บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

เนยแข็ง

เนยแข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนม ครีมบัตเตอร์มิลค์ (butter Milk) หรือเวย์ (whey) อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างมาผสมกับเอนไซม์ (enzyme) หรือกรด หรือจุลินทรีย์ จนเกิดการรวมตัวเป็นก้อนแล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำออก และจะนำมาใช้ในลักษณะสดหรือนำมาบ่มให้ได้ที่ก่อนใช้ (ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543) และมีการจำแนกเนยแข็งตามหลักเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. การจำแนกชนิดเนยแข็งตามการตกตะกอน หรือสารที่ใช้ตกตะกอน (Fox, 1993) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น
    - Rennet cheeses เป็นเนยแข็งที่ได้จากการตกตะกอนด้วยเอนไซม์เรนเนท พบได้ทั่วไปในเนยแข็งส่วนใหญ่
    - Acid cheeses เป็นเนยแข็งที่ได้จากการตกตะกอนด้วยกรด เช่น กรดแลคติค ได้แก่ เนยแข็ง Cottage, Quarg, Quesco Blanco และ Cream
    - Heat / Acid cheeses เป็นเนยแข็งที่ได้จากการตกตะกอนโดยใช้กรดและความร้อนร่วมกัน ได้แก่ เนยแข็ง Ricotta, Sapsaco, Ziger และ Schottenziger
    - Concentration / Crystallization cheeses เป็นเนยแข็งที่ได้จากการตกตะกอนด้วยการทำให้นมเข้มข้นขึ้นและทำให้เย็นจนตกผลึก ได้แก่ เนยแข็ง Mysost
2. การจำแนกชนิดเนยแข็งตามปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเนยแข็ง (Schulz, 1952) ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้
    - เนยแข็งชนิดแห้ง (dried cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์
    - เนยแข็งชนิดขูด (grated cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้น 40 – 49.9 เปอร์เซ็นต์
    - เนยแข็งชนิดแข็ง (hard cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้น 50 – 59.9 เปอร์เซ็นต์
    - เนยแข็งชนิดอ่อน (soft cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้น 60 – 69.9 เปอร์เซ็นต์
    - เนยแข็งชนิดสด (fresh cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้น 70 –82 เปอร์เซ็นต์

    นอกจากนี้ Walter and Hargrove (1972) ซึ่งใช้ปริมาณความชื้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดเนยแข็งเช่นกัน ได้แบ่งกลุ่มเนยแข็งดังนี้
    - เนยแข็งชนิดแข็งมาก (very hard cheese) เป็นเนยแข็งที่มีความชื้นต่ำ และมีการบ่มด้วยแบคทีเรีย เช่น เนยแข็ง Asiago , Parmesan, Romano, Sapsago และ Spalen

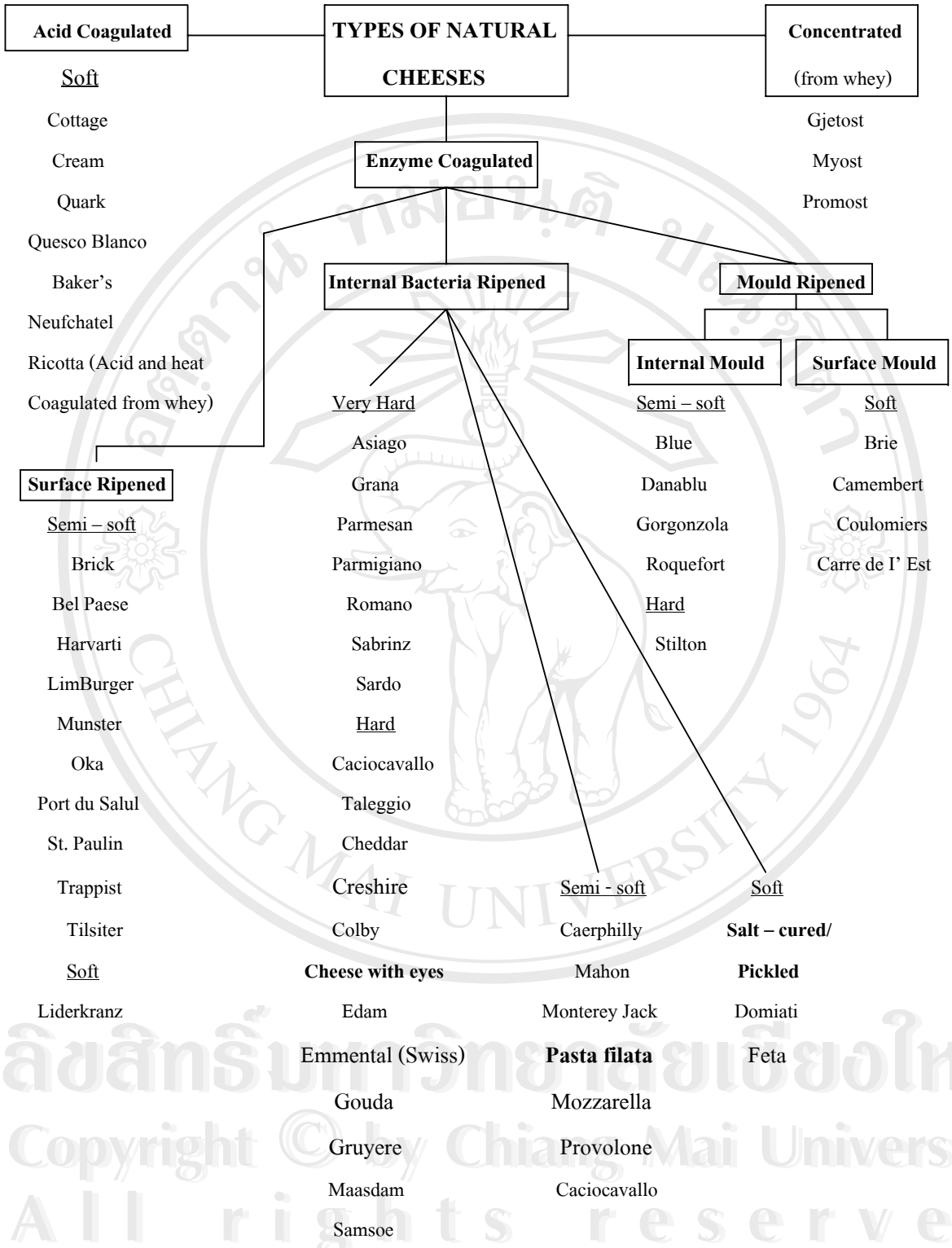
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- เนยแข็งชนิดแข็ง (hard cheese) เป็นเนยแข็งที่มีความชื้นประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ และแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้
  - เนยแข็งที่บ่มด้วยแบคทีเรียโดยไม่ทำให้เกิดตา (eyes) เช่น เนยแข็ง Cheddar, Granular, Caciocavallo เป็นต้น
  - เนยแข็งที่บ่มด้วยแบคทีเรียโดยทำให้เกิดตา เช่น เนยแข็ง Emmental, Gouda เป็นต้น
- เนยแข็งชนิดกึ่งอ่อน (semi - soft cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้น 30 – 45 เปอร์เซ็นต์ และสามารถแบ่งกลุ่มย่อยได้ตามชนิดจุลินทรีย์ในการบ่ม ดังนี้
  - เนยแข็งที่มีการบ่มจากแบคทีเรีย เช่น เนยแข็ง Brick
  - เนยแข็งที่มีการบ่มจากแบคทีเรียที่ฉาบบนผิวเนยแข็ง เช่น เนยแข็ง Limburger
  - เนยแข็งที่มีการบ่มจากราสีน้ำเงิน เช่น เนยแข็ง Roquefort
- เนยแข็งชนิดอ่อน (soft cheese) เป็นเนยแข็งที่มีปริมาณความชื้นสูง 45 – 80 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามการบ่มดังนี้
  - เนยแข็งที่มีการบ่ม
  - เนยแข็งที่ไม่มีการบ่ม

3. การจำแนกชนิดเนยแข็งตามจุลินทรีย์ที่ใช้ในขั้นตอนการบ่มเนยแข็ง (ripening) (Davis, 1965) ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้
   - เนยแข็งที่มีการบ่มที่เกิดจากแบคทีเรีย
   - เนยแข็งที่มีการบ่มที่เกิดจากรา
   - เนยแข็งที่มีการบ่มที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่ฉาบบนผิวเนยแข็ง
   - เนยแข็งที่มีการบ่มที่เกิดจากจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดรวมกัน
   - เนยแข็งที่ไม่มีการบ่มด้วยจุลินทรีย์ (unripened cheese)

แม้ว่าเนยแข็งธรรมชาตินั้นจะมีหลากหลายชนิด แต่กระบวนการผลิตของเนยแข็งแต่ละชนิดจะมีกระบวนการผลิตในหลายขั้นตอนที่เหมือนกัน การผันแปรขั้นตอนของกระบวนการผลิตจะให้ผลผลิตเป็นเนยแข็งที่มีเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสที่แตกต่างกัน ดังสรุปได้ตามภาพที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2.1 การจำแนกชนิดเนยแข็งโดยสารที่ใช้ในการบ่มให้สุกและความแน่นเนื้อ (Vedamuthu and Washam, 1983; Fox *et al*., 2000)

กลิ่นและกลิ่นรสของเนยแข็ง

กลิ่นรสของเนยแข็งเป็นความรู้สึกที่ซับซ้อนของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ในเนยแข็งที่บ่มให้สุกแล้ว เช่น เนยแข็งเชดดาร์ เนยแข็งเกาด้า เนยแข็งอดัม เป็นต้น การพัฒนากลิ่นรสและเนื้อสัมผัสส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อน มักเกิดการสลายตัวของโปรตีน น้ำตาลแลคโตสและไขมันที่อยู่ในเคิร์ด ซึ่งมีผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ตั้งต้นและเอนไซม์ของจุลินทรีย์เหล่านั้น หรือการเติมเอนไซม์จากภายนอกลงไปการพัฒนากลิ่นรสจะขึ้นอยู่กับการเลือกสภาวะในการบ่มเนยแข็ง เช่น อุณหภูมิในการเก็บรักษา ปริมาณความชื้นของอากาศภายในห้องบ่ม และระยะเวลาการบ่ม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การเกิดกลิ่นรสของเนยแข็งมีผลมาจากความสมดุลย์ของการผสมผสานส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญในการเกิดกลิ่นรสมาจากการย่อยโปรตีนและไขมัน ได้แก่ กรดอะมิโนและกรดไขมัน ทำให้เกิดสารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compounds) ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตน เอสเทอร์ กรดไขมันอิสระ สารประกอบไนโตรเจน สารประกอบซัลเฟอร์ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นในเนยแข็ง ดังนั้นการเลือกสายพันธุ์ของแลคติค แอซิด แบคทีเรีย (LAB) จึงมีความสำคัญต่อการปรับปรุงกลิ่นรสในเนยแข็ง เนื่องจากจุลินทรีย์ต่างสายพันธุ์ ย่อมมีความสามารถในการใช้กรดอะมิโนต่างชนิดกันและผลิตสารให้กลิ่นได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ความสามารถในการรีดิวซ์ของเนยแข็งยังส่งผลต่อกลิ่นรสเฉพาะตัวของเนยแข็งอีกด้วย (Amanda and Gerald, 2000)

เนยแข็งมอซซาเรลลา (Mozzarella cheese)

เนยแข็งมอซซาเรลลาเป็นเนยแข็งที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอิตาลี ทำจากนมวัวหรือนมกระบือ แต่นิยมใช้นมกระบือมากกว่า เนื่องจากมีโปรตีนเคซีนและปริมาณไขมันสูง เนยแข็งมอซซาเรลลามีความชื้น 50 – 52 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นเนยแข็งชนิดอ่อน (Mozzarella Company, 2002) เนยแข็งมอซซาเรลลามีลักษณะเป็นก้อนยาวที่นำมาม้วนเป็นก้อนกลม มีสีเหลืองนวล มีความยืดหยุ่นและคืนรูปได้ดีเมื่อถูกยืดออก สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดย่อย ได้แก่ เนยแข็งมอซซาเรลลาที่มีการบ่ม และเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่มีการบ่ม (Jack Schidling Production, Inc, 2000) ปัจจุบันนิยมใช้เนยแข็งมอซซาเรลลาเป็นส่วนประกอบของพิซซ่า อาจมีการใส่มะเขือเทศตากแห้ง นำไปรมควัน หรือผสมกับสมุนไพรสดก่อนนำไปม้วนเป็นก้อน เพื่อเพิ่มกลิ่นรสของเนยแข็งมอซซาเรลลา (Mozzarella Company, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

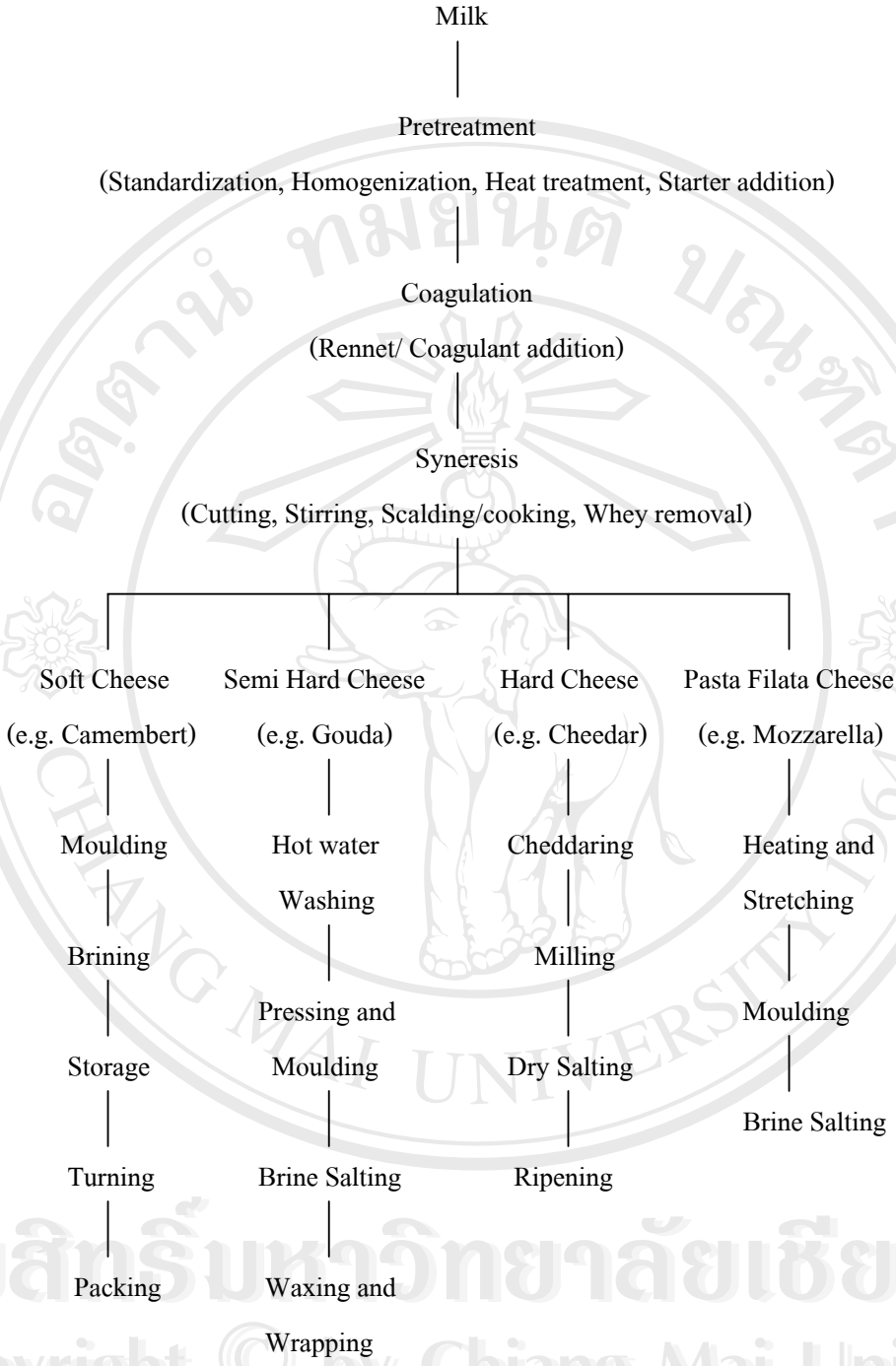
เนยแข็งกัวดา (Gouda cheese)

เนยแข็งกัวดามีแหล่งกำเนิดอยู่ที่เมืองกัวดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ จัดเป็นเนยแข็งชนิดกึ่งแข็งประเภท Dutch – type ทำจากนมวัว ประกอบด้วยน้ำประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งอีกประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเฉพาะ คือ มีสีเหลืองนวลและมีรูพรุนขนาดเล็กอยู่เล็กน้อย (Codex, 1966) มีกลิ่นรสเหมือนผลไม้แห้งอ่อนๆ คล้ายกับเนยแข็งอีดัม (Edam) เนยแข็งกัวดาแบบดั้งเดิมมักทำเป็นรูปวงล้อ และเนื่องจากมีไขมันอยู่ในส่วนที่เป็นของแข็งอย่างน้อยที่สุด 48 เปอร์เซ็นต์ จึงมีรสชาติที่อ่อนนุ่ม และมีกลิ่นรสของครีม จึงมีอีกชื่อว่า Full – cream cheese ระยะเวลาในการบ่มมีตั้งแต่ 2 – 3 สัปดาห์ไปจนถึงมากกว่า 1 ปี เมื่อบ่มไปได้ 25 วัน จะมีการพัฒนากลิ่นรสและเปลือกด้านนอก ถ้าบ่มตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีกลิ่นรสแรงขึ้นและเนื้อสัมผัสแน่นขึ้น และถ้าบ่มนานกว่า 1 ปี จะมีกลิ่นรสคล้ายเนยแข็งเชดดาร์ โดยทั่วไป เนยแข็งกัวดาจะมีน้ำหนัก 4 – 20 กิโลกรัม เนยแข็งกัวดาที่นิยมบริโภค ได้แก่ เนยแข็งกัวดาสมุนไพร เนยแข็งกัวดากับเมล็ด cumin (*Cuminum cyminum*) เป็นต้น (Henri, 2002) เนยแข็งกัวดาจะมีรสชาติดีเมื่อรับประทานกับแครกเกอร์ นอกจากนี้ยังสามารถรับประทานคู่กับเบียร์หรือไวน์แดงได้อีกด้วย (Netherland Tourist Office, 2004)

กระบวนการผลิตเนยแข็ง

ถึงแม้ว่าเนยแข็งจะมีหลากหลายชนิด แต่กระบวนการผลิตเนยแข็งส่วนมากจะมีหลายขั้นตอนที่เหมือนกัน การผันแปรขั้นตอนในกระบวนการผลิตไม่ว่าจะหนึ่งขั้นตอนหรือมากกว่าก็ตาม ทำให้เกิดเนยแข็งที่มีเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสที่แตกต่างกันออกไป ขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการผลิตเนยแข็งและการผันแปรในบางขั้นตอนของการผลิตสำหรับเนยแข็งบางชนิดถูกแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนส่วนใหญ่ในการผลิตเนยแข็ง (ขั้นตอนในการผลิตจริงและ/หรือสภาวะของเนยแข็งอาจมีการผันแปรได้) (Scott *et al*.,1998; Fox *et al*., 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) การปฏิบัติการขั้นต้นกับน้ำนมดิบ (Milk pretreatment)

น้ำนมดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตเนยแข็งโดยทั่วไปแล้วจะถูกนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อน เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและทำลายเอนไซม์บางชนิดที่อยู่ในน้ำนมดิบ การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurzation) ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที เป็นกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากสามารถทำลายจุลินทรีย์ส่วนมากได้และทำให้เอนไซม์หลายชนิดไม่ทำงาน เช่น เอนไซม์ฟอสฟาเตส (FAO, 1977) อย่างไรก็ตาม เนยแข็งหลายชนิดยังคงใช้น้ำนมดิบที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในการผลิต โดยเฉพาะในยุโรป (Fox *et al*., 2000) และเนยแข็งเหล่านี้ต้องถูกนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 1.7 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 60 วัน (NDC, 2000) หลังจากการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วจะมีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ลงไปเพื่อปรับความเป็นกรด – ด่างของนมให้อยู่ในระดับที่ต้องการ (Preacidification) การเติมแคลเซียมทำให้การตกตะกอนนมเร็วขึ้น หรือลดปริมาณเอนไซม์เรนเนทที่ใช้ลง จากนั้นจึงเติมจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดได้ลงไปในนม เพื่อให้ค่าความเป็นกรด – ด่างของนมเหมาะสมแก่การตกตะกอน ถ้านมผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จะต้องมีการเลือกสายพันธุ์ของแบคทีเรียแลคติคที่จะเติมลงไป ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็งและกระบวนการผลิตเนยแข็ง แบคทีเรียแลคติคจะไปสลายน้ำตาลแลคโตสและสร้างกรดแลคติคขึ้น ทำให้นมมีค่าความเป็นกรด – ด่างลดลง เป็นการทำให้นมมีความเป็นกรดโดยตรง ซึ่งแบคทีเรียแลคติคจะยังคงทำงานได้ในเนยแข็งระหว่างระยะเวลาการบ่มและช่วยให้เกิดกลิ่นรสของเนยแข็ง

Walstra and Jenness (1984) รายงานว่าผลผลิตของเนยแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้นมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เนื่องจากอันตรกิริยาของ casein – whey protein และการกักเก็บน้ำมากขึ้น แต่เนยแข็งที่มีการบ่ม จะมีการพัฒนากลิ่นรสได้ช้ากว่าและมีกลิ่นอ่อนกว่าเนยแข็งที่ทำจากน้ำนมดิบ (Kristoffersen, 1985)

2) การตกตะกอนนม (Coagulation)

การตกตะกอนเป็นขั้นตอนระหว่างที่นมมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและสถานะการไหล ได้แก่ การเกิดเจล (Gelation) ของนมเกิดจากการรวมตัวกันของโปรตีนเคซีน (Casein) ในนม ซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดย

1. กิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน (Proteolytic enzyme)
2. การลดค่า pH ลงจนต่ำกว่า Isoelectric point ของโปรตีน (ต่ำกว่า 4.6)
3. การให้ความร้อนประมาณ 90 องศาเซลเซียส ที่ pH 5.2 (สูงกว่า Isoelectric point)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จาก 3 วิธีดังกล่าว วิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด ได้แก่ การตกตะกอนนมด้วยเอนไซม์ ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ได้จากสัตว์ เช่น เอนไซม์เรนเนทจากลูกวัว (calf rennet) เอนไซม์เปปซินจากหมู (porcine pepsin) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เอนไซม์ที่ได้จากพืชหรือจุลินทรีย์ได้ด้วย

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตกตะกอนนม ได้แก่ อุณหภูมิของนม ปริมาณแคลเซียม ซึ่งมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนเคซีนในนม นอกจากนี้ความเข้มข้นและกิจกรรมของสารละลายเอนไซม์ จะส่งผลต่ออัตราเร็วของการตกตะกอน โดยถ้าเพิ่มทั้งความเข้มข้นและกิจกรรมของสารละลายเอนไซม์ การตกตะกอนจะใช้เวลาน้อยลงและความแน่นของเนยแข็งจะเพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการรวมตัวของเคซีน ได้แก่ ความเข้มข้นของเคซีนและค่าความเป็นกรด – ด่างของนม โดยอัตราเร็วของการรวมตัวกันของเคซีนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสองของความเข้มข้นโปรตีนเคซีน (Lomholt and Qvist, 1999) ส่วนค่าความเป็นกรด – ด่างของนมจะมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์เรนเนท เอนไซม์ที่ทำให้นมตกตะกอนแต่ละชนิดมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานแตกต่างกัน ถ้ามีความเป็นกรดหรือด่างสูงเกินไป เอนไซม์จะเสียสภาพได้ การลด pH สามารถลดระยะเวลาในการตกตะกอนได้เนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์จะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การตกตะกอนเร็วขึ้น

3) การแยกของเหลวออกจากเคิร์ด (Syneresis)

โดยธรรมชาติของตะกอนนมจะมีรูพรุนอยู่ ทำให้ตะกอนนมสามารถหดตัวและขับของเหลวที่อยู่ข้างในให้ออกมาได้ เรียกว่า syneresis เป็นการทำให้นมเข้มข้นขึ้นโดยการไล่น้ำเวย์ออก นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดน้ำตาลแลคโตสที่เป็นสารตั้งต้นในกิจกรรมของจุลินทรีย์ภายหลังการผลิตเนยแข็งออกไปกับน้ำเวย์ได้ด้วย จึงเป็นการป้องกันเนยแข็งจากการเน่าเสียได้ (Scott *et al*., 1998) อย่างไรก็ตาม การเกิด syneresis จะเกิดได้ช้ามาก จึงต้องมีการเร่งให้เกิด syneresis ขึ้นโดยการตัดตะกอนนมให้เป็นรูปลูกบาศก์เล็กๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวและลดระยะทางในกระบวนการแพร่ผ่านของน้ำเพื่อให้การกำจัดน้ำเวย์เป็นไปได้ดีขึ้น นอกจากการตัดตะกอนนมแล้วยังสามารถเร่งให้เกิด syneresis ได้ด้วยการลด pH หรือเพิ่มอุณหภูมิของตะกอนนม (Walstra *et al*., 1999)

การตัดตะกอนนมเพื่อให้การกำจัดน้ำเวย์เป็นไปได้เร็วขึ้นนั้น ต้องคำนวณระยะเวลาให้ดี เนื่องจากการตัดตะกอนนมเร็วเกินไปจะทำให้ของแข็งที่อยู่ในนมบางส่วนออกไปกับน้ำเวย์ด้วย โดยทั่วไปน้ำเวย์ประกอบด้วย ส่วนประกอบที่ละลายน้ำ ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีนในเวย์ เกลือ เปปไทด์ และสารประกอบไนโตรเจนที่ปราศจากโปรตีน (Scott *et al*., 1998) ในทางตรงกันข้าม หากตัดเคิร์ดช้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เกินไปจะมีน้ำติดอยู่ในช่องว่างของเนยแข็งในปริมาณมาก ส่งผลให้เนยแข็งที่ได้มีปริมาณความชื้นสูง ดังนั้น syneresis จึงเป็นกระบวนการที่ผู้ผลิตเนยแข็งสามารถใช้เพื่อควบคุมปริมาณความชื้น รวมไปถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์ในเนยแข็ง ซึ่งจะส่งผลต่อการบ่ม ความคงตัวและคุณภาพของเนยแข็งได้ (Fox *et al*., 2000)

Walstra *et al*. (1999) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อ syneresis ได้แก่ ความแน่นเนื้อของเจลหรือเคิร์ดขณะทำการตัด พื้นที่ผิวของเคิร์ด ความดันที่ใช้อัดเคิร์ด ความเป็นกรด อุณหภูมิ และองค์ประกอบของนม

การกวนเคิร์ดนั้นต้องใช้ความดัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อนุภาคของเคิร์ดชนกัน และทำให้เคิร์ดถูกกดอัดเป็นระยะเวลาสั้นๆ นอกจากนี้ยังทำให้เคิร์ดไม่รวมตัวกันอยู่ที่ก้นภาชนะอีกด้วย การอุ่นเคิร์ด (Scalding) ช่วยทำให้เกิด syneresis โดยการทำให้โปรตีนหดตัว และยังช่วยให้เกิดการผลิตกรดโดยจุลินทรีย์หัวเชื้ออีกด้วย การลด pH ร่วมกับการเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยแยกน้ำเวย์ออกมาได้มากขึ้น ขั้นตอนการอุ่นเคิร์ดสามารถใช้แบ่งเนยแข็งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ไม่รวมถึงเนยแข็งชนิดอ่อน ดังนี้ (Scott *et al*., 1998)

1. เนยแข็งที่ผ่านการปรับเนื้อสัมผัส (Textured cheese) เช่น เนยแข็งเชดดาร์
2. Pasta filata type หรือ เนยแข็งที่ผ่านการรีดหรือนวด (Kneaded cheese)
3. เนยแข็งที่ไม่ผ่านการปรับเนื้อสัมผัสในภาชนะ (Cheese untextured in the vat) เช่น เนยแข็งอีดัม และเนยแข็งเกาด้า รวมถึงเนยแข็งที่ต้องปรับเนื้อสัมผัสภายหลัง ได้แก่ เนยแข็งทิลซิสเตอร์ (Tilsiter) และเนยแข็งเอมเมนทอล (Emmental)
4. Blue – veined cheese

ในการผลิตเนยแข็งบางชนิด เช่น เนยแข็งอีดัม เนยแข็งเกาด้า หรือเนยแข็งฮาวาร์ติ (Havarti) จะต้องมีการล้างเคิร์ด โดยการเติมน้ำลงในส่วนผสมระหว่างเวย์และเคิร์ด เพื่อจุดประสงค์ดังนี้

- เพื่อปรับ pH ของเนยแข็งซึ่งไม่ขึ้นกับปริมาณความชื้นของเนยแข็งนั้น โดยการกำจัดน้ำตาลแลคโตสและตัวถูกละลายอื่นๆ ออกจากเคิร์ด
- เพื่อส่งเสริมการกำจัดน้ำเวย์ออกโดยการเติมน้ำร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของเคิร์ด เป็นการให้ความร้อนโดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การขึ้นรูปและการเติมเกลือ (Shaping and Salting)

เมื่อเคิร์ดมีปริมาณความชื้นและ pH อยู่ในระดับที่ต้องการแล้ว ก็จะมีการแยกเคิร์ดออกจากเวย์ จากนั้นจะถูกทำให้เกิดเป็นรูปร่างและนำไปเติมเกลือ ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็ง Johnson and Law (1999) กล่าวว่าวิธีการแยกเคิร์ดออกจากเวย์ที่ต่างกันจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัส สีและกลิ่นรสของเนยแข็งแตกต่างกัน

ในขั้นตอนการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลา เคิร์ดจะถูกรีดหรือนวด โดยการให้ความร้อนและถูกยืดในน้ำอุ่น (ประมาณ 60 – 70 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลา ที่จะบ่งบอกถึงลักษณะโครงสร้างและคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กันของเนยแข็งดังกล่าว (Oberg *et al*., 1993; Ak and Gunasekaran, 1997) เนยแข็งมอซซาเรลลาที่ถูกหลอมละลายแล้วจะถูกนำไปใส่แบบพิมพ์แล้วทำให้เย็น เมื่อเนยแข็งเย็นเพียงพอที่คงรูปได้แล้วจึงนำเอาแบบพิมพ์ออก จากนั้นนำไปเติมเกลือโดยนำไปแช่ในสารละลายเกลืออิ่มตัวความเข้มข้นประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 1 – 4 องศาเซลเซียส สารละลายเกลือที่มีอุณหภูมิต่ำจะช่วยทำให้เนยแข็งเย็นขึ้น ในความเป็นจริงแล้วการทำให้เนยแข็งมอซซาเรลลาเย็น จะเกิดขึ้นในช่วงการแช่น้ำเกลือ (Nilson, 1968) การแช่น้ำเกลือเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลานาน ซึ่งอาจต้องใช้เวลาหลายวันในการที่จะให้เกลือกระจายตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งก้อนเนยแข็ง และสิ่งที่มาพร้อมกับการกระจายตัวของเกลือในก้อนเนยแข็งคือการสูญเสียความชื้น อัตราส่วนความแตกต่างระหว่างเกลือกับความชื้นในเนยแข็งระหว่างการเติมเกลือจะแปรผกผันซึ่งกันและกัน (Turhan and Gunasekran, 1998; Walstra *et al*., 1999; Fox *et al*., 2000) นอกจากการแช่น้ำเกลือซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิมแล้ว การเติมเกลือลงในเคิร์ดโดยตรงก่อนการยืด ระหว่างการยืดหรือระหว่างการยืดกับการอัดใส่พิมพ์จะช่วยลดเวลาในการแช่น้ำเกลือลงได้

นอกจากนี้ในเนยแข็งชนิดอื่นอาจมีการเติมเกลือลงบนพื้นผิวเนยแข็งโดยตรง เช่น เนยแข็งโรมาโน (Romano) และเนยแข็งกอนโซเรลลา (Gonzorella) ซึ่งการเติมเกลือแบบนี้ต้องทำซ้ำๆ เป็นเวลาหลายวัน เกลือจึงจะแพร่ผ่านเข้าสู่ก้อนเนยแข็งทั้งหมด ในเนยแข็งชนิดอื่นๆ อาจใช้การเติมเกลือลงบนพื้นผิวเนยแข็งร่วมกับการแช่น้ำเกลือ เช่น เนยแข็งเอมเมนทอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าไม่พิจารณาถึงวิธีการเติมเกลือที่ใช้ การเติมเกลือเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตเนยแข็ง เพราะเนยแข็งที่ไม่ผ่านการเติมเกลือ จัดว่าเป็นเนยแข็งที่ไร้รสชาติ (Olson, 1995) นอกจากนี้เกลือยังมีบทบาทสำคัญต่อเนื้อสัมผัส กลิ่นรสและคุณภาพางจุลินทรีย์ของเนยแข็งอีกด้วย (Kindstedt *et al*., 1992;

Paulson *et al*., 1998; Fox *et al*., 2000) เกลือจะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียซึ่งเป็นอันตรายในเนยแข็ง และเป็นสาเหตุให้เนยแข็งเน่าเสีย โดยเฉพาะบนพื้นผิวของเนยแข็ง และยังช่วยในการละลายของโปรตีนเคซีนและการสร้างเปลือก (Rind) ของเนยแข็ง นอกจากนี้ยังชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ได้ด้วย ความเข้มข้นของเกลือในเนยแข็งมีความแปรผันตั้งแต่ 1 เปอร์เซ็นต์ในเนยแข็งเอมเมนทอลไปจนถึง 7 – 8 เปอร์เซ็นต์ ในเนยแข็งโดมิอาติ (Domiati) (Fox and McSweeny, 1998) ปริมาณเกลือยังมีความผันแปรระหว่างก้อนเนยแข็งเนื่องมาจากการแพร่ผ่านของเกลือเป็นไปได้อย่างช้าๆ ดังนั้นที่จุดกึ่งกลางของก้อนเนยแข็งมีปริมาณน้ำมากกว่าเกลือ เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นผิวของเนยแข็ง (Prentice, 1993)

เนยแข็งชนิดแข็งและชนิดกึ่งแข็งจะเกิดเป็นรูปร่างได้โดยอาศัยความดันจากภายนอก การกดอัดจะช่วยบีบน้ำเวย์ออกและทำให้เคิร์ดรวมตัวกันเป็นก้อนเดียวกันตามรูปทรงที่ต้องการและสร้างเปลือกได้ง่ายขึ้น ในกระบวนการผลิตเนยแข็งนั้น การกดอัดเป็นกระบวนการที่เข้าใจได้ยากที่สุด (Scott *et al*, 1998) เวลา ความดัน ประสิทธิภาพของการกดอัดมีความเกี่ยวพันกับสภาวะของเคิร์ดในขณะถูกกดอัดและการลดลงของ pH ขณะกดอัด (Johnson and Law, 1999)

5) การบ่ม (Ripening)

การบ่มเป็นกระบวนการธรรมชาติของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในเนยแข็งหลังการผลิตและการเก็บรักษา การบ่มนี้จะให้กลิ่นรสเฉพาะตัว เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏของเนยแข็งแตกต่างกัน เนยแข็งเกือบทุกชนิดจะถูกนำไปไว้ในสภาวะควบคุมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะต่างๆ ให้ชัดเจนมากขึ้น การบ่มมีผลมาจากการกระทำของจุลินทรีย์ที่ปรากฏอยู่ระหว่างก้อนเคิร์ดและบริเวณผิวเนยแข็ง และยังได้รับอิทธิพลจากเอนไซม์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในเคิร์ดของเนยแข็ง เนยแข็งจะถูกบ่มเป็นระยะเวลานานต่างกันตั้งแต่หลายวัน เช่น เนยแข็งมอซซาเรลลา ไปจนถึงมากกว่า 1 ปี เช่น เนยแข็งเชดดาร์

Fox *et al*., (2000) กล่าวถึงสารที่ใช้ในการบ่มเนยแข็ง ดังนี้

1. สารที่ใช้ตกตะกอนนม – ไคโมซิน (Chymosin) หรือเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนอื่นๆ ที่เหมาะสม
2. นม – เอนไซม์บางชนิดที่อยู่ในนม เช่น เอนไซม์พลาสมิน (Plasmin)
3. Starter culture – เอนไซม์ที่ถูกปล่อยออกมาเมื่อเซลล์จุลินทรีย์ตั้งต้นแตก หรือตายไป
4. Secondary microflora - จุลินทรีย์ที่พบในเนยแข็งที่ทำหน้าเฉพาะในการบ่มเนยแข็ง เช่น จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดโพรพิโอนิค ยีสต์และรา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เอนไซม์จากภายนอก – เอนไซม์โปรตีเนส (Proteinases) เอนไซม์เปปติเดส (Peptidases) และเอนไซม์ไลเปส (Lipases) ที่เติมลงไปเพื่อเร่งการบ่ม

ปัจจัยเบื้องต้นที่มีผลต่อการบ่ม (Scott *et al*, 1998) ได้แก่

1. อุณหภูมิและความชื้นที่ใช้ในการเก็บรักษาเนยแข็ง
2. องค์ประกอบของเคิร์ด – ปริมาณไขมัน ระดับกรดอะมิโน กรดไขมัน และผลผลิตที่ได้จากการกระทำของเอนไซม์
3. การกระทำจากจุลินทรีย์ตั้งต้นที่อยู่ในเคิร์ด

อุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ระหว่างการบ่ม โดยทั่วไป ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเจริญของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาชีวเคมีในเคิร์ดย่อมเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นเนยแข็งที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างกันจึงมีกลิ่นรสที่ต่างกันออกไป การควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงได้มีการพัฒนาอุณหภูมิที่เฉพาะเจาะจงต่อเนยแข็งแต่ละชนิดในการเก็บรักษา เพื่อให้ได้คุณภาพเนยแข็งที่ดี นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษา (80 – 85 เปอร์เซ็นต์) ยังมีส่วนช่วยในการควบคุมปริมาณความชื้นของเนยแข็งด้วย สมดุลย์ความชื้นในเนยแข็งจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดการดูดหรือคายน้ำ การมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นระหว่างช่วงการเก็บรักษาจะส่งผลต่อความเข้มข้นของตัวถูกละลายและอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์จะเจริญได้ดีในที่ที่มีปริมาณความชื้นสูงมากกว่าที่ที่มีปริมาณความชื้นต่ำ นอกจากอุณหภูมิและความชื้นแล้วปัจจัยอื่นๆ เช่น pH ของเคิร์ด สารยับยั้งการเจริญ เช่น แอนตี้บอดี้ และเกลือ และความสามารถในการถ่าย – รับออกซิเจนยังส่งผลต่อประชากรจุลินทรีย์ในเนยแข็งด้วย (Scott *et al*, 1998; Fox *et al*., 2000) นอกจากนี้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการบ่มโดยตรงสามารถทำงานได้ดีในช่วง pH 4.9 – 5.5 ในเนยแข็งชนิดแข็ง ส่วนในเนยแข็งชนิดอ่อนเอนไซม์จะทำงานได้ดีในช่วง pH 5.3 – 6.0 (Scott *et al*, 1998)

โปรตีน ไขมันและน้ำตาลแลคโตสสลายตัวในระหว่างระยะเวลาการบ่ม ระหว่างการสลายตัวดังกล่าว ปฏิกิริยาการสลายตัวของโปรตีนเคซีนมีความสำคัญมากที่สุดเนื่องจากระดับการย่อยสลายของโปรตีนจะส่งผลต่อความเหนียวและรสชาติของเนยแข็ง (Bylund, 1995) การสลายตัวของ α- และ β -เคซีนเกิดจากเอนไซม์เรนเนทที่ยังคงเหลืออยู่จากการตกตะกอนนม เอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนตามธรรมชาติ และเอนไซม์โพลีเปปติเดส (Polypeptidases) จากจุลินทรีย์ตั้งต้น (Scott *et al*, 1998) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนากลิ่นรสของเนยแข็ง การสลายตัวของโปรตีนมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อสัมผัสของเนยแข็ง โดยที่การแตกตัวของโปรตีนในขั้นแรกจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเคซีนไปเป็นเปปไทด์ที่มีโมเลกุลใหญ่ จากนั้นเปปไทด์จะแตกตัวให้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า และกรดอะมิโนซึ่งละลายอยู่ในส่วนที่เป็นน้ำในเนยแข็ง

ไขมันมีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสรวมอยู่ด้วย ซึ่งจะพัฒนาขึ้นหรือถูกปล่อยออกมาโดยการกระทำของจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ผ่านกระบวนการออกซิเดชั่น (Oxidation) ดีคาร์บอกซิเลชั่น (Decarboxylation) และปฏิกิริยารีดักชั่นของสารประกอบดีคาร์บอกซิล (Reduction of Decarboxyl compounds)

การสลายตัวของน้ำตาลแลคโตสก็เป็นอีกปฏิกิริยาหนึ่งที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่มีการบ่มเนยแข็ง โดยการควบคุมการเจริญของแบคทีเรียแลคติคซึ่งมีอิทธิพลต่อทั้งระดับและความเร็วในการหมักน้ำตาลแลคโตส โดยการหมักน้ำตาลแลคโตสนี้ต้องอาศัยเอนไซม์แลคเตสจากแบคทีเรียแลคติค กรดแลคติคที่เป็นผลลัพธ์จากการหมักน้ำตาลแลคโตสจะถูกทำให้เป็นกลางโดยส่วนประกอบของนมที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งโดยมากจะอยู่ในส่วนที่เป็นตะกอนนม ดังนั้นกรดแลคติคจึงอยู่ในรูปของเกลือแลคเตต ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของแบคทีเรียที่ผลิตกรดโพรพิโอนิคซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อยู่ในเนยแข็งบางชนิด เช่น เนยแข็งเอมเมนทอล นอกจากกรดโพรพิโอนคและกรดอะซิติคแล้ว การหมักน้ำตาลแลคโตสยังมีผลลัพธ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดตา (eye) ในเนยแข็งดังกล่าวด้วย นอกจากแบคทีเรียที่ผลิตกรดโพรพิโอนิคแล้ว แบคทีเรียที่ผลิตกรดบิวทีริค (Butyric aid bacteria) ก็สามารถย่อยสายแลคเตตได้เช่นกันถ้ามีสภาวะที่เหมาะสม ในกรณีนี้จะมีการปล่อยไฮโดรเจนออกมาให้กับกรดไขมันที่ระเหยได้และคาร์บอนไดออกไซด์ การหมักชนิดนี้จะพบได้มากขึ้นในช่วงสุดท้ายของการบ่มและเป็นสาเหตุที่ทำให้เนยแข็งเกิดรอยปริได้

โดยส่วนใหญ่จุลินทรีย์ตั้งต้นจะถูกใช้ในการผลิตเนยแข็งชนิดแข็งและชนิดกึ่งแข็งไม่ใช่เพื่อหมักน้ำตาลแลคโตสเท่านั้น แต่ยังใช้เพื่อให้เมตาบอไลซ์กรดซิตริคเพื่อให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ทำให้เกิดตาของเนยแข็งอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลา (เรณูและคณะ, 2544)

นำน้ำนมดิบมาปรับปริมาณไขมันให้ได้ร้อยละ 4.0 – 4.2 แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 นาที เติมกรดอะซิติคความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไปร้อยละ 1 ของปริมาณนมที่ใช้ แล้วกวนอย่างรวดเร็ว 2 นาที ปรับค่าความเป็นกรด – ด่างให้ได้ประมาณ 5.7 – 5.8 เติมแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.02 และเอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.0025 ของปริมาณนมที่ใช้ เพื่อตกตะกอนโปรตีนในน้ำนม อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์เรนเนท คือ ที่ 30 – 32 องศาเซลเซียสซึ่งจะทำให้เกิดเคิร์ดขึ้น ทำการกวนและตัดเคิร์ดออกเป็นชิ้นเล็กๆ โดยการใช้มีดตัดตามแนวตั้งและแนวนอนอย่างสม่ำเสมอให้ได้เคิร์ดที่มีลักษณะเป็นลูกบาศก์ขนาด 4 – 6 มิลลิเมตร ในขั้นตอนนี้จะเกิดการแยกน้ำเวย์ออกมาจากตัวเคิร์ด จากนั้นลวกเคิร์ดด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 85 องศาเซลเซียส เพื่อให้เคิร์ดแข็งและเหนียวขึ้น ต่อจากนั้นนวดเคิร์ดโดยใช้ลูกกลิ้ง เพื่อไล่น้ำเวย์ออกเสร็จแล้วนำไปใส่แบบพิมพ์ ทำให้เย็นลงโดยการนำเนยแข็งที่ได้ไปแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวของเคิร์ดกระด้าง ป้องกันการระเหยของน้ำ จากนั้นนำไปแช่น้ำเกลือความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่ออีก 2 ชั่วโมง เก็บเนยแข็งที่ได้ไว้ในห้องเย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 – 12 ชั่วโมง

กระบวนการผลิตเนยแข็งกัวดา (Kosikowski, 1982)

นำน้ำนมดิบอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส มาทำการฆ่าเชื้อ (pasteurize) ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิให้ได้ 31 องศาเซลเซียส แล้วเติมเอนไซม์เรนเนท แคลเซียมคลอไรด์และเชื้อผสมลงไปตามลำดับ กวนเบาๆ แล้วปล่อยทิ้งไว้ 30 นาทีเพื่อให้เกิดการตกตะกอนนม (curd) จากนั้นตัดเคิร์ดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ตามแนวนอนและแนวตั้ง แล้วกวนเคิร์ด เพื่อให้น้ำเวย์แยกตัวออกมา จากนั้นปล่อยน้ำเวย์ออกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงปรับอุณหภูมิเป็น 38 องศาเซลเซียสโดยการเติมน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสลงไป กวนเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำเคิร์ดไปใส่เครื่องอัดไฮดรอลิก (hydraulic pressing) อัดด้วยความดัน 4 บาร์ (bar) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นตัดเคิร์ดใส่ในพิมพ์แล้วอัดต่อด้วยแท่นอัดไฮดรอลิก อัดด้วยความดัน 5 บาร์ เมื่อผ่านไป 1 ชั่วโมง กลับด้านเนยแข็งแล้วอัดต่ออีก 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเนยแข็งเกาด้าที่ผ่านการอัดแล้วไปแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 1 คืน แล้วนำไปแช่น้ำเกลือ 20 เปอร์เซ็นต์ อีก 8 ชั่วโมง แล้วจึงนำเนยแข็งไปใส่ในห้องบ่มอุณหภูมิ 12 - 15 องศาเซลเซียส นาน 4 – 6 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์ตั้งต้นที่ใช้การผลิตเนยแข็งกัวดา

โดยทั่วไปในการผลิตเนยแข็งชนิดกึ่งแข็งมักนิยมใช้หัวเชื้อผสม 2 – 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* หรือ *Lc. lactis* subsp. *Cremoris* เป็นเชื้อตั้งต้น เพื่อให้เกิดกรดแลคติคเป็นผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียวของการหมัก อย่างไรก็ตาม *Lactococcus lactis* บางสายพันธุ์ก็สามารถเมตาบอไลซ์ซิเตรทได้ และได้ผลลัพธ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไดอะเซทิล (Diacetyl) และสารประกอบที่ให้กลิ่นได้ ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดนี้ บางครั้งก็ถูกเรียกว่า *Streptococcus diacetylactis* หรือ *Sc. lactis* subsp. *Diacetylactis* ส่วนแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคที่เจริญที่อุณหภูมิปานกลางอีกสายพันธุ์หนึ่ง ได้แก่ *Leuconostoc lactis* และ *Ln. mesenteroides* ซึ่งจะมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์นมเพื่อให้เกิดสารให้กลิ่นรสและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากซิเตรท ไดอะเซทิลเป็นสารให้กลิ่นรสที่สำคัญในเนยเหลว เนยสด และเนยแข็งอื่นๆ เช่น เนยแข็งเกาด้าและเนยแข็งอีดัม ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เกิดตาในเนยแข็งเหล่านี้ ซึ่งเชื้อดังกล่าวสามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (Timothy and Colin, 1993)

Mesophillic Aromatic Culture

จุลินทรีย์ตั้งต้นในการผลิตเนยแข็งเกาด้าประกอบด้วยจุลินทรีย์ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* และ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลางและสามารถผลิตสารให้กลิ่นรสและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ โดยจุลินทรีย์ทั้ง 4 สายพันธุ์นี้มักถูกใช้ในการผลิตเนยแข็งทางแถบทวีปยุโรป เช่น เนยแข็งเกาด้า เนยแข็งอีดัม เนยแข็งเลียร์ดัม (Leerdam) และเนยแข็งแซมโซ (Samsoe) และในปัจจุบันมักใช้ในรูปผง Freeze – dried ที่สามารถเติมเชื้อลงไปในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ได้โดยตรง โดยเติมเชื้อ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณนมที่ใช้ ขณะที่นมมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 35 – 45 องศาเซลเซียส แล้วทำการกวนช้าๆ ประมาณ 10 – 15 นาที เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของเชื้อได้อย่างทั่วถึง และมีข้อควรระวัง คือ เชื้อนี้มีความไวต่อเกลือ (NaCl) โดยเชื้อจะถูกยับยั้ง 50 เปอร์เซ็นต์ ในเกลือที่มีความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ และถูกยับยั้งโดยสมบูรณ์ในเกลือที่มีความเข้มข้น 5.8 เปอร์เซ็นต์ (Hansen, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมุนไพร

หอมแดง (Shallot) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. อยู่ในวงศ์ Alliaceae เป็นพืชล้มลุก มีหัวอยู่ใต้ดิน มักนิยมปลูกเป็นพืชสวนครัว สารสำคัญที่พบได้แก่ โพรพีลไดซัลไฟด์ (Propyl disulfide) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นในหัวหอม (Guenther, 1950) สารโพรพีลอัลลีนไดซัลไฟด์ (Propyl allene disulfide) และไดโพรพีลไดซัลไฟด์ (Dipropyl disulfide) ช่วยลดปริมาณไขมันและน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (บัญญัติ, 2536) นอกจากนี้สารอัลลิซิน (Allicin) จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี โดยการไปทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน จึงยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่หายใจแบบใช้ออกซิเจนได้ดี (Wills, 1956)

ข่า (Galanga) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Alpinia galangal* SW. จัดอยู่ในวงศ์ Zingibberaceae เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เนื้อในเหง้ามีสีขาวและรสชาติเผ็ดร้อน มีกลิ่นหอมฉุน เป็นพืชพื้นเมืองของเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และภูมิภาคเอเชียเขตร้อน ปัจจุบันใช้เป็นเครื่องเทศในประเทศไทยและอินโดนีเซีย ในประเทศไทยมีการปลูกข่าโดยทั่วไปและใช้เป็นพืชสวนครัว สารสำคัญที่พบในข่า ในเหง้าสดมีน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ซึ่งประกอบด้วยสารเมธิล – ซินนาเมต (Methyl cinnamate) ซีนีออล (Cineol) การบูร (Camphor) และยูจีนอล (Eugenol) ซึ่งเป็นสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี สรรพคุณของข่า ช่วยขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ท้องเดิน ฆ่าเชื้อบิด บรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน ใช้รักษาโรคผิวหนัง กลาก เกลื้อน แก้ลมพิษ (ยุวดี, 2537)

ตะไคร้ (Lemongrass) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratrus* (DC.) Stapf. อยู่ในวงศ์ Graminae เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เหง้าและใบมีกลิ่นหอมและมีรสเผ็ด สารสำคัญที่พบ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วยสารซิทราล (Citral) ยูจีนอล (Eugenol) เจอรานิออล (Geraniol) ซิโทรเนลลอล (Citronellol) เมอร์ซีน (Myrcene) การบูร (Camphor) เป็นต้น ตะไคร้ช่วยลดความดันโลหิตสูง ขับเหงื่อ แก้หวัด แก้ปวดศีรษะ รักษาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด แก้ปวดเมื่อยตามตัว น้ำมันตะไคร้ยังมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา โดยมีผลกับเชื้อรามากกว่าเชื้อแบคทีเรีย เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารซิทราลเป็นส่วนมาก (75 – 85 %) ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี (บัญญัติ, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนยแข็งสมุนไพร

Samson and Melina (2002) ได้ศึกษาอิทธิพลของสมุนไพรท้องถิ่นของประเทศออสเตรเลียที่มีต่อเนยแข็งที่บ่มในสภาวะสุญญากาศ โดยเติมสมุนไพรท้องถิ่นของออสเตรเลีย ได้แก่ lemon myrtle (*Backhousia citrodora*), native mint (*Prosanthera insica*) และ bush tomato (*Solanum centrale*) ลงไปในเนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง โดยใช้อัตราส่วนการเติมสมุนไพรดังนี้ bush tomato 12.5 กรัมต่อเนยแข็ง 1 กิโลกรัม lemon myrtle 5 กรัมต่อเนยแข็ง 1 กิโลกรัม และ native mint 1 กรัมต่อเนยแข็ง 1 กิโลกรัม แล้วนำไปเคลือบด้วยพลาสติกที่ปิดผนึกโดยใช้สุญญากาศ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน และมีการสุ่มตัวอย่างเนยแข็งไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางจุลินทรีย์ในวันที่ 7, 30, 60 และวันที่ 90 จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่า เมื่อผ่านไป 7 วันปริมาณความชื้นของเนยแข็งในทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วงระหว่าง 38.83 ($\pm$ 0.38) ถึง 41.33 ($\pm$ 0.43) เปอร์เซ็นต์ และจะมีปริมาณความชื้นลดลงอย่างช้าๆ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างช่วงการบ่ม 90 วัน ปริมาณความชื้นนี้มีค่าเหมือนกับปริมาณความชื้นในเนยแข็งชนิดกึ่งแข็งที่ทำจากนมวัว (Scott, 1968) ส่วนปริมาณโปรตีนในแต่ละชุดการทดลองจะอยู่ในช่วง 22.28 ($\pm$ 0.27) ถึง 22.67 ($\pm$ 0.25) เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างหน่วยทดลองเช่นกัน ทุกหน่วยการทดลองมีปริมาณเกลือใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 2.06 ($\pm$ 0.02) เปอร์เซ็นต์ ถึง 2.12 ($\pm$ 0.06) เปอร์เซ็นต์ ความคล้ายคลึงกันของปริมาณเกลือเป็นไปในทางเดียวกับการที่ปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากปริมาณเกลือที่เนยแข็งถูกดูดซึมเข้าไปในเนยแข็งระหว่างการแช่น้ำเกลือจะมีอิทธิพลมาจากปริมาณความชื้น (Geurt *et al*., 1974) สำหรับปริมาณไขมันของเนยแข็งดูเหมือนว่าจะได้รับอิทธิพลจากสมุนไพรท้องถิ่นที่มีต่อเคิร์ดระหว่างการผลิตเนยแข็ง โดยเนยแข็งชุดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) มีปริมาณไขมันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (30.11 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับเนยแข็งชุดที่มีการเติมสมุนไพร (28.72, 27.59 และ 26.65 เปอร์เซ็นต์ ในเนยแข็งที่เติม native mint, lemon myrtle และ bush tomato ตามลำดับ) มีความเป็นไปได้ว่าการเติมสมุนไพรลงไปในเนยแข็งและเกิดการผสมกับเคิร์ดจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียไขมันบางส่วนออกไปกับน้ำเวย์ เพราะในเนยแข็งรส bush tomato ซึ่งมีการเติมปริมาณสมุนไพรลงไปมากที่สุด (12.5 กรัมต่อเนยแข็ง 1 กิโลกรัม) มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ส่วนค่า pH ระหว่างระยะเวลาการบ่มทุกชุดการทดลองที่มีการเติมสมุนไพรมี pH เริ่มต้นมากกว่า 5.0 ในวันที่ 7 ยกเว้นเนยแข็งรส bush tomato ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอัตราส่วนการเติมสมุนไพรลงในเคิร์ดระหว่างการผลิต อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของ pH ระหว่างช่วงการบ่มของเนยแข็งทุกชุดการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยใน 2 – 3 สัปดาห์แรก pH จะมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และจะลดลงในช่วงวันที่ 30 ถึงวันที่ 60 จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในระหว่างวันที่ 60 – 90 แต่จากข้อมูลการทดลองแสดงให้เห็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ว่า pH ของเนยแข็งทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญระหว่างช่วงการบ่ม ยกเว้นเนยแข็งรส bush tomato โดยปกติแล้วการลดลงของ pH ในช่วงเริ่มต้นของการบ่มน่าจะลดลงเนื่องมาจากการเมตาบอไลซ์น้ำตาลแลคโตสที่เหลืออยู่ไปเป็นกรดแลคติค ต่อมา pH จะเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของเนยแข็ง (Fox *et al*., 1999) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนยแข็งรส native mint, lemon myrtle และ bush tomato พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจะลดลงเล็กน้อยในช่วง 60 วันแรก และจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยจนเข้าใกล้จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นการบ่ม (4.91×10^6) ในวันที่ 90 ส่วนจำนวนแบคทีเรียแลคติค จะอยู่ในช่วง 10^6 - 10^7 cfu/g ของเนยแข็งในทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการบ่ม จากการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณแบคทีเรียแลคติคแสดงให้เห็นว่าสภาวะการบ่มไม่สามารถเหนี่ยวนำการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์เหล่านี้ไปจากระดับตั้งต้นได้ Souza and Malcata (1996) รายงานว่ามีการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 5 log cycle ในเนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง ที่มีการบ่มน้อยกว่า 90 วันโดยไม่มีการปิดผนึกในภาวะสุญญากาศ ปริมาณยีสต์และราตั้งต้นในเนยแข็งทุกชุดการทดลองอยู่ในระดับต่ำมาก ($<10^2$ cfu/g) และยังคงอยู่ในระดับต่ำตลอดช่วงเวลาการบ่ม ยกเว้นในเนยแข็งรส bush tomato อาจเนื่องมาจากจำนวนสมุนไพร bush tomato ที่เติมลงไปมีมากกว่าปริมาณสมุนไพรอีก 2 ชนิด และ bush tomato มีจำนวนยีสต์และรามากกว่าสมุนไพรอีก 2 ชนิด สมุนไพรท้องถิ่นบางชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (Ahmed and Johnson, 2000) แต่ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สมุนไพรท้องถิ่นทั้ง 3 ชนิด ไม่มีชนิดใดเลยที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียหรือยีสต์และราได้ภายใต้สภาวะของการทดลองเปรียบเทียบจากเนยแข็งชุดควบคุมและเนยแข็งชุดที่เติม native mint, lemon myrtle และ bush tomato

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

<u>การทดสอบในเชิงพรรณนา</u> (Descriptive Sensory Analysis)

การทดสอบในเชิงพรรณนาเป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์แบบหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้อย่างสมบูรณ์ ช่วยในการบอกส่วนผสมและตัวแปรในการระบวนการผลิต และ / หรือตัดสินว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Attribute) ใดที่มีความสำคัญต่อการยอมรับโดยส่วนใหญ่เทคนิคการพรรณนามักมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรยายลักษณะของผลิตภัณฑ์ ในเทอมของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่รับรู้ได้ และการทดสอบเชิงพรรณนานี้สามารถใช้ได้กับทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบในเชิงพรรณนามักถูกนำไปใช้เมื่อต้องการเจาะจงรายละเอียดคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวหรือต้องการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด (Gillette, 1984) เทคนิคการพรรณนานี้มักจะถูกใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยจะไม่มีการใช้ผู้บริโภคในการทดสอบชิม แต่จะใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน

การทดสอบในเชิงพรรณนามีหลายรูปแบบ ได้แก่ การทดสอบแบบการใช้สเกลและคะแนน (Scoring and Scaling) การทดสอบในเชิงพรรณนาเค้าโครงทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ (Flavor profile) การทดสอบในเชิงพรรณนาเค้าโครงทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Texture profile) และการทดสอบในเชิงพรรณนาปริมาณ (Quantitative descriptive analysis : QDA) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการทดสอบในเชิงพรรณนาปริมาณ

การทดสอบในเชิงพรรณนาปริมาณ (Quantitative descriptive analysis : QDA) ได้รับการพัฒนาขึ้นในยุค 1970 โดย Stone *et al.* (1974) ได้เลือกใช้สเกลที่เป็นเส้นตรงในการบรรยายลักษณะและความเข้มของผลิตภัณฑ์เพื่อลดความโน้มเอียงของกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่จะใช้เฉพาะช่วงกึ่งกลางของสเกลเพื่อหลีกเลี่ยงคะแนนที่สูงหรือต่ำเกินไป

การคัดเลือกผู้ทดสอบชิม ในตอนแรกอาจมีผู้ทดสอบชิมจำนวนมาก และจะทำการคัดเลือกโดยการทดสอบการรับรู้รสชาติ ได้แก่ รสหวาน เปรี้ยว เค็มและขมก่อน จากนั้นผู้ที่ผ่านการทดสอบชิมเบื้องต้น จะถูกทดสอบการจำแนกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้วิธี Triangle test จนกระทั่งได้ผู้ทดสอบชิมที่มีประสิทธิภาพมาฝึกฝนต่อไป

ในระหว่างกระบวนการฝึกฝนผู้ทดสอบชิมครั้งแรก จะมีการให้ผู้ทดสอบชิมจำแนกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการเตรียมตัวอย่างให้มีลักษณะที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้ทดสอบชิมสามารถหาคำศัพท์มาอธิบายแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ได้ และจะมีการปรึกษาหารือกันระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบชิมเพื่อหาข้อสรุปของคำศัพท์ที่จะใช้บรรยายถึงแต่ละคุณลักษณะ รวมทั้งคำจำกัดความของคำศัพท์นั้น เพื่อให้ผู้ทดสอบชิมมีแนวคิดของผลิตภัณฑ์ตรงกัน นอกจากนี้ผู้ทดสอบชิมจะต้องตัดสินใจว่าจะทำการประเมินคุณลักษณะใดก่อนหรือหลังด้วย ในช่วงท้ายของการฝึกผู้ทดสอบชิมจะมีการลองให้ผู้ทดสอบชิมประเมินตัวอย่างเป็นชุดๆ ซึ่งทำให้ผู้นำของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มผู้ทดสอบชิมสามารถประเมินความสามารถในการทดสอบชิมของผู้ทดสอบแต่ละคนได้จากการวิเคราะห์การประเมินคุณลักษณะต่างๆ ทางสถิติตลอดระยะเวลาการทดสอบชิม (Lawless and Heymann, 1998)

การใช้ Ideal ratio profile ในการวิเคราะห์อาหาร

วิธี Ideal Ratio Profile ถูกพัฒนาขึ้นโดย Beausire and Earle (1985) โดยมีวิธีทดสอบ คือ ให้ผู้ทดสอบชิมจำแนกคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ลักษณะปรากฏ (Appearance) จนถึงการบริโภคผลิตภัณฑ์ (Aftertaste) โดยให้ผู้ทดสอบชิมบอกถึงจุดที่คิดว่าดีเลิศ (Ideal) ของแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบว่าอยู่ที่ตำแหน่งใดพร้อมทั้งประเมินค่าตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบตามคุณลักษณะต่างๆ โดยการทำเครื่องหมายลงบนสเกลเส้นตรงตามแนวขวาง (Horizontal line scale) เส้นเดียวกัน การวิเคราะห์ผลทำได้โดยการวัดระยะทางจากทางซ้ายมือสุดของสเกลไปถึงจุดของตัวอย่างที่ผู้ทดสอบชิมทำเครื่องหมายไว้ (Sample score: S) หารด้วยระยะทางจากซ้ายมือสุดของเส้นสเกลไปจนถึงจุดที่ผู้ทดสอบคิดว่าดีที่สุด (Ideal score: I) จะได้ค่า Ideal ratio score ของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะ และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างแต่ละตัวอย่างได้โดยตรง โดยถ้าค่า Ideal ratio score ของตัวอย่างเท่ากับ 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบดีเท่ากับอุดมคติ ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับคุณลักษณะนี้ ถ้า Ideal ratio score ของตัวอย่างน้อยกว่า 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบน้อยกว่าอุดมคติ ต้องมีการเพิ่มความเข้มหรือความแรงของคุณลักษณะดังกล่าวให้มากขึ้น ถ้า Ideal ratio score ของตัวอย่างมากกว่า 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบมากกว่าอุดมคติ ต้องมีการลดความเข้มหรือความแรงของคุณลักษณะดังกล่าวให้น้อยลง และในการพรรณนาผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณนี้จะนำคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์มารายงานในรูปเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2536)

การบอกจุดที่ดีที่สุด(Ideal) ของผู้ทดสอบชิมมี 2 แบบ ได้แก่

1. Floating ideals

เป็นวิธีที่ให้ผู้ทดสอบชิมมีอิสระในการบอกจุด ideal โดยในการทดสอบจะให้ผู้ทดสอบชิมบอกตำแหน่งของ ideal และตำแหน่งของความเข้มของตัวอย่างที่ทดสอบบนสเกลเดียวกัน วิธีนี้จะใช้ได้ดีกับผู้ทดสอบชิมที่ยังไม่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี และมักจะใช้กับการทดสอบชิมในครั้งแรกๆ ที่ยังไม่มีการกำหนดจุด Ideal ของผลิตภัณฑ์นั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. Fixed ideals

เป็นวิธีที่มีการกำหนดจุด Ideal เอาไว้ให้ผู้ทดสอบชิมแล้วและให้ผู้ทดสอบชิมบอกว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีความเข้มของลักษณะที่ทดสอบอยู่ในตำแหน่งใด ซึ่ง ideal แบบนี้ได้มาจากการทำ Floating ideals ในการทดสอบครั้งแรกๆ และนำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น Fixed ideals ซึ่งจะสามารถใช้ได้ดีกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระยะยาว ซึ่งในบางครั้งผู้ทดสอบชิมอาจจะจำจุด ideal ของตนเองไม่ได้

ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระยะยาวจะมีการใช้ทั้ง Floating ideals และ Fixed ideals ร่วมกัน โดยในระยะแรกจะใช้ Floating ideals เพื่อกำหนดจุด ideal ของผลิตภัณฑ์ก่อน หลังจากนั้นในการทดสอบชิมครั้งต่อไปจึงจะมีการใช้ Fixed ideals เพื่อหาตำแหน่งความเข้มของแต่ละลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved