บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนยแข็ง (Cheese)

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (F.A.O.) ได้กำหนดคำจำกัดความของคำว่าเนยแข็งหรือ cheese ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนของน้ำนม ครีม หางนม หางเนยเหลว หรือส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยหลังจากการตกตะกอนแล้วจะมีการแยกเอาหางเนยออก (National Dairy Council, 2004) ส่วนประกอบที่สำคัญของเนยแข็ง ได้แก่ โปรตีนในน้ำนมหรือที่เรียกว่า เคซีน (Casein) ไขมัน น้ำ และเกลือ ส่วนประกอบเหล่านี้จะมีปริมาณแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของเนยแข็ง เนยแข็งเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีการผลิตมากชนิดที่สุด จนอาจจะกล่าวได้ว่า ทุกชาติที่มีการผลิตและบริโภคน้ำนมมักจะมีการผลิตเนยแข็ง เนื่องจากในแต่ละท้องถิ่นจะมีการดัดแปลงองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิตเนยแข็งไปตามความนิยมของท้องถิ่นนั้น ๆ ทำให้เกิดมีเนยแข็งมากมายหลายรูปแบบ (นรินทร์, 2531)

ชนิดของเนยแข็ง

เนยแข็งมีมากมายหลายชนิด สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มได้หลายวิธี ดังนี้

1. <u>การจำแนกประเภทเนยแข็งตามวิธีของ Codex Alimentarius, 1978</u>

1.1 จำแนกตามปริมาณความชื้นในเนยแข็ง

พิจารณาจากปริมาณความชื้นในไขมันอิสระ แบ่งได้ดังนี้

- เนยแข็งชนิดแข็งเป็นพิเศษ (extra hard cheese) เป็นกลุ่มเนยแข็งที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 51 ของน้ำหนักเนยแข็งที่ไม่รวมน้ำหนักไขมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- เนยแข็งชนิดแข็งมาก (hard cheese) เป็นกลุ่มเนยแข็งที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 49 – 56 ของน้ำหนักเนยแข็งที่ไม่รวมน้ำหนักไขมัน เช่น เนยแข็งพาเมแซน(Parmesan), พีคาริโน (Pecarino), บริซ (Sbrinz) และ เบรกเคส (Bergkase)

- เนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง (semi–hard cheese)เป็นกลุ่มเนยแข็งที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 54-63 ของน้ำหนักเนยแข็งที่ไม่รวมน้ำหนักไขมัน เช่น เนยแข็งเชดดาร์ (Cheddar), เชสเชีย (Cheshire), เอ็มเมนทอล (Emmental) และพอร์ต ซาลูท (Port Salut)

- เนยแข็งชนิดกึ่งนิ่ม(semi – soft cheese) เป็นกลุ่มเนยแข็งที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 61-69 ของน้ำหนักเนยแข็งที่ไม่รวมน้ำหนักไขมัน

- เนยแข็งชนิดนิ่ม (soft cheese) เป็นกลุ่มเนยแข็งที่มีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 67 ของน้ำหนักเนยแข็งที่ไม่รวมน้ำหนักไขมัน เช่นเนยแข็งบรี (Brie), คาเมมเบิร์ท (Camembert), คูลอมเมีย (Coulommiers) และ ฟีต้า

1.2 จำแนกตามปริมาณไขมันในเนยแข็ง แบ่งออกได้ 5 กลุ่มได้แก่

- เนยแข็งที่มีปริมาณไขมันสูงมากกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนักแห้ง
- เนยแข็งที่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 45-60 ของน้ำหนักแห้ง
- เนยแข็งที่มีปริมาณไขมันปานกลางประมาณร้อยละ 25-45 ของน้ำหนักแห้ง
- เนยแข็งที่มีปริมาณไขมันต่ำประมาณร้อยละ 10-25 ของน้ำหนักแห้ง
- เนยแข็งที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักแห้ง

1.3 จำแนกตามชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการบ่ม แบ่งได้เป็น

1.3.1 การบ่มที่เกิดจากแบคทีเรีย
- เกิดที่ผิวเนยแข็ง
- เกิดภายในเนยแข็ง

1.3.2 การบ่มที่เกิดจากรา
- เกิดที่ผิวเนยแข็ง
- เกิดภายในเนยแข็ง

1.3.3 เนยแข็งที่ไม่ผ่านขั้นตอนการบ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. <u>การจำแนกตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 31 พ.ศ. 2522</u>

แบ่งเนยแข็งเป็น 5 ชนิด

2.1 ครีมชีส (cream cheese) เนยแข็งที่ใช้ครีมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต ปริมาณมันเนยคำนวณโดยไม่รวมน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนัก ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 55 ของน้ำหนัก

2.2 โฮลมิลค์ชีส (whole milk cheese) เนยแข็งที่ใช้นมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต ปริมาณมันเนยไม่รวมน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 37 ของน้ำหนัก

2.3 สกิมมิลค์ชีส (skimmed milk cheese) เนยแข็งที่ใช้นมพร่องมันเนยหรือนมขาดมันเนยหรือบัตเตอร์มิลค์ (butter milk) หรือเวย์ (whey) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต ปริมาณมันเนยโดยไม่รวมน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของน้ำหนัก ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 60 ของน้ำหนัก

2.4 โพรเซสชีส (processed cheese) เนยแข็งที่ผ่านกรรมวิธีบดแล้วอุ่นให้หลอมเหลวเติมสารอีมัลซีฟาย (Emulsifier) และนำมาพาสเจอร์ไรซ์ และจะแต่งสี กลิ่น รส หรือไม่ก็ได้ ปริมาณมันเนยโดยไม่รวมน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของน้ำหนัก ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 45 ของน้ำหนัก

2.5 เนมชีส (named cheese) คือเนยแข็งที่มีชื่อเฉพาะ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปตามชนิดของเนยแข็ง

(กรมควบคุมอาหารกระทรวงสาธารณสุข, 2522)

3. <u>จำแนกตามชนิดของน้ำนม</u>

เนื่องจากน้ำนมแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้เนยแข็งที่ได้มีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงอาจแบ่งชนิดเนยแข็งตามชนิดของน้ำนมที่นำมาใช้ในการผลิต ได้แก่

3.1 เนยแข็งที่ได้จากน้ำนมโค เช่น เนยแข็งพามิเกียโน- เร็กเกียโน (Parmigiano Reggiano), กัวดาร์ชนิดรมควัน (Smoke Gouda)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 เนยแข็งที่ได้จากน้ำนมแพะ เป็นเนยแข็งที่มีลักษณะแข็ง เช่น เนยแข็งทรอนชอน (Tronchon) และบานอน (Banon)

3.3 เนยแข็งที่ได้จากนมแกะ เช่น เนยแข็งคอร์สิคา (Corsica) และพีโคริโน (Pecorino)

อย่างไรก็ตามสามารถผลิตเนยแข็งได้จากน้ำนมชนิดอื่น เช่น กระบือ อูฐ จามรี กวาง (Cheese.com Inc.,2002)

4. <u>จำแนกตามแหล่งผลิตเนยแข็ง</u>

ลักษณะของภูมิประเทศและภูมิอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ลักษณะเนยแข็งแตกต่างกัน เช่น

2.1 เนยแข็งที่ผลิตในประเทศฝรั่งเศส เช่น เนยแข็งเอสที. มาร์เซลลิน (St. Marcellin), พอร์ท ซาลูท (Port Salut)

2.2 เนยแข็งที่ผลิตในประเทศอังกฤษ เช่น เนยแข็งเชสเชียร์ (Cheshire), อิงลิช สติลตัน (English Stilton) และเซจ เดอบี้ (Sage Derby)

2.3 เนยแข็งที่ผลิตในประเทศเยอรมันนีเช่น เนยแข็งมิราโบผสมวอลนัท (Mirabo Walnut), มอนแทกโนโล (Montagnolo)และเนยแข็งผสมเห็ดแชมปิยอง (Champignon German Brie with Mushrooms)

2.4 เนยแข็งที่ผลิตในประเทศอเมริกา เช่น เนยแข็งคอลบี้ (Colby), เนยแข็งชนิดเส้น (String Cheese), โคติจา (Cotija) และมูนสเตอร์ (Muenster)

2.5 เนยแข็งที่ผลิตในประเทศอิตาลี เช่น เนยแข็งอิตาเลียน โรมาโน เพอโคริโน (Italian Romano Pecorino), ทาเลคกิโอ ดีโอพี (Taleggio DOP)และแมสคาร์โพน (Mascarpone)

นอกจากประเทศที่ได้กล่าวข้างต้น ยังมีประเทศฟินแลนด์ สวิสเซอแลนด์ สเปน อาร์เจนตินา เนเธอแลนด์ ที่นิยมการบริโภคเนยแข็งและผลิตเนยแข็งตามความต้องการของประชาชนในท้องถิ่น (Cheese.com Inc.,2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนยแข็งมอซซาเรลลา (Mozzarella Cheese)

เนยแข็งมอซซาเรลลาเป็นเนยแข็งชนิดนิ่ม นิยมใช้ในการผลิตพิซซ่า เนยแข็งชนิดนี้มีต้นกำเนิดมาจากประเทศอิตาลี มีลักษณะเฉพาะเมื่อนำมาปรุงอาหาร เคิร์ดสดสามารถยืดได้ในน้ำร้อนมีโครงสร้างเป็นเส้นใยมีคุณสมบัติการละลายและการยืดหยุ่นดีมาก เป็นแหล่งของแคลเซียม ฟอสฟอรัส โปรตีน วิตามินบี วิตามินบี 12 ไรโบฟลาวิน (riboflavin) และแร่ธาตุ ได้แก่ ซีลีเนียม ไอโอดีน สังกะสี (The George Mateljan Foundation, 2004)

กระทรวงเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture) ได้กำหนดลักษณะเนยแข็งมอซซาเรลลาและประเภทเนยแข็งมอซซาเรลลา ดังนี้

1. <u>ประเภทของเนยแข็งมอซซาเรลลาแบ่งปริมาณไขมันและความชื้นในเนยแข็ง</u>

โดยแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1.1 เนยแข็งมอซซาเรลลา (moozzarella cheese) เป็นเนยแข็งมอซซาเรลลาที่มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 52-60 และมีปริมาณไขมันนมร้อยละ 45 ของน้ำหนักแห้ง

1.2 เนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำ (low-moisture mozzarella cheese) มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 45-52 และมีปริมาณไขมันนมร้อยละ 45 ของน้ำหนักแห้ง

1.3 เนยแข็งมอซซาเรลลาที่ผลิตจากนมพร่องมันเนย(part –skim mozzarella cheese) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 52-60 และมีปริมาณไขมันนมร้อยละ 30-45 ของน้ำหนักแห้ง

1.4 เนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำผลิตจากนมพร่องมันเนย (low-moisture part-skim mozzarella cheese) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 45-52 และมีปริมาณไขมันนมร้อยละ 30-45 ของน้ำหนักแห้ง

(International Dairy Foods Association, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. <u>รูปร่างเนยแข็งมอซซาเรลลา</u>

แบ่งได้ดังนี้

1. ลักษณะเป็นก้อนขนมปัง (loaf)
2. ลักษณะเป็นแผ่น (sliced)
3. ลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ (shredded)
4. ลักษณะเป็นลูกเต๋า (diced)

(International Dairy Foods Association, 2004)

3. <u>รูปแบบเนยแข็งมอซซาเรลลา</u>

แบ่งได้ดังนี้

1. เนยแข็งมอซซาเรลลาสด
2. เนยแข็งมอซซาเรลลาแช่แข็ง

(International Dairy Foods Association, 2004)

4. <u>ลักษณะเนยแข็งมอซซาเรลลา</u>

4.1 กลิ่นรส (flavor)เนยแข็งที่ได้ควรมีกลิ่นรสไม่ฉุนมาก แต่อาจมีกลิ่นกรดเล็กน้อย ในเนยแข็งที่ผลิตแบบดั้งเดิมอาจมีกลิ่นหืนเล็กน้อยทั้งนี้ขึ้นกับการยอมรับของผู้บริโภค

4.2 ตัวผลิตภัณฑ์และเนื้อสัมผัส (body and texture) แบ่งได้ดังนี้

4.2.1 รูปร่างเป็นก้อนขนมปัง (loaf form) เนยแข็งมอซซาเรลลาทุกชนิดเมื่อดึงแผ่นหรือก้อนเนยแข็งควรจะมีความยืดหยุ่น ไม่มีโพรงและก๊าซ เนยแข็งควรเรียบและบิดงอได้ง่าย

4.2.2 รูปร่างเป็นแผ่น (sliced form) เนยแข็งมอซซาเรลลารูปร่างแผ่นทุกชนิด ไม่ควรมีโพรงและก๊าซ แผ่นเนยแข็งจะแยกเป็นอิสระต่อกัน และแยกจากกันได้ง่ายไม่ฉีกขาด เนยแข็งควรมีลักษณะเรียบและบิดงอได้ง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3 รูปร่างเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือลูกเต๋า (shredded or diced form) เนยแข็งมอซซาเรลลาทุกชนิด ที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆหรือเป็นลูกเต๋า อาจจะมีข้อบกพร่องด้านความหยาบ ความแห้งเป็นผง เหลวหรืออ่อนได้เพียงเล็กน้อย
(International Dairy Foods Association, 2004)

1.5 <u>ส่วนประกอบโดยทั่วไปของเนยแข็งมอซซาเรลลา</u>

1. เนยแข็งมอซซาเรลลา (mozzarella cheese) ประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 52 โปรตีนร้อยละ 20.5 ไขมันร้อยละ 22.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2 เถ้าร้อยละ 3

2. เนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำ (low moisture mozzarella cheese) ประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 48 โปรตีนร้อยละ 22 ไขมันร้อยละ 24.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.5 เถ้าร้อยละ 3

3. เนยแข็งมอซซาเรลลาจากหางนม (part skim mozzarella cheese) ประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 52 โปรตีนร้อยละ 25.5 ไขมันร้อยละ 16.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3 เถ้าร้อยละ 3

4. เนยแข็งมอซซาเรลลาจากหางนมและความชื้นต่ำ (part skim, low moisture mozzarella cheese) ประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 48 โปรตีนร้อยละ 28 ไขมันร้อยละ 17 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3 เถ้าร้อยละ 4
(milk ingredient.ca, 2004)

<u>วิธีการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลา</u>

ในปัจจุบันเนยแข็งมอซซาเรลลามีวิธีการผลิตได้หลายวิธี เช่น

1. การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมกรดโดยตรง

ในการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาโดยเติมกรดอินทรีย์โดยตรง ไม่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ (starter culture) มีวิธีการผลิตคือ นำน้ำนมดิบอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เติม 10 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิตริก ลงในนมร้อยละ 1 ปรับอุณหภูมิเป็น 30 องศาเซลเซียส เติมแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.02 และเอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.0025 ทิ้งไว้ 15 นาที ตัดเคิร์ดให้มีขนาด 4-6 มิลลิเมตร กวนเคิร์ดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 25 นาที แยกน้ำเวย์ออก ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 80 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลเซียส 5 นาที นำเคิร์ดที่ได้ต้มในน้ำเวย์อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส แล้วรีดน้ำเวย์ออกขณะร้อน ม้วนเคิร์ดเป็นก้อนใส่พิมพ์และแช่ในน้ำอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง นำเคิร์ดออกจากพิมพ์และแช่ในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 20 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่เยือกแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เพื่อรอการใช้งานต่อไป (เรณูและคณะ, 2544)

2. การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำจากนมพร่องมันเนย

การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำจากนมพร่องมันเนย มีวิธีการคือ เติมกลูโคโน-เดลต้า-แลคโตน (Glucono- δ-lactone) ปริมาณ 1.6 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำนมขาดมันเนยที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เพื่อให้นมมีค่าความเป็นกรด – ด่าง 6.0 หลังจากนั้นกรองด้วยวิธีไมโครฟิวเตรชั่น (microfiltration) โดยใช้เยื่อเลือกผ่านเซรามิก (ceramic membrane) ที่ช่องมีรูซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 ไมโครเมตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 เพื่อให้ได้น้ำนมที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 6- 9 เท่า เติมครีมที่มีไขมันร้อยละ 40 ลงในน้ำนม หลังจากนั้นนำน้ำนมที่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เติมกลูโคโน-เดลต้า-แลคโตนร้อยละ 1.7 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักของเคิร์ด แล้วจึงเติมเอนไซม์เรนเนท ทิ้งไว้รอให้ตกตะกอน ตัดเคิร์ดและปล่อยน้ำเวย์ออกเล็กน้อย ให้ความร้อนอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสจนได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5 เป็นเวลาประมาณ 35 นาที เติมเกลือร้อยละ 2.2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักของเคิร์ด ได้ค่าความเป็นกรด – ด่าง 5.3 ทำการยืดเคิร์ดขณะร้อนที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียสในสารละลายน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 6 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักเคิร์ด ทำให้เย็นและบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ (Ardisson และRizri, 2004)

3. การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาโดยใช้จุลินทรีย์ในการเพิ่มความเป็นกรดในน้ำนม

การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาโดยใช้จุลินทรีย์เพิ่มความเป็นกรดในน้ำนม โดย Bertola และคณะ (1996). ได้ผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นต่ำ โดยนำน้ำนมที่มีไขมัน 26 มิลลิกรัมต่อกรัมไขมันอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียสที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มเทอร์โมฟิลิก (thermophilic) โดยมี *Streptococcus salavarius ssp. thermophilus* เป็นเชื้อหลักที่ใช้ หลังจากนั้นเติมเอนไซม์เรนเนทเพื่อตกตะกอนนม ทิ้งไว้ 20 นาทีได้เคิร์ดแล้วตัดเคิร์ด หลังจากนั้นกวนเคิร์ดเบาๆเป็นเวลา 20 นาที และให้ความร้อน 45 องศาเซลเซียสนาน 20 นาที ในช่วงการให้ความร้อนตอนท้ายนี้น้ำเวย์จะมีค่าความเป็นกรด 6.0 + 0.1 หลังจากนั้นปล่อยน้ำเวย์ออกจากเคิร์ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้นรูปเคิร์ดและตั้งทิ้งไว้จนได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.3 หลังจากนั้นตัดเคิร์ดเป็นชิ้นเล็กๆและยืดเคิร์ดในน้ำเกลือเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นขึ้นรูปเป็นก้อนเนยแข็งและทำให้เย็นด้วยน้ำอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปแช่น้ำเกลือเข้มข้น 15 – 20 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Fox (1993). ได้นำจุลินทรีย์กลุ่มมีโซฟิลิก (mesophilic) เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ เชื้อ *Lactococcus lactis spp .lactis* หรือ cremoris เพื่อให้ผลิตกรดแลคติก ในขั้นตอนการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาความชื้นสูง โดยเติมเชื้อปริมาณร้อยละ 0.1 ของน้ำนมที่อุณหภูมิ 32 – 35 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดกรดในเคิร์ดอย่างช้าๆและเก็บความชื้นได้สูง หลังจากนั้นตัดเคิร์ดเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อเอาน้ำเวย์ออก เคิร์ดที่ได้จะเกิดกรดนำมาล้างด้วยน้ำเย็นและเก็บในห้องเย็นเพื่อให้น้ำไหลออกจากเคิร์ดตลอดคืน หลังจากนั้นเคิร์ดจะถูกทำให้อุ่นที่อุณหภูมิห้องและทำให้เกิดกรด โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.2 เคิร์ดจะถูกทำให้ร้อนในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้เคิร์ดลักษณะเหนียวยืด นำไปขึ้นรูปตามต้องการ ทำให้เย็นในน้ำเย็นและแช่น้ำเกลือ

หลักการพื้นฐานของการผลิตเนยแข็ง

พื้นฐานของการผลิตเนยแข็ง ประกอบด้วย

1. <u>การรับน้ำนมดิบ</u> น้ำนมดิบที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดี นอกจากคุณภาพดี ส่วนประกอบจะต้องไม่แตกต่างกันมาก การทดสอบคุณภาพของน้ำนมจะต้องกระทำกันที่ฟาร์มเพื่อความแน่ใจก่อนที่จะส่งน้ำนมเข้าโรงงาน นอกจากจะมีคุณภาพดีในแง่ของจุลินทรีย์และความสม่ำเสมอด้านส่วนประกอบ น้ำนมที่ใช้ต้องปราศจากสารปฏิชีวนะโดยเด็ดขาด เพราะสารปฏิชีวนะนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะใช้ในการผลิตเนยแข็งเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนั้นน้ำนมที่มีนมน้ำเหลือง (colostrum) ปนมากหรือน้ำนมจากสัตว์ป่วยเป็นโรคจะใช้ไม่ได้ สมบัติที่สำคัญของน้ำนมดิบที่ใช้ คือ ความสามารถในการตกตะกอน ถ้าน้ำนมใดที่ส่งเข้ามาไม่สามารถตกตะกอนด้วยเอนไซม์เรนเนท (rennet) หมายความว่า ใช้ในการผลิตไม่ได้ บ่อยครั้งที่น้ำนมจากวัวต่างฝูง หรือต่างฤดูกาลทำให้มีผลกระทบต่อการผลิตเนยแข็ง โรงงานหลายแห่งจึงนิยมเติมสารแคลเซียมคลอไรด์ เพื่อช่วยในการตกตะกอน(นรินทร์, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ปฏิบัติการขั้นต้นกับน้ำนมดิบ หลังจากการรับน้ำนมดิบที่มีคุณภาพตามที่ต้องการจำเป็นต้องมีปฏิบัติการหลายขั้นตอน ก่อนที่น้ำนมจะพร้อมใช้ ขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

2.1 การทำให้น้ำนมสะอาด (clarification) ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมและเนื้อเยื่อลิวโคไซส์ (leucocytes) ภายหลังการปั่นแยกไขมัน ติดมากับน้ำนม โดยการทำความสะอาดอาจจะกระทำทันทีที่น้ำนมดิบมาถึงหรือบางแห่งอาจจะกระทำหลังจากการเก็บน้ำนมไว้ระยะหนึ่ง ซึ่งการทำความสะอาดมีบทบาทสำคัญ โดยมีผลทำให้เนยแข็งที่เติมจุลินทรีย์และทำการบ่มตามระยะเวลาที่เหมาะสมของเนยแข็งชนิดนั้นๆจะมีรูอากาศที่เนื้อเนยแข็งลักษณะกลมและมีขนาดสม่ำเสมอ(นรินทร์, 2531)

2.2 พาสเจอร์ไรเซชันและการกำจัดแบคทีเรีย (bactofug Treatment) ที่นิยมใช้คือระบบ HTST (High Temperture Short Time) โดยใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 วินาที จะเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่จะไปรบกวนการทำงานของการตกตะกอน แต่เนยแข็งมอซซาเรลลาที่ผลิตโดยใช้น้ำนมดิบมีกลิ่นหอมดีกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ผลิตจากน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (Potter , N.N.และคณะ, 1995)

2.3 การปรับมาตรฐานของส่วนประกอบ (standardization) เนื่องจากส่วนประกอบของน้ำนมมักจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยเฉพาะไขมันและเคซีน ปริมาณของส่วนประกอบทั้งสองมักจะกลับกัน กล่าวคือ ถ้าปริมาณไขมันมาก ปริมาณเคซีนต่ำ แต่ถ้าปริมาณไขมันน้อยปริมาณเคซีนสูง ดังนั้นก่อนที่จะดำเนินการผลิตจะต้องมีการปรับมาตรฐานของปริมาณไขมันและเคซีนให้ได้ตามที่กำหนดไว้ก่อนเสมอ (นรินทร์, 2531)

2.4 การเติมสารเคมี เพื่อช่วยให้การทำงานของเอนไซม์เรนเนทมีประสิทธิภาพช่วยในการตกตะกอนของโปรตีนได้ดีขึ้น เพราะในบางครั้งตะกอนหรือเคิร์ด (curd) ที่ได้จะไม่แน่น ทำให้เคิร์ดแตกขณะตัด ส่งผลให้มีหางเนยออกมามาก ถ้าเติมแคลเซียมคลอไรด์ประมาณ 5-20 กรัมต่อ 100 กิโลกรัมของน้ำนมจะช่วยให้การตกตะกอนดีขึ้น แต่หากเติมแคลเซียมคลอไรด์มากเกินไปจะทำให้เนยแข็งที่ได้มีเนื้อสัมผัสแข็งเกินไป ทำให้การตัดยากขึ้น หากต้องการเคิร์ดที่มีเนื้อสัมผัสแข็งมากขึ้นควรเติมสารไดโซเดียมฟอสเฟต(disodium phosphate) ในปริมาณ 10-20 กรัมต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม โดยเติมไดโซเดียมฟอสเฟตก่อนที่เติมแคลเซียมคลอไรด์

ปกติสีของเนยแข็งจะปรากฏตามสีของไขมันของน้ำนม ซึ่งอาจจะมีสีเหลืองอ่อน ๆ หรือเหลืองมากในบางฤดู ดังนั้นเพื่อให้มีสีสม่ำเสมอผู้ผลิตบางรายจะเติมสารให้สี เช่น แคโรทีน (นรินทร์, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การตกตะกอน(curd making)

ผลของการตกตะกอนของน้ำนมเรียกว่าเคิร์ด (curd) การทำให้เกิดเคิร์ดมีหลายขั้นตอน ดังนี้

3.1 การใส่เรนเนท (renneting) การตกตะกอน (coagulation) เป็นขั้นตอนพื้นฐานการผลิตเนยแข็ง การตกตะกอนเกิดจากการเติมเรนเนทลงในน้ำนม ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เคซีนตกตะกอนคือ 4.6-4.7 (isoelectric point)

เรนเนทมีเอนไซม์เรนนินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เอนไซม์เรนนินจะทำปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน คือ เปลี่ยนเคซีนเป็นพาราเคซีนแล้วทำการตกตะกอนพาราเคซีน พาราเคซีนจะจับกับแคลเซียมไอออนส์ทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น การตกตะกอนจะดีขึ้น เมื่อมีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอน คืออุณหภูมิ ความเป็นกรด และปริมาณของแคลเซียมไอออน(Ca^{2+}) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนคือ 40 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านั้นเล็กน้อย เรนเนทเป็นสารที่สกัดมาจากกระเพาะของลูกวัว ซึ่งมีจำหน่ายในรูปของของเหลวและผง อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 1 : 10,000 ถึง 1 : 15,000 ของเรนเนทกับน้ำนม ในเวลา 40 นาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันมีผู้พยายามผลิตเรนเนทจากพืชและจากจุลินทรีย์ ปรากฏว่าเรนเนทจากพืชมักจะทำให้เนยแข็งมีรสขม แต่เรนเนทจากจุลินทรีย์ให้ผลดีเท่าๆ กับเรนเนทจากลูกวัว (นรินทร์, 2531)

3.2 การตัดเคิร์ด (curd cutting) เมื่อได้เคิร์ดที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสตามต้องการ ใช้เวลาประมาณ 25 นาที หลังจากนั้นจะตัดเคิร์ดเพื่อเพิ่มพื้นที่ของเคิร์ดให้มากขึ้น ทำให้หางเนยแยกออกจากเคิร์ด การตัดเคิร์ดเป็นขั้นตอนที่สำคัญและต้องระมัดระวังมาก ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ตัดควรออกแบบเป็นพิเศษอาจมีลักษณะเป็นใบมีดหรือเป็นเส้นลวดก็ได้ โดยใช้เครื่องตัดเคิร์ดออกเป็นก้อนสี่เหลี่ยมเล็กๆ อย่างสม่ำเสมอ

3.3 การกวน (strring) กวนเคิร์ดที่ตัดเรียบร้อย โดยทำการกวนช้าๆ ตลอดระยะเวลาที่กำหนด โดยควรกวนเคิร์ดให้ทั่วถึง เพื่อให้เคิร์ดแต่ละชิ้นแยกกันตลอดเวลา เพราะถ้าปล่อยให้เกาะรวมกันนาน เคิร์ดจะจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น (นรินทร์, 2531) และขณะกวนควรปรับอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้เคิร์ดเกิด syneresis มีผลทำให้โปรตีนหดตัวและปล่อยน้ำเวย์ออกจากเคิร์ดเพิ่มขึ้น (Scott and other, 1998)

3.4 การแยกหางเนย (whey drainag) ภายหลังการกวนซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 10-15 นาที มีผลทำให้หางเนยแยกออกจากเคิร์ดร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำนม หลังจากนั้นทำการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แยกหางเนยออกจากเคิร์ด โดยระหว่างการแยกหางเนยออกจากเคิร์ดควรกวนเคิร์ดตลอดเวลา หากหยุดกวนเคิร์ดต้องแยกหางเนยจากเคิร์ดโดยเร็ว เพื่อป้องกันเคิร์ดจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น

3.5 การต้ม (cooking) เพิ่มอุณภูมิให้เคิร์ดที่แยกหางเนยส่วนที่ได้จากการตัดเคิร์ดออกเรียบร้อย เพื่อให้เคิร์ดปล่อยหางเนยเพิ่มขึ้น โดยระหว่างให้ความร้อนต้องกวนเคิร์ดอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันเคิร์ดรวมกันเป็นก้อน โดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิ หากเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะทำให้ผิวชั้นนอกเคิร์ดแข็ง ส่วนด้านในของเคิร์ดนิ่ม และหาเพิ่มอุณหภูมิช้าเกินไป มีผลทำให้จุลินทรีย์เจริญ (นรินทร์, 2531)

4. <u>การเติมเกลือ</u>

เกลือที่ใช้เติมลงในเนยแข็ง เป็นเกลือธรรมดาที่ใช้ทั่วไป คือ โซเดียมคลอไรด์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการเติมคือ(นรินทร์, 2531)

ก. เพื่อควบคุมการผลิตกรด ในเนยแข็งโดยจุลินทรีย์ตามความต้องการของจุลินทรีย์แต่ละชนิด ซึ่งมีความทนต่อปริมาณเกลือไม่เท่ากัน เช่น แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค สามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้สูงกว่า 0.5 % เมื่อเติมเกลือในตอนแรกของกระบวนการผลิต ดังนั้นการเติมเกลือจึงมีบทบาทในการพัฒนาลักษณะต่างๆ ของเนยแข็ง แบคทีเรียที่ผลิตกรดบิวทีริคสามารถทนกรดได้ถึง 2 % ดังนั้นการป้องกันการผลิตกรดบิวทีริคจะทำได้โดยการเพิ่มปริมาณเกลือ

ข. เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อเนยแข็งให้ดีขึ้น การที่เนื้อของเนยแข็งจะมีความแน่นและสม่ำเสมอขึ้นอยู่กับการละลายของพาราเคซีน (paracasein) เนื่องจากพาราเคซีนจะละลายได้ดีถ้ามีปริมาณเกลือประมาณ 5 %

ค. เพื่อปรับปรุงให้กลิ่นดีขึ้น ตามปกติเกลือเป็นเครื่องชูรสในอาหารอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะเนยแข็งเป็นอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง หากเติมเกลือในเนยแข็งจะทำให้รสชาติดีขึ้น ปริมาณเกลือที่ใช้จะปรับให้เข้ากับระยะของการบ่มและกลิ่นเนยที่มีกลิ่นอ่อนจะใส่เกลือน้อยกว่าเนยที่มีกลิ่นแรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาเนยแข็ง

ก. กลไกการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโตส (lactose) เป็นแล็กเตท (lactate)

เนยแข็งเป็นผลิตภัณฑ์นมที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแล็กติก (lactic acid จะเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโตส (lactose) เป็นแล็คเตท (lactate) โดยอัตราการเกิดกรดมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเคิร์ด เนื่องจากอัตราการเกิดกรดมีผลต่อการควบคุมอัตราการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) (Paul, 2004) เช่น แคลเซียม โดยการสูญเสียแร่ธาตุมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของเนยแข็งนิ่ม เนื่องจากแคลเซียมที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้างที่สำคัญของเคิร์ด (นรินทร์, 2531)

ข. กลไกการเกิดปฏิกิริยาของแล็กเตท (lactate)

จุลินทรีย์ที่เปลี่ยนน้ำตาลแล็กโตส (lactose) เป็นแล็กเตท (actate) ซึ่งแล็กเตทจะถูกใช้เป็นสารตั้งต้น (substrate) ที่สำคัญในปฏิกิริยาที่เกิดในเนยแข็งระหว่างการบ่ม โดยแล็กเตทจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติก (lactic acid bacteria) ในเนยแข็งได้ผลิตภัณฑ์ เช่น อะซิเตท (acetate), เอทธานอล (ethanol), ฟอร์เมท (formate), คาร์บอนไดออกไซด์ (Paul, 2004)

ค. กลไกการเกิดปฏิกิริยาของซิเตรท (citate)

ในน้ำนมมีซิเตรทปริมาณ 1750 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณซิเตรทในเคิร์ดที่ใช้ผลิตเนยแข็งมีปริมาณสูงกว่าในน้ำเวย์ 3 เท่า โดยกลไกการเกิดปฏิกิริยาของซิเตรทเกิดจากจุลินทรีย์พวก *Streptococcus diacetylactis* หรือ *Lactococcus lactis ssp. Lactis biovar diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* และ *Leuconostoc lactise* ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกลไกการเกิดซิเตรทคือ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดรูอากาศเล็กๆ บนเนื้อเนยแข็งดัช (Dutch Cheese) นอกจากนี้ยังให้สารพวกไดอะซิทิล (diacetyl) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นกับเนยแข็ง (Paul, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. ปฏิกิริยาลิโปไลซิส (lipolysis)

ปฏิกิริยาจะเกิดตรงตำแหน่งพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและที่โมเลกุลของเลซิธิน (lecithin) การมีโลหะทองแดงหรือเหล็ก จะช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น และจะเกิดในภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น การเกิดออกซิเดชันของไขมันนมทำให้เกิดกลิ่นรสเปลี่ยนไป

การเกิดออกซิเดชันของไขมันนมจะลดลง ในภาวะที่น้ำนมมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมารออกซิเจนลดลง แต่ภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำจะช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันเร็วขึ้น เพราะที่อุณหภูมิต่ำแบคทีเรียจะเกิดกิจกรรม (activity) ลดลง ทำให้มีปริมาณออกซิเจนสูงขึ้น การเกิดออกซิเดชันสามารถป้องกันได้โดยการเติมสารแอนติออกซิแดน (anti-oxidant) ลงไป เช่น โดเดซิล กอลเลท (dodecyl gallate) 0.00005 % หรือทำการพาสเจอร์ไรเซชันที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียสเพราะความร้อนจะช่วยทำให้เกิดสารประกอบในนมลดลง การเกิดปฏิกิริยาลิโปไลซิสของไขมันในนมลดลง ทำให้สามารถรักษาปริมาณไขมันในน้ำนมได้ (Paul, 2004)

จ. การเกิดปฏิกิริยาโปรติโอไลซิส (proteolysis)

ปฏิกิริยาโปรติโอไลซิส หมายถึง ปฏิกิริยาการสลายตัวของโปรตีนโดยเอนไซม์กลุ่มโปรตีเอส ได้ผลิตภัณฑ์ คือ เปปโตน เปปไตด์ และกรดอะมิโน เอนไซม์ที่ควบคุมการสลายตัวของโปรตีน ได้แก่ เอนไซม์เรนนิน เปปซิน (เมื่อใช้เรนเนต) และเอนไซม์โปรตีเอสจากเชื้อจุลินทรีย์(Paul, 2004)

การเกิดกลิ่นหืนและกลิ่นรสที่ไม่ดีในนม

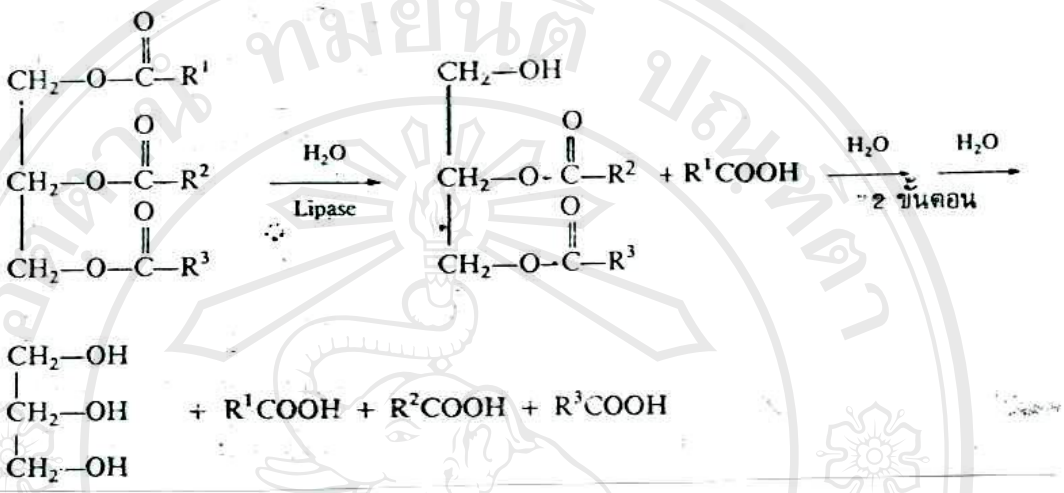
การเกิดกลิ่นหืน (racidity) ในนม เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดกับไขมันนม การเกิดกลิ่นหืนมีสาเหตุอยู่ 2 ประการ คือ

ก. การไฮโดรไลส์ไขมันนมโดยเอ็นไซม์ไลเปส

ปฏิกิริยานี้เรียกว่า ลิโปลิซิส (lipolysis) เกิดจากเอ็นไซม์ไลเปส (ส่วนมากมาจากจุลินทรีย์ที่เจริญในนม) ไปไฮโดรไลส์ไขมันนมเกิดกลีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมันอิสระ (free fatty

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

acid) กรดไขมันเหล่านี้มีกรดไขมันประเภทที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นหืนอยู่ด้วย เช่น กรดบิวทิริก เป็นต้น สมการแสดงปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไขมันนม คือ

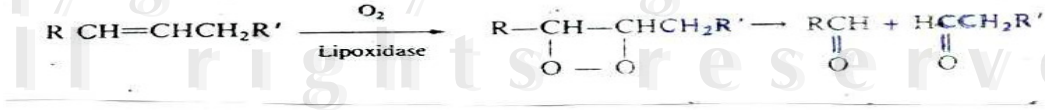


ภาพ 2.1 สมการปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ของไขมันนม

ปฏิกิริยาข้างต้น จะทำให้เกิดไดกลีเซอไรด์, โมโนกลีเซอไรด์และในที่สุดจะให้ไขมันอิสระและกลีเซอรอล กรดไขมันเหล่านี้มีตั้งแต่ C_4(กรดบิวทีริก) จนถึง C_{12} (กรดสเตียริก และกรดโอเลอิก) กรดไขมันอิสระบางชนิดทำให้เกิดกลิ่นคล้ายเนยเหลวและกลิ่นสบู่ (รัชนี, 2529)

ข. ออกซิเดชันของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว

ไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวประมาณ 40 % กรดไขมันเหล่านี้มีพันธะคู่ซึ่งจะถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจนในอากาศ โดยมีไลพอกซิเดส (lipoxidase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ภาพ 2.2 การเกิดปฏิกิริยาลิโปไลซิส (lipolysis) ของนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แอลดิไฮด์ที่เกิดโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นข้างต้น มีความยาวโซ่จาก C_4 ถึง C_{14} แอลดิไฮด์เหล่านี้มีกลิ่นแรง และทำให้เกิดการหืนได้ ออกซิเดชันของไขมันโดยไม่มีเอ็นไซม์เป็นตัวเร่งจะเกิดได้เช่นกันแต่อัตราการเกิดช้ากว่ามาก

การใช้ก๊าซเฉื่อย (inert gas) และการบรรจุหีบห่อแบบสูญญากาศ (vacuum packing) สำหรับนมผงและการแช่เย็นสำหรับเนยเหลว จำเป็นต่อการป้องกันกลิ่นหืน

การเกิดกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาในนมและผลิตภัณฑ์นม เกิดจากปัจจัยหลายปัจจัย เช่น ออกซิเจน แสง และโลหะ ในกลุ่มโลหะที่ทำให้กลิ่นไม่ดีคือ คิวปริก (Cu^{2+}) , เฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) (คิวปริกอ่อนมีกลิ่นแรงกว่า) และนิกเกิล (Ni^{2+})

กรดแอสกอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซีมีส่วนในการทำให้เกิดกลิ่นไม่ดีในนม การเกิดออกซิเดชันของกรดแอสกอร์บิกในนมสด พบว่าเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain of reaction) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นออกซิไดส์ (oxidized flavor) สาเหตุอาจเกิดจาก H_2O_2 ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาภายใต้สภาวะของปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดแอสกอร์บิก

มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนยแข็ง

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 พ. ศ. 2522 กำหนดดังนี้ (กรมควบคุมอาหาร กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 1×10^6 โคโลนี / กรัม
- ไม่พบยีสต์และรา
- ปริมาณโคลิฟอร์ม (coliform) โดยวิธี MPN น้อยกว่า 500
- อี โคไล *(E. coli)* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g
- ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมุนไพร

พืชสมุนไพร (Herb) หมายถึง พืชที่ใช้ส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือหลายส่วน เช่นราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เพื่อบำบัดรักษาอาการเจ็บป่วย หรือเพื่อบำรุงสุขภาพ

คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณทางยาของพืชสมุนไพรประจำบ้าน เช่น กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด เป็นที่รู้จักและยอมรับกันมานาน โดยใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารและใช้เป็นส่วนประกอบในยาพื้นบ้าน ปัจจุบันใช้เพื่อเป็นสรรพคุณทางยาหรือเพื่อเสริมสุขภาพ ซึ่งสมุนไพรเป็นที่สนใจอย่างมากในวงการแพทย์แผนใหม่ ส่วนในประเทศไทยเริ่มมีการบริโภคด้วยวัตถุประสงค์ดังกล่าวบ้างแล้วแต่อยู่ในวงจำกัด เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงคุณค่าของพืชดังกล่าวอย่างแท้จริง เพียงแต่ใช้เป็นอาหารประจำครัวเรือน และหารับประทานง่าย (วิภา, 2535)

- หอมแดง (Shallot)

หอมแดง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Allium ascalonicum Linn.* วงศ์ Alliaceae เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นหรือมีหัวอยู่ใต้ดิน หัวมีลักษณะกลมสีม่วงแดง ประกอบด้วยหัวเล็กๆ อยู่รวมกันหลายหัว มีเปลือกบางๆ ห่อหุ้มอยู่ภายนอก ใบยาวกลวงออกดอกเป็นช่อ ช่อหนึ่งประกอบด้วยดอกเล็กๆ จำนวนมาก ดอกมีสีขาวหรือสีม่วงอ่อน ประกอบด้วยสารกำมะถัน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม

มีสรรพคุณช่วยทำให้เจริญอาหาร ช่วยลดความร้อนในร่างกาย แก้หวัดคัดจมูก ขับลมในลำไส้แก้ปวดท้อง ท้องอืด แก้ผดผื่นคัน ถอนพิษแมลงสัตว์กัดต่อย โดยส่วนน้ำมันในหัวหอมใช้เป็นยาขับประจำเดือน ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ แก้ปวดหู ใช้ดมแก้อาการหน้ามืดตาลาย วิงเวียนหรือเป็นลมและใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ (ยุวดี, 2537)

- ข่า (Galanga)

ข่า ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia galangal SW.* วงศ์ Zingiberraceae เป็นพืชล้มลุกที่มีลำต้นเป็นกอ มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เหง้ามีสีน้ำตาลอมแสด มีเส้นแบ่งข้อเป็นช่วงสั้นๆ เนื้อในเหง้ามีสีขาวรสขมเผ็ดร้อน แต่ไม่เผ็ดเหมือนกับขิง มีกลิ่นฉุน ข่าเป็นพืชใบเดี่ยว ใบยาวปลายใบมน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขอบใบเรียบ ก้านใบยาวเป็นกาบหุ้มซ้อนกัน ดอกเป็นช่อสีขาวนวล ผลกลมสีแดงส้ม มีรสเผ็ดร้อน

สรรพคุณช่วยขับลมแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ท้องเดิน ฆ่าเชื้อบิด ช่วยย่อยอาหาร และบรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน ใช้รักษาโรคผิวหนัง กลาก เกลื้อนและแก้ลมพิษ เป็นยารักษาแผลสด แก้โรคปวดบวมตามข้อ แก้โรคหลอดลมอักเสบ ยาธาตุและยาขับลม (ยุวดี, 2537)

- ตะไคร้ (Lemon Grass)

ตะไคร้ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. วงศ์ Alliaceae เป็นไม้ล้มลุกประเภทหญ้า สูงประมาณ 1 เมตร มีเหง้าใต้ดิน ข้อและปล้องสั้นมาก ใบมีกลิ่นหอม เป็นใบเดี่ยวรูปเรียวยาวคม เส้นกลางใบแข็งสีขาวนวล แผ่เป็นกาบหุ้มซ้อนกันดูคล้ายลำต้น เป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากมีแคลเซียม เหล็กและวิตามินเอ

การใช้ประโยชน์จะใช้ในส่วนที่เป็นลำต้นโคนกาบใบ ทั้งในการประกอบอาหาร เครื่องดื่ม ตะไคร้มีสรรพคุณทางยา คือ เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ บรรเทาอาการปวดท้องเนื่องจากการบีบตัวของลำไส้ และยังมีฤทธิ์ในการฆ่าแบคทีเรียอีกด้วย

เนื่องจากพืชสมุนไพรมีสรรพคุณที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และสามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหาร เพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติให้กับอาหาร จึงมีผู้นำสมุนไพรมาใช้ในการพัฒนาอาหารในรูปแบบต่างๆ เช่น Samson และMilena (2002). ศึกษาการนำสมุนไพรพวกมิ้น(native mint), เลมอน มิธเทิล (lemon myrtle) และ มะเขือเทศ (bush tomato) เติมลงในเนยแข็ง พบว่าการเกิดปฏิกิริยาสลายโปรตีนและไขมันจะเพิ่มขึ้นในช่วงการบ่มเนยแข็งสมุนไพร โดยเฉพาะในเนยแข็งที่เติมมะเขือเทศ ซึ่งปริมาณไขมันในเนยแข็งที่ไม่มีการเติมสมุนไพรจะมีปริมาณสูงกว่าในเนยแข็งที่เติมสมุนไพร นอกจากนี้โดยปกติสมุนไพรเหล่านี้มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่จากการวิเคราะห์พบว่า สมุนไพรจะไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ Lactobacillus และ Lactococcus (เชื้อที่เติม) และรา (ยุวดี, 2537)

นอกจากนี้ วรรณภา (2545). ได้นำสมุนไพรศึกษาพัฒนาขนมขบเคี้ยวพืชสมุนไพร โดยนำสมุนไพรกระเทียม มะกรูด ตะไคร้ เป็นส่วนประกอบร่วมกับถั่วลิสงในการผลิตขนมขบเคี้ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดย Ideal Ratio Profile Test ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวม 7.28 ซึ่งถือว่าเป็นระดับปานกลาง ดังนั้นจะเห็นว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารที่นำสมุนไพรมาใช้ในการประกอบอาหารพอสมควร

มาตรฐานจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สมุนไพร

- ปริมาณแบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophilic aerobic bacteria) ไม่เกิน 10^6 โคโลนี / กรัม
- สตาฟิโลคอกคัส (*Staphylococcus spp*.) ไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfrigens*) ไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- ปริมาณเอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*)โดยวิธี MPN ไม่เกิน 3 เอ็มพีเอ็น / กรัม
- ปริมาณซาลโมเนลลา (Salmonella) ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
- ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mould) ไม่เกิน 10 โคโลนี/ กรัม

(มอก. 967, 2533)

ฟิล์มประกอบบริโภคได้ (edible film and coating)

แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1. ฟิล์มไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid film)
2. ฟิล์มไขมัน (lipid film)
3. ฟิล์มประกอบ (composite film)

1. <u>ฟิล์มไฮโดรคลอลอยด์</u> (hydrocolloid film)

การใช้ฟิล์มไฮโดรคอลลอยด์มีวัตถุประสงค์ไม่ใช่เพื่อการควบคุมการระเหยของไอน้ำ แต่ฟิล์มไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติในการกีดขวางออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฟิล์มเหล่านี้ใช้ประโยชน์สำหรับการปรับปรุงในเรื่องการแตกหักง่ายของผลิตภัณฑ์ ฟิล์มโพลิแซคคาไรด์ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ต้องนำไปละลายน้ำและให้ความร้อนก่อนนำไปใช้ ระหว่างการให้ความร้อนฟิล์มหรือสารเคลือบที่ทำจากไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) จะละลาย โดยไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมในอาหารไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางรสชาติของอาหาร

ไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้สร้างฟิล์มและสารเคลือบสามารถแบ่งตาม

ก. ส่วนประกอบโมเลกุล แบ่งตามส่วนประกอบ ได้แก่

- <u>คาร์โบไฮเดรต</u> (carbohydrates) ที่สร้างฟิล์ม ประกอบด้วย แป้ง (starches), กัมจากพืช (plant gums ; แอลจิเนต (alginate), เพคติน (pectins), กัมอะราบิก (gum arabic)), แป้งที่ดัดแปลงด้วยสารเคมี (chemically modified starches), คาราจีแนน (carageenan)

- <u>โปรตีน</u>(protein) ที่สร้างฟิล์มประกอบด้วย เจลลาติน (gelatin), เคซีน(casein), โปรตีนจากถั่ว (soy protein),โปรตีนจากเวย์ (whey protein), กลูเตนจากข้าวสาลี (wheat glutein) และโปรตีนจากข้าวโพด (zein)

ข. ประจุของโมเลกุล (moleccular charge)

ประจุของไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อการเกิดฟิล์ม ฟิล์มที่ทำจากแอลจิเนต (alginate) และเพคติน (pectin) ต้องเติมโพลิวาเลนท์ไอออน (polyvalent ion) โดยทั่วไปใช้แคลเซียม ทำให้การเกิดฟิล์มทำได้ง่ายขึ้น โปรตีนมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เนื่องจากสภาพประจุของโปรตีน หากผสมไฮโดรคลอลอยด์ที่มีประจุตรงข้าม เช่น เจลลาติน (gelatin) และกัมอะราบิก (arabic) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของฟิล์ม

ค. ความสามารถในการละลายน้ำ

ตามปกติฟิล์มไฮโดรคอลลอยด์มีความต้านทานการระเหยของน้ำต่ำ เนื่องจากโดยธรรมชาติไฮโดรคอลลอยด์เป็นไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำปานกลาง เช่น เอทิลเซลลูโลส (ethylcellulose), กลูเตนจากข้าวสาลี (wheat gluten) และโปรตีนจากข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(zein) ซึ่งมีความต้านทานการส่งผ่านของไอน้ำได้ดีกว่าไฮโดรคอลลอยด์ที่ละลายน้ำได้ (water – soluble hydrocolloids) (John and others, 1994).

2. ฟิล์มจากลิพิด (lipid film)

ฟิล์มจากไขมันมักใช้ในการกีดขวางไอน้ำหรือการเคลือบด้วยสารเคลือบเพื่อเพิ่มความมันวาวในผลิตภัณฑ์คอนเฟค (confectionery product)

แวกซ์ (waxes) ปกติใช้สำหรับเคลือบผลไม้และผัก ขัดขวางการหายใจและการสูญเสียความชื้นลดลง การเคลือบด้วยเชลแล็ก (shellac) มีคุณสมบัติช่วยกีดขวางก๊าซและไอน้ำ การเคลือบด้วย sucrase fatty acid esters มีผลต่อการกีดขวางความชื้นเพื่อรักษาความกรอบในอาหารขบเคี้ยวและยืดอายุการเก็บรักษาแอปเปิ้ล

เนื่องจากกรดไขมันและ fatty alcohol มีประสิทธิภาพในการกีดขวางไอน้ำและลดความเปราะจึงใช้ในการเชื่อมกับ supporting matrix ได้

ลิพิด (lipid) จำนวนมากอยู่ในรูปผลึก ซึ่งผลึกลิพิดที่อัดกันอย่างแน่นหนาทำให้ต้านทานการแพร่ของก๊าซได้ดีกว่าผลึกที่อัดกันอย่างหลวมๆ การซึมผ่านจะเกิดขึ้นระหว่างผลึก โดยผลึกแต่ละส่วนของลิพิด (lipid)จะกั้นไม่ให้ก๊าซและไอน้ำผ่านเข้าผลิตภัณฑ์ได้ดีมาก คุณสมบัติการกีดขวางของผลึกจากลิพิดขึ้นกับการอัดเรียงตัวของผลึกภายใน

ชั้นของไขมันจะช่วยในการป้องกันซึมผ่านของความชื้น เนื่องจากไขมันมีความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) สูง ทำให้ป้องกันการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ (John and others, 1996).

3. ฟิล์มประกอบ (composites film)

ฟิล์มประกอบเป็นการนำข้อดีขององค์ประกอบไขมันและไฮโดรคอลลอยด์มารวมกัน ทำให้ข้อเสียของฟิล์มแต่ละชนิดลดลง โดยองค์ประกอบไขมันช่วยกีดขวางไอน้ำ ในขณะที่องค์ประกอบไฮโดรคอลลอยด์สามารถให้ไอน้ำผ่านได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การประยุกต์ใช้ฟิล์ม

วิธีการสร้างฟิล์มเพื่อนำไปใช้มีหลายวิธีด้วยกัน คือ

1. การจุ่ม (dipping)

วิธีนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งต้องการใช้กับวัตถุเคลือบที่หลากหลายหรือต้องการเคลือบที่มีรูปแบบที่แน่นอนบนผิววัตถุที่ไม่สม่ำเสมอ หลังการจุ่มสารเคลือบที่เกินมาจะถูกนำออกจากผลิตภัณฑ์และทำให้แห้งหรือทำให้แข็งตัว วิธีนี้ใช้ฟิล์มของอะซิทิล โมโนกลีเซอร์ไรด์ (acetyl monoglycerides) เคลือบเนื้อวัว ปลา และไก่ นอกจากนี้มีการใช้แวกซ์ (wax) เคลือบผลไม้และผัก

2. การฉีดพ่น (spraying)

ฟิล์มที่ใช้โดยวิธีการฉีดพ่น จะทำให้ได้ฟิล์มที่มีลักษณะบาง มีรูปแบบที่แน่นอนกว่าการจุ่ม การฉีดพ่นเหมาะสำหรับการใช้ฟิล์มเพื่อเคลือบป้องกันผิวอาหารเพียงด้านเดียวเท่านั้น วิธีนี้จะใช้กับการเคลือบหน้าพิซซ่า(pizza) เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นของซอสที่ราดหน้าพิซซ่า การฉีดพ่นยังสามารถใช้ในการเคลือบเป็นชั้นที่สองบางๆ เช่น สารละลายที่มีประจุบวกเพื่อเชื่อมจับกับแอลจิเนต (alginate) หรือเพกติน (pectin)

3. การหล่อเป็นแผ่นฟิล์ม (casting)

วิธีนี้ฟิล์มที่ได้มีรูปร่างที่ได้มาตรฐานแน่นอน ซึ่งพัฒนาจากการผลิตฟิล์มที่ไม่สามารถบริโภคได้ การเคลือบจะทำได้ง่ายและสามารถควบคุมความหนาและความเรียบและพื้นผิวฟิล์มให้แบนได้ง่าย การหล่อฟิล์มสามารถทำได้โดยการฉีดพ่นหรือเทบนแบบพิมพ์เพื่อควบคุมความหนาของแผ่นฟิล์ม

4. วิธีอื่นๆ คือการเคลือบด้วยของเหลวสามารถใช้แปรงหรือทำให้เป็นถุงฟิล์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คาราจีแนน (Carrageenan)

คาราจีแนน (carrageenan) เป็นโพลิแซ็คคาไรด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง ส่วนใหญ่ได้จาก คอนดรัส คริสพัส (*Chondrus crispus*) คาราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ แคปปา (kappa), ไอโอตา (iota) และเลมบ์ดา (lamda) แตกต่างกันที่ปริมาณซัลเฟต เอสเทอร์ (sulfate ester) และ 3, 6-แอนไฮโดร- แอลฟา – ดี – กาแลคโตไพราโนซิล (3, 6 – anhydro-α-D-galactopyranosyl) แคปปา- คาราจีแนนประกอบด้วยหมู่ซัลเฟตน้อยที่สุดและ 3, 6 –แอนไฮโดร-แอลฟา-ดี-กาแลคโตไพราโนซิล (3, 6 – anhydro-α-D- galactopyranosyl) มากที่สุด ไอโอตา-คาราจีแนนแตกต่างจากแคปปา-คาราจีแนนที่ตำแหน่งที่ 2 การเกิดเจลของแคปปาและไอโอตา – คาราจีแนนเกิดโมโนวาเลนซ์ (monovalent ion) และไดวาเลนซ์ (divalent ion) โดยปกติประจุบวกของ K^+, Rb^+ และ Cs^+ ช่วยให้การเกิดเจลในขณะที่ประจุบวกของ Li^+ และ Na^+ มีผลช่วยในการเกิดเจลน้อยกว่าการเพิ่มแอนไฮไดร(anhydride) ทำให้ความไวในการเกิดเจลของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น แต่การเกิดเจลโดยใช้คาราจีแนนชนิดแคปปาจะเกิดได้ดีกว่าการเติมโพแทสเซียม สำหรับไอโอตา – คาราจีแนน (iota- carrageenan) มีจำนวนหมู่ 2 – ซัลเฟต (2- sulfate) เพิ่ม 25-50 เปอร์เซ็นต์ และไวต่อแคลเซียมในการเกิดเจล สำหรับแลมบ์ดา-คาราจีแนน (λ - carageenan) แตกต่างจากแคปปาและไอโอตา (K, ί– carrageenan) คือมีหมู่ซัลเฟตและไม่มี 3, 6 – แอนไฮโดร-แอลฟา-ดี-กาแลคโตส ทำให้ไม่สามารถเกิดเจลได้แต่จะช่วยลดการเปราะและลดการหดตัวของเจลเมื่อนำแลมดา-คาราจีแนน(λ - carrageenan) ผสมกับคาราจีแนนชนิดอื่น

คาราจีแนนในทางการค้ามีส่วนผสมของคาราจีแนนทั้ง 3 ชนิดและเติมโลคัส บีน กัม (locust bean gum) เพื่อสร้างโครงสร้างเกลียวคู่ (double helix structure) ให้เจล เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้เจล สำหรับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นเช่นเพคติน (pectin), กัวร์ (guar), CMC (carboxy methylcellulose) และแป้ง (starch) สามารถใช้ในการดัดแปลงเนื้อสัมผัสของเจลแต่เจลที่ได้จะนุ่มยืดหยุ่นหน้อยกว่าโลคัส บีน กัม (locust bean gum) อย่างไรก็ตามหมู่ซัลเฟตเป็นส่วนที่สำคัญของโครงสร้างคาราจีแนน

ทางด้านอาหารคาราจีแนนเป็นส่วนประกอบหลักในการเกิดเจล การทำให้สารแขวนลอย (suspension) และอิมัลชั่น (emulsion) คงตัว ทำให้ผลิตภัณฑ์นมเกิดเจลและข้นหนืด (viscosity) นอกจากนี้เจลคาราจีแนนยังใช้เป็นสารเคลือบในอาหาร (John and others, 1994).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนยขาว (Shortening)

เนยขาว คือไขมันหรือน้ำมันที่นำมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวให้เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่าไขมันเทียม (plastic fat) เนยขาวทำได้ทั้งจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ หรืออาจใช้น้ำมันพืชผสมกับไขมันสัตว์ เมื่อผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนแล้ว ต้องนำไปผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่นโดยวิธีการกลั่นด้วยไอ สารที่ให้กลิ่นและรสชาติจะถูกกำจัดออกหมดและมีกรดไขมันอิสระเหลืออยู่น้อยกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ และมีสารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ (hydrolized)ด้วยด่างเหลืออยู่น้อยมาก

เนยขาวสามารถเตรียมให้มีเนื้อสัมผัสอ่อนหรือแข็งได้ตามต้องการ ขึ้นอยู่กับปริมาณการเติมไฮโดรเจน (degree of hydrogenation) เนยขาวส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นของแข็งแต่เนื้อนุ่ม มีความหนืดสูง เรียกว่า plastic shortening เนยขาวนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดต่างๆ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมในการทำเค้ก คุกกี้ แพนเค้ก บิสกิต ขนมปัง โรล และพาย

หน้าที่ที่สำคัญของเนยขาว คืออุ้มอากาศ (hold air) ซึ่งมีประโยชน์ในการนวดเค้กหรือการทำครีมซึ่งมีน้ำตาลไอซิ่ง (icing) เป็นส่วนประกอบ นอกจากนั้นเนยขาวยังมีความแตกต่างกันที่ชนิดของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในไขมันหรือน้ำมันที่นำมาใช้ผลิตเนยขาว และทำให้เนยขาวมีจุดหลอมเหลวต่างๆ กัน เนยขาวที่ดีต้องอยู่ในสภาพ plastic ที่อุณหภูมิช่วงกว้าง จึงเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ แต่ไม่เหมาะสำหรับทำโดนัท ส่วนเนยขาวที่อยู่ในสภาพพลาสติก(plastic) ที่อุณหภูมิช่วงแคบและมีจุดหลอมเหลวต่ำ เหมาะสำหรับใช้ทำขนมทอด เพราะผลิตภัณฑ์ไม่เกิดลักษณะเยิ้ม (greasiness)

เนยขาวที่เกิดออกซิเดชันมีสีคล้ำ มีความหนืดเพิ่มขึ้น เกิดฟองมากขณะทอด มีกลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ เนยขาวที่ผลิตจากไขมันหรือน้ำมันที่กรดไขมันในโมเลกุลมีจำนวนคาร์บอนน้อยเช่นน้ำมันมะพร้าว จะเกิดฟองมากเมื่อนำไปทอด และเกิดการไฮโดรไลซิสได้เป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย ซึ่งอาจทำปฏิกิริยากับเกลือในอาหาร ทำให้อาหารที่ได้มีกลิ่นคล้ายสบู่ และกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยยังระเหยได้ง่ายทำให้เกิดกลิ่นหืน(Potter N.N.,1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เรณูและคณะ(2542). ได้ศึกษาการใช้ฟิล์มสองชั้น เพื่อลดการสูญเสียน้ำของเนยแข็งมอซซาเรลลา โดยเคลือบเนยแข็งมอซซาเรลลาด้วยฟิล์มสองชั้นที่ประกอบด้วย ฟิล์มโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose) ฟิล์มโซเดียมแคซีเนต (sodium casinate) ฟิล์มคาราจีแนน (caragenan) กับเนยขาว โดยใช้เนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มสองชั้นเป็นชุดควบคุม (control) โดยศึกษาน้ำหนักเนยแข็งที่สูญเสียระหว่างการเก็บเนยแข็งมอซซาเรลลา พบว่า น้ำหนักเนยแข็งที่ไม่เคลือบฟิล์มมีค่าน้อยกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้น โดยมอซซาเรลลาที่เคลือบด้วยฟิล์มคาราจีแนนกับเนยขาวจะสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เนื่องจากชั้นของเนยขาวช่วยลดการซึมผ่านของน้ำในเนยแข็ง

กมลทิพย์และคณะ(2546). ได้ศึกษาการผลิตฟิล์มสองชั้นที่ประกอบด้วยชั้นของแป้งคอนแจ็ค (Konjac Flour) และชั้นไขมันชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดทานตะวัน โดยเติมชั้นไขมันแต่ละชนิดปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัมต่อปริมาณแป้ง พบว่าอัตราการส่งผ่านของไอน้ำ (water vapor transsion rate) ของแผ่นฟิล์มที่เติมน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่เติมน้ำมันในการผลิตฟิล์ม

การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมีวิธีการใหญ่ๆ 3 วิธี

1. การทดสอบความแตกต่าง (Difference or discriminatory test)

ใช้ในการทดสอบหาความแตกต่างที่ปรากฏ ระหว่างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบผู้ทดสอบชิมจะไม่ถูกอนุญาตให้ทดสอบตามความรู้สึกของตนเอง ว่าชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบนั้นๆ อิทธิพลจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมควรถูกกำจัดไป มีวิธีการหามากมายเช่น Triangle test, Simple paired comparisons test , Duo-trio test, Ranking testและ Scoring test (ไพโรจน์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การทดสอบในเชิงพรรณนา (Descriptive test)

การทดสอบเชิงพรรณนาใช้ในการทดสอบเค้าโครงธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ เช่น เค้าโครงทางด้านกลิ่น และเค้าโครงทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความแตกต่างเนื่องมาจากความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

การทดสอบในเชิงพรรณนาเป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์แบบหนึ่งและส่วนหนึ่งเป็นการวิเคราะห์งานของผู้ทดสอบชิมด้วย ซึ่งผู้ทดสอบชิมจะช่วยในเรื่องคำศัพท์ที่จะใช้เชิงพรรณนาลักษณะของผลิตภัณฑ์ จะเห็นได้ว่าการทดสอบแบบนี้จะมีการทำงานเป็นกลุ่มก่อนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดี และจึงจะทดสอบผลิตภัณฑ์เดี่ยวทีหลัง

วิธีการทดสอบในเชิงพรรณนานี้ สามารถแบ่งออกเป็น

- การทดสอบแบบการใช้สเกลและคะแนน (Scoring and scaling)
- การทดสอบในเชิงพรรณนาเค้าโครงทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ (Flavor profile)
- การทดสอบในเชิงพรรณนาเค้าโครงทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Texture profile)
- การทดสอบในเชิงพรรณนาปริมาณ (Quantitative descriptive analysis ; QDA)
- การทดสอบเค้าโครงในอุดมคติ (Ideal ratio profile)

3. การทดสอบความชอบหรือความนิยม หรือการทดสอบการยอมรับ (Preference / acceptance test)

การทดสอบความชอบ หรือความนิยม หรือการยอมรับ เป็นวิธีการที่วัดความชอบ หรือวัดจากความชอบที่ใกล้เคียงกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่กำลังทดสอบ วัดจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมที่ตอบสนองต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบ

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบความชอบ หรือการยอมรับนี้ เป็นการวัดความชอบจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้บริโภคที่ไม่มีการฝึกฝน หรือว่ากล่าวล่วงหน้า ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ทดสอบที่มีประชากรมาก เพื่อให้ได้ค่าที่สรุปและผลในการวิเคราะห์ทางสถิติมีผลเป็นที่น่าพอใจ การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบ ความชอบนี้เป็นการหาความชอบจากตัวแทน กลุ่มประชากรและจำเป็นที่ต้องใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวนมาก อย่างไรก็

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามคะแนนทั้งหมดที่ได้จากผู้ทดสอบชิมที่มีการฝึกฝน สามารถจะถูกนำมาใช้คาดคะเนคะแนนความชอบที่ได้รับจากผู้ทดสอบชิมที่ไม่มีการฝึกฝนมาก่อนจำนวน 100 – 160 ท่านได้ ในบางกรณีการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของบริษัทบางแห่งจะใช้แบบทดสอบที่เฉพาะของแต่ละแห่งไปแม้ว่าหลังจากที่ทำการทดสอบแล้วจะไม่มีการประกันว่า ผลที่ได้สามารถจะถูกนำมาใช้กับประชากรทั้งหมดได้

การใช้ Ideal Ratio Profile ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การทดสอบทางด้านเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ (Profile test) หรือการใช้สเกลในการทดสอบ (Scaling technique) วิธีนี้สามารถอธิบายคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในแง่การเปรียบเทียบเชิงปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พยายามพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

<u>หลักการของเทคนิคเค้าโครงสัดส่วน</u> (Ratio Profile Technique)

ก. วิธีการของเทคนิคเค้าโครงสัดส่วน

เทคนิคเค้าโครงสัดส่วนเป็นการทดสอบดูเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วน(ratio) นับเป็นวิธีการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาทางประสาทสัมผัสวิธีหนึ่ง วิธีการจะประกอบด้วยการฝึกฝนผู้ทดสอบชิมให้สามารถแยกจำแนกคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น (appearance) จนถึงเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ (aftertaste) ซึ่งขนาดของผู้ทดสอบชิมจะขึ้นกับความเหมาะสมในแต่ละการทดลอง จากนั้นจะให้ผู้ทดสอบชิมประเมินค่าตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ให้ทดสอบไปตามคุณสมบัติต่างๆ โดยการใช้สเกลเพื่อให้ผู้ทดสอบชิมแสดงความมากน้อยของลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสเกลที่ใช้ได้ดีคือ horizontal kine scale การวิเคราะห์ผลการทดสอบ จะทำได้โดยการวัดระยะทางจากซ้ายมือสุดของลักษณะแต่ละอย่างจะถูกหารด้วยค่าคะแนนที่ถูกกำหนดว่าดีเลิศ หรือค่าในอุดมคติ (ideal) หรือคะแนนที่พอเหมาะพอดีกับที่ผู้บริโภคต้องการ และค่าสัดส่วนที่ได้จากผู้ทดสอบชิมแต่ละคนถูกนำมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนผู้ทดสอบชิม จะได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (mean ratio score) สำหรับแต่ละตัวอย่างในแต่ละลักษณะ ค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถนำมาเปรียบเทียบโดยตรงกับเค้าโครงลักษณะที่ต้องการ (ซึ่งจะมีค่าสัดส่วน (ratio) เท่ากับ 1.00) ภาพรวมของค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะนี้ เรียกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

numerical product profile นอกจากนี้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยดังกล่าวสามารถจะแสดงเป็นรูปคล้ายใยแมงมุมเรียกว่า graphical product profile บางครั้งอาจจะแสดงในรูปเค้าโครงที่เรียกว่า plain product profile

ข. ผู้ทดสอบชิม

กลุ่มผู้ทดสอบชิมที่มักใช้ในงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- กลุ่มผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการ (laboratory panel) เป็นกลุ่มผู้ทดสอบชิมเล็ก ๆ ที่ตอบแบบสอบถามทางประสาทสัมผัสในเรื่องเดียวกันตลอดโครงการ แม้ว่าผู้ทดสอบชิมกลุ่มนี้จะไม่ได้เป็นตัวแทนของผู้บริโภค แต่ผู้ทดสอบชิมกลุ่มนี้ได้รับการฝึกฝนพอสมควรในเรื่องการประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยยึดหลักความนิยมของผู้บริโภคเป็นเกณฑ์

- กลุ่มผู้บริโภคเฉพาะ (special panel) เป็นกลุ่มผู้ทดสอบชิมกลุ่มแล้ว ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนพอสมควรเพื่อวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนา ผู้ทดสอบชิมจะต้องสามารถแยกตัวอย่างตามคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มิใช่ตามความชอบหรือความนิยมส่วนตัว

- ผู้ทดสอบบริโภค (consumer panel) เป็นกลุ่มผู้ทดสอบชิมตัวอย่างในกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งจะมีจำนวนมากกว่าผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการ โดยจะได้รับการสัมภาษณ์มากกว่า 1 ครั้งในการประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เดียวกัน

- การสำรวจผู้บริโภค (consumer survey) เป็นกลุ่มผู้แทน ผู้บริโภคผู้ได้รับการสัมภาษณ์ในเรื่องการประเมินผลลักษณะของผลิตภัณฑ์เรื่องเดียวกันเพียง 1 ครั้ง กลุ่มนี้ไม่เพียงแต่มีขนาดใหญ่กว่าผู้ทดสอบชิมบริโภคเท่านั้น แต่ยังจะต้องครอบคลุมลักษณะทางประชากรเป้าหมายตามที่ต้องการศึกษาด้วย

ค. เครื่องวัดลักษณะทางประสาทสัมผัส

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเค้าโครงนี้จะเป็นแบบเส้นตรง (linear scaling) เช่นเป็นเส้นตรงที่มีความยาว 10 เซนติเมตร ที่ไม่มีหมายเลขกำกับ มีคำบอกลักษณะที่หัวและท้ายเส้นตรงเพื่อใช้เป็นหลักในการพิจาณา ผู้ทดสอบชิมจะต้องกาเครื่องหมายโดยการขีดเส้นตรงตรงจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดพิจารณาว่าเหมาะสมตรงกับความรู้สึกหรือความเห็นของตนเอง เช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่าง : อ่อนมาก แข็ง

ข้อดีของการใช้การทดสอบในเชิงพรรณนาในเชิงปริมาณ

1. ใช้ในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นกับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง
2. ใช้ในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ในขั้นการทดลองผลิต (bench scale) กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับการผลิตเพื่อจำหน่าย (production scale)
3. เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสูตร หรือส่วนผสมบางชนิด
4. ประเมินค่าผลิตภัณฑ์ในด้านการประกันคุณภาพ (Quality Assurance)
5. เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ในด้านการทดสอบการเก็บ

การบอก Ideal ของผู้ทดสอบชิมจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

- Floating ideals

เป็นวิธีที่ให้ผู้ทดสอบชิมมีอิสระในการบอก ideal โดยในการทดสอบจะให้ผู้ทดสอบชิมบอกตำแหน่งของ Ideal และตำแหน่งของตัวอย่างที่ทดสอบบนสเกลเดียวกัน Floating ideal จะใช้ได้ดีกับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดี และมักใช้กับการทดสอบครั้งแรกๆ ที่ยังไม่มีการ Fixed ideals

- Fixed ideals

เป็นวิธีที่มีการบอก ideal ให้ผู้ทดสอบชิมและให้ผู้ทดสอบชิมบอกว่าตัวอย่างที่ทดสอบอยู่ในตำแหน่งใด ซึ่ง ideal แบบนี้จะได้มาจากการทำ Floating ideals ในการทดลองครั้งแรกๆ และนำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็น Fixed ideals และ Fixed ideals นี้สามารถใช้ได้ดีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระยะยาว ซึ่งบางครั้งผู้ทดสอบชิมจะจำจุดที่เป็น ideal ของตนไม่ได้ ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระยะยาวจะใช้ทั้ง Floating ideals และ Fixed ideals รวมกัน โดยในตอนแรกจะใช้ Floating ideals การทดสอบต่อมาจะใช้ Fixed ideals

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้เทคนิคเค้าโครงสัดส่วน เริ่มจากการวัดความยาวจากตำแหน่งปลายสุดของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งของ “ ตัวอย่าง” (Sample ; S) และหาความยาวจากตำแหน่งปลายสุดของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งของ “ อุดมคติ” (Ideal ; I)

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ จะพิจารณาถึงคะแนนที่เรียกว่า Ideal ratio score ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการหารค่าคะแนนของตัวอย่าง (Sample score ; S) ด้วย Ideal score (I)

Ideal ratio score = S / I

โดยถ้า

S / I = 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบ เท่ากับ Ideal

S / I < 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบ น้อยกว่า Ideal การพัฒนาจึงควรหาวิธีการเพิ่มคุณลักษณะดังกล่าว

S / I > 1 แสดงว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีคุณลักษณะที่ทดสอบมากกว่า Ideal การพัฒนาจึงควรหาวิธีการลดคุณลักษณะดังกล่าว

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ Ideal ratio profile ในกรณีที่กำหนดให้สเกลทางด้านปลายซ้ายสุดมีค่าเป็นศูนย์ (0) จะทำให้เกิดปัญหาคือ ในการทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในบางลักษณะ เช่น การทดสอบทางด้านการเหม็นหืนหรือมีกลิ่นปกติ ผู้ทดสอบชิมมักจะให้ค่า Ideal ของลักษณะดังกล่าวที่ปลายทางด้านซ้ายสุดของสเกลซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ คือไม่เกิดการเหม็นหืนหรือไม่มีกลิ่นผิดปกติเลย ดังนั้นเมื่อนำค่า Ideal Score มาคำนวณหาค่า Ideal ratio score จะได้ค่าออกมาเป็นค่าอนันต์ (infinity)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความหมายดังนี้

โดยถ้า SD = 0 มีความหมายว่าผู้ทดสอบชิมมีความเห็นพ้องกัน

SD $\leq$ 0.5 มีความหมายว่าผู้ทดสอบชิมมีความเห็นแตกต่างกันไปบ้าง

SD > 0.5 มีความหมายว่าผู้ทดสอบชิมมีความเห็นแตกต่างกันมาก ในกรณีนี้นักพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องพิจารณาเหตุผลอื่นๆ ประกอบก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินการขั้นต่อไป

(ไพโรจน์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved