถูกผลิตออกมาในระหว่างการบ่มเนยแข็ง โดยการไปทำให้ โมเลกุลของกรดอะมิโนแตกสลายและเกิดกลิ่นเน่า กรดอะซิติก แอมโมเนีย และคาร์บอน ไดออกไซด์ ยังคงสามารถตรวจพบเชื้อ lactobacilli ในเนยแข็งในระยะ 12-20 สัปดาห์

การผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากเกินไปในการผลิตเนยแข็งเป็นสิ่งที่ไม่ปรารถนาให้เกิดขึ้นเนื่องจากไปทำให้รูปสัมผัส (texture) ของเนยแข็งเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสม เช่นเกิดรู หรือการระเบิดใน Cottage cheese ในขั้นตอนการผลิตไม่ควรพบเชื้อ *S. lactis* subsp. *diacetylactis* ปนเปื้อนเนื่องจากจะไปผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากซิเตรทในน้ำนมที่ทำให้ตะกอนนมลอยขึ้นมาทำให้รูปร่าง (texture) ของเนยแข็ง ไม่ดี *L. casei* เป็นสายพันธุ์ที่คล้ายคลึงกับ *L. brevis* ตรงที่สามารถใช้สารซิเตรทได้ทำให้เชื้อเจริญเพิ่มจำนวนมากในระหว่างการบ่ม Cheddar และ Pecorino Romano Cheese การผลิตคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปทำให้มีก๊าซตกค้างจำนวนมาก

มากในเนยแข็งซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่พึงปรารถนา

ใน Emmenthal Cheese พบสายพันธุ์เชื้อ *S. faecalis* ซึ่งสามารถ decarboxylate tyrosine และ arginine และมีการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้เนยแข็งเกิดรูรูตา (eye) เนื่องจากมีก๊าซทำให้ระเบิด หรือมีกลิ่นเปลี่ยนไป สายพันธุ์เหล่านี้สามารถทนต่อความร้อนระดับต่ำกว่าระดับพาสเจอร์ไรซ์นมได้ เช่นเดียวกับเชื้อ lactobacilli ใน Edam และ Gouda Cheese ดังกล่าวแล้ว

ปัญหาการเน่าเสียที่เกิดจาก lactobacilli ส่วนใหญ่ เช่น *L. casei* มักพบใน Gouda และ Edam Cheese โดยไปสลายในเตาที่ใส่ลงไปเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียม ทำให้มีการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียมพร้อมกับการผลิตก๊าซออกมา การใส่เชื้อ Lactobacilli ในปริมาณต่ำ 2 เซลล์ต่อมิลลิลิตรของเนยแข็งเป็นผลให้ในเตาส่วนใหญ่หายไปในช่วงเวลา 4-6 สัปดาห์ของการบ่ม กลไกการรบกวนในเตาในเนยแข็งยังไม่ทราบ Rogosa (1961) ได้ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งจำกัดปริมาณคาร์โบไฮเดรตเลี้ยงเชื้อ พบว่าบางสายพันธุ์ของ *L. plantarum* และ *L. fermentum* สามารถรีดิวซ์ในเตาเป็น ไนโตรที่ได้นีฟอ 5.0 อย่างไรก็ตามไนโตรที่ยังคงกีดการเจริญเชื้อคลอสตริเดียม ดังนั้นในกรณีนี้จะไม่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเนยแข็ง การเสียใน Swiss Cheese จะพบเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ผลิตภัณฑ์กระตุ้นการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียม มีผลให้เนยแข็งเสีย

การสร้างรงควัตถุทำให้เนยแข็งเปลี่ยนสีก็พบได้เสมอ ๆ การสร้างสีจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ในระหว่างการบ่มทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ใน Romano Cheese ของอิตาลี พบเนยแข็งมีสีชมพูเนื่องจาก lactobacilli พวก *L. bulgaricus* และ *L. helveticus* ในขณะที่การใช้ *L. lactis* ไม่พบการสร้างสี เป็นที่ทราบว่า *L. lactis* มีระบบ lactate-oxidizing system และมีการใช้ออกซิเจนอย่างรวดเร็วเพื่อ oxidize lactose, กลูโคส และแลคเตทในระยะแรก ๆ ของการทำเนยแข็ง

สายพันธุ์ทั้งสองชนิดนี้ค่อนข้างว่างไวกในการทำปฏิกิริยา tyrosine ที่เติมลงในเนยแข็งไป ทำให้เนยแข็ง มีสีเกิดเร็วขึ้น เช่นเดียวกับการสร้างวิตามินซี นอกจากนี้บาง สายพันธุ์ของ *L. plantarum* และ *L. brevis* สามารถผลิตสีส้มทำให้เกิดจุดสนิมในเนยแข็ง

ชีสบรายน (Cheese Brines)

การใช้น้ำเกลือถนอมรักษานเนยแข็งจะพบเชื้อทนเกลือพวก lactobacilli เจริญได้และสร้างเมือกออกมาในน้ำเกลือซึ่งช่วยป้องกันมิให้เกลือซึมเข้าไปในเนยแข็งโดยเมือกจะไปเคลือบผิวเนยแข็งเอาไว้ใน White Pickle Cheese สายพันธุ์ของ *L. plantarum* หรือ *L. casei* สามารถเจริญในที่ที่มีเกลือแ่ง 8% จะผลิตเมือกซึ่งเป็นสารพวก polysaccharide จากการใช้น้ำ lactose เมือกจะถูกผลิตที่ pH ระหว่าง 4-11 ที่ อุณหภูมิ 5-37 °C การสร้างเมือกจะมีมากขึ้นเมื่อมีการเติม calcium chloride หรือ sodium citrate แต่เมื่อมีเกลือแ่งเข้มข้น 10-12% จะป้องกันการสร้างเมือก เพื่อเป็นการกำจัดจุลินทรีย์ชนิดนี้จะต้อง นำน้ำเกลือมาทำการพาสเจอร์ไรซ์ก่อนใช้และต้องใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของ NaCl สูง (10%)

โยเกิร์ต (Yoghurt)

กลิ่นของโยเกิร์ตจากการหมักของเชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ในสัดส่วน 1 ต่อ 1 การใช้กล้ำเชื้อในสัดส่วนไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการเสียโดยมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงไป หากเชื้อ *Streptococcus* มีปริมาณมากกว่าจะพบว่าการผลิต acetaldehyde ลดลงซึ่งสารนี้มีผลต่อการสร้างกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ต และมีผลให้เนื้อโยเกิร์ตหยาบและมีรสเปรี้ยว

หากใส่ *Lactobacillus* มากกว่า การสร้าง diacetyl จะลดลง

เอกสารอ้างอิง

- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 1978 Food Microbiology. AVI. Publ. Co., Westport. Connecticut. 540 P.
- Rose, A.H. 1983. Food Microbiology. Academic Press., London. 198 P.
- Rogosa, M., J. G. Franklin, and K. D. Perry. 1961. Correlation of vitamin requirement with cultural and biochemical characteristics of *Lactobacillus* spp. J. Gen. Microbiol. 25 : 473 - 482.