การเสียของอาหารนม โดยแบคทีเรียแลคติค

อรณุส สุทธิกล่ม*

แบคทีเรียแลคติค เป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปในแหล่งต่าง ๆ สามารถเจริญเพิ่มจำนวน ได้ในที่มีคาร์โบไฮเดรต สารประกอบโปรตีน วิตามิน และในที่มีระดับออกซิเจนต่ำ ขบวนการแมทาบอลิซึมของเชื้อนี้มี 2 ชนิด คือชนิด Homofermentative และชนิด Heterofermentative

ชนิด Homofermentative จะใช้กลูโคส และผลิตกรดแลคติคออกมาประมาณ 80% ในขณะที่กลุ่ม Heterofermentative จะใช้กลูโคสและผลิตกรดแลคติคออกมาประมาณ 50% และอีก 50% จะผลิตสารอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติค กรดฟอร์มิค นอกจากนี้ยังมีการผลิตสารพวก เอทธานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

แบคทีเรียแลคติคยังสามารถผลิตสารอื่น ๆ อีก ได้แก่ สารที่ให้กลิ่นรสแก่อาหาร เช่น ไดอะซิทิล (Diacityl) อะซิโทอิน (Acetoin) และอัลดีไฮด์ (Aldehyde) ทั้งนี้ปริมาณสารที่ผลิตได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียแลคติคที่เป็นเชื้อทนกรด (Aciduric) และชอบกรด (Acidophilic) การผลิตกรดของเชื้อกลุ่มนี้จะมีผลไปยับยั้งการเจริญของเชื้ออื่น ๆ

แบคทีเรียแลคติคพบได้บ่อย ๆ ในอาหารหมักหลายชนิด ขณะเดียวกันอาหารหลายชนิดต้องไม่มีเชื้อนี้ปนเปื้อนเนื่องจากจะไปทำให้อาหารเสีย ซึ่งจะขอกล่าวถึงบทบาทของเชื้อในการทำให้นมหรือผลิตภัณฑ์นมบางชนิดเสีย

น้ำนม (Milk)

น้ำนมดิบที่ได้จากวัวที่มีสุขภาพสมบูรณ์ จะไม่พบแบคทีเรียแลคติค แต่เชื้อนี้จะปนเปื้อนในน้ำนมได้เนื่องจากติดมากับเครื่องมือที่ใช้ในการรีดนม หญ้าหมัก และอาหารวัว รวมทั้งฝุ่นละอองในอากาศ หากน้ำนมนั้นถูกแช่เย็นไม่เพียงพอจะมีการเจริญของเชื้อ *Streptococcus lactis*

S. lactis มีผลให้น้ำนมมีรสเปรี้ยว และเกิดการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำนม สายพันธุ์เชื้อ *Lactobacillus casei, L. brevis, L. acidophilus* บางครั้งทำให้น้ำนมเกิดเมือก (ropy slime) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต การเจริญของ *S. lactis* subsp. *maltigenes* หรือ *L. maltaromicus* จะให้กลิ่นข้าวมอลต์ออกมาเนื่องจากเชื้อนี้ไปเปลี่ยนกรดอะมิโนเป็นอัลดีไฮด์ บางส่วนของลิวซีนจะถูกเปลี่ยนเป็น 3-methylbutanol ดังนั้นการแช่เย็น น้ำนมอย่างถูกต้องจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคใต้

นมผง (Powdered Milk)

ในหางนม (Skim milk) และนมผงจะพบแบคทีเรียแลคติคที่ทนความร้อนได้ ดังนั้นหากเชื้อสามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้จะทำให้ผลิตภัณฑ์นี้มีรสเปรี้ยว

เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็งบางชนิดจะมีกลิ่นเหม็นซึ่งเกิดจากเชื้อที่ใช้ในการหมัก หากใช้สายพันธุ์กล้าเชื้อที่ไม่เหมาะสม (ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกล้าเชื้อผสมหลายชนิด) และมีปริมาณเชื้อแต่ละชนิดในสัดส่วนที่ไม่พอเหมาะจะทำให้การหมักเปลี่ยนแปลงไป การใช้กล้าเชื้อที่มีจุลินทรีย์ชนิดเดียวจะประสบความล้มเหลวในการหมักมีการผลิตกรดลดลงหรือมากขึ้น เนื่องจากเชื้อนั้นได้รับฟาจก์ (phage) ทำให้คุณสมบัติเชื้อเปลี่ยนแปลง หรือในน้ำนมมีสารเคมีที่ทำให้เชื้อไม่สามารถเจริญได้จะมีผลต่อการหมักเช่นเดียวกัน สำหรับ hard - pressed cheese เช่น เชดด้า (Cheddar) ผลิตโดยเชื้อ *S. cremoris, S. lactis, S. lactis* subsp. *diacetylacetes* และ *Leuconostoc spp.* โดยเชื้อเหล่านี้เมื่อนำมาผสมในสัดส่วนที่แตกต่างกันพบว่าบางสายพันธุ์ของ *S. lactis* ทำให้เกิดรสขมในเนยแข็งเนื่องจากเชื้อสามารถเจริญได้ในอุณหภูมิที่ใช้ปรุงอาหาร ดังนั้นปริมาณกล้าเชื้อมากย่อมประกันได้ว่าทำให้เกิดปฏิกริยา 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 hexanic acid เกิดเป็น ethyl butarate หรือ ethyl hexanoate เชื้อ *S. lacto* subsp. *maltygenes* ที่เจริญในน้ำนมจะผลิต 3-methylbutanol ทำให้เกิดกลิ่นข้าวมอลต์ในเนยแข็ง

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

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

มากในเนยแข็งซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่พึงปรารถนา

ใน Emmenthal Cheese พบสายพันธุ์เชื้อ *S. faecalis* ซึ่งสามารถ decaboxylate tyrosine และ arginine และมีการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้เนยแข็งเกิดรูปตา (eye) เนื่องจากมีก๊าซทำให้ระเบิด หรือมีกลิ่นเปลี่ยนไป สายพันธุ์เหล่านี้สามารถทนต่อความร้อนระดับต่ำกว่าระดับพาซเจอร์ไรซ์นมได้ เช่นเดียวกับเชื้อ lactobacilli ใน Edam และ Gouda Cheese ดังกล่าวแล้ว

ปัญหาการเน่าเสียที่เกิดจาก lactobacilli ส่วนใหญ่ เช่น *L. casei* มักพบใน Gouda และ Edam Cheese โดยไปสลายไนเตรทที่ใส่ลงไปเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียม ทำให้มีการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียมพร้อมกับมีการผลิตก๊าซออกมา การใส่เชื้อ Lactobacilli ในปริมาณต่ำ 2 เซลล์ต่อมิลลิตรของเนยแข็งเป็นผลให้ไนเตรทส่วนใหญ่หายไปในระยะเวลา 4-6 สัปดาห์ของการบ่ม กลไกการรีดักชั่นไนเตรทในเนยแข็งยังไม่ทราบ Rogosa (1961) ได้ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งจำกัดปริมาณคาร์โบไฮเดรตเลี้ยงเชื้อ พบว่าบางสายพันธุ์ของ *L. plantarum* และ *L. fermentum* สามารถรีดิวซ์ไนเตรทเป็น ไนไตรท์ได้ที่พีเอช 5.0 อย่างไรก็ตามไนไตรท์ยังคงกดการเจริญเชื้อคลอสติเดียม ดังนั้นในกรณีนี้จะไม่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเนยแข็ง การเสียใน Swiss Cheese จะพบเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ผลิตสารซึ่งกระตุ้นการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียม มีผลให้เนยแข็งเสีย

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

สายพันธุ์ทั้งสองชนิดนี้ค่อนข้างว่างไวในการทำปฏิกริยา tyrosine ที่เติมลงในเนยแข็งไปทำให้เนยแข็ง มีสีเกิดเร็วขึ้น เช่นเดียวกับการสร้างวิตามินซี นอกจากนี้บาง สายพันธุ์ของ *L.plantarum* และ *L. brevis* สามารถผลิตสีส้มทำให้เกิดจุดสนิมในเนยแข็ง

ซีสบรายน์ (Cheese Brines)

การใช้น้ำเกลือถนอมรักษาเนยแข็งจะพบเชื้อทนเกลือพวก lactobacilli เจริญได้และสร้างเมือกออกมาในน้ำเกลือซึ่งช่วยป้องกันมิให้เกลือซึมเข้าไปในเนยแข็งโดยเมือกจะไปเคลือบผิวเนยแข็งเอาไว้ใน White Pickle Cheese สายพันธุ์ของ *L. plantarum* หรือ *L. casei* สามารถเจริญในที่มีเกลือแกง 8% จะผลิตเมือกซึ่งเป็นสารพวก polysaccharide จากการใช้ lactose เมือกจะถูกผลิตที่ pH ระหว่าง 4-11 ที่ อุณหภูมิ 5-37° c การสร้างเมือกจะมีมากขึ้นเมื่อมีการเติม calcium chloride หรือ sodium citrate แต่เมื่อมีเกลือแกงเข้มข้น 10-12% จะป้องกันการสร้างเมือก เพื่อเป็นการกำจัดจุลินทรีย์ชนิดนี้จะต้อง นำน้ำเกลือมาทำการพาสเจอไรซ์ก่อนใช้และต้องใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของ NaCl สูง (10%)

โยเกิร์ต (Yoghurt)

กลิ่นของโยเกิร์ตจากการหมักของเชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ในสัดส่วน 1 ต่อ 1 การใช้กล้าเชื้อในสัดส่วนไม่เหมาะสม 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. Flanklin, and K. D. Perry. 1961. Correlation of vitamin requirement with cultural and biochemical characteristics of Lactobacillus spp. J. Gen. Micrebiol. 25 473 - 482