บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

นมเปรี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์นมที่นิยมบริโภคกันมากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งในรูปนมเปรี้ยวแบบข้นคล้ายสังขยา เช่น โยเกิต ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีการปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล ผลไม้กวน หรือสารสังเคราะห์อื่น ๆ กับชนิดที่ไม่ได้มีการปรุงแต่งเลย ส่วนนมเปรี้ยวอีกประเภทหนึ่งเป็นชนิดเหลวใช้ดื่มจากภาชนะที่บรรจุได้เลย เช่น อาซิโดฟิลลัสมิลค์ (Acidophilus Milk) ยาคูลท์ (Yakult) บัลกาเรียนมิลค์ (Bulgarian Milk) คูมิส (Kumiss) เคเฟอร์ (Kefir) และโยเกิต-เหลว (Drinking Yogurt) เป็นต้น (9) ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ ชนิดของนม และกรรมวิธีในการผลิต (10)

2.1 คำจำกัดความ (Definition)

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหลว หรือกึ่งเหลว ซึ่งได้จากการเติมเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ หรือรา ลงในน้ำนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งอาจจะเป็นน้ำนมที่มีไขมันครบส่วน หางนม น้ำนมที่ทำให้เข้มข้นขึ้นเล็กน้อย หรือครีม เพื่อให้เกิดการหมักจนเกิดกรดแลคติคขึ้น ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสเปรี้ยว มีกลิ่นและเนื้อสัมผัสเฉพาะแต่ละชนิด (11)

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้มีแหล่งกำเนิดในแถบเอเชียและต่อมาแพร่หลายไปในยุโรปตะวันออกและยุโรปกลาง โดยนิยมใช้เป็นเครื่องดื่ม ขนม หรือใช้ประกอบอาหารคาวต่าง ๆ (12)

2.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์ (Types of Product)

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวมีวิธีการแบ่งประเภทได้หลายแบบ เช่น ถ้าแบ่งโดยอาศัย regional basis ก็แบ่งได้เป็น (13)

1. Northern and North Eastern Europe
2. Southeastern Europe and Caucasus
3. Transeaucasia and Soviet Southwestern Asia
4. Near Eastern Countries and Indian Subcontinent

ในบางครั้งก็รวม Pastoral Regions of Africa และ South American Countries เข้าไปด้วยอีกประเภทหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม วิธีการแบ่งประเภทที่นิยมกันทั่วไปก็คือ แบ่งตามชนิดของการหมัก ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ (14)

1. Acid Type คือ การหมักที่เกิดกรดแลคติคเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ อาซิโดฟิลลัสมิลค์ คัลเจอร์บัตเตอร์มิลค์ บัลกาเรียนบัตเตอร์มิลค์ โยเกิต ยแมร์ เป็นต้น

2. Kefir Type คือ การหมักที่เกิดกรดแลคติคและก๊าซ หรืออาจจะเกิดอัลกอฮอล์เล็กน้อย ได้แก่ เคเฟอร์ คูมิส เป็นต้น

2.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (Raw Material)

วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในกระบวนการผลิตนมเปรี้ยว คือ

2.3.1 น้ำนม

2.3.2 เชื้อจุลินทรีย์

2.3.1 น้ำนม

น้ำนมที่ใช้อาจจะเป็นน้ำนมที่มีไขมันครบส่วน นมที่แยกไขมันออกบางส่วน นมที่แยกเอาไขมันออกแล้ว ครีม หรือบัตเตอร์มิลค์ ก็ได้ (15) องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของน้ำนมนั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมชนิดต่าง ๆ (16)

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ชนิดของน้ำนม				
	น้ำนมมารดา	น้ำนมถั่วเหลือง	น้ำนมวัว	น้ำนมแพะ	น้ำนมควาย
ความชื้น	88.1	83.3	87.7	87.81	82.44
โปรตีน	1.5	4.3	3.1	3.5	4.74
ไขมัน	3.2	6	3.5	3.8	7.4
คาร์โบไฮเดรต	7	5.7	5	4.1	4.64
เถ้า	0.2	0.7	0.7	0.79	0.78

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะของน้ำนมอาจอยู่ในสภาพของน้ำนมสดหรือนมคืนรูปก็ได้ แต่ในกรณีที่ใช้น้ำนมคืนรูปเป็นวัตถุดิบ อาจจะมีปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของการละลายซึ่งสืบเนื่องมาจากการเกิดออกซิเดชั่นในนมผงและสภาวะในการเก็บรักษาไม่ดีพอ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการผลิตนมผงในรูปนมผงละลายทันที (Instant milk powder) สามารถช่วยให้ประสิทธิภาพในการละลายดีขึ้น และพบว่าการใช้น้ำนมคืนรูปจะช่วยทำให้ต้นทุนในการผลิตนมและผลิตภัณฑ์นมลดลง ทำให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาไม่แพง (17)

2.3.2 <u>เชื้อจุลินทรีย์</u>

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Starter) จะต้องได้รับการคัดเลือกมาอย่างดี สามารถเจริญเติบโต และมีคุณสมบัติเฉพาะตัวในการให้กรดและกลิ่นรสในน้ำนม ที่นิยมใช้กันทั่วไปประกอบด้วยแบคทีเรีย 2 ชนิด ชนิดแรกทำหน้าที่หมักน้ำตาลแลคโตสเพื่อเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติค ส่วนอีกชนิดหนึ่งจะหมักกรดซิตริก เพื่อเปลี่ยนไปเป็นไดอะซิติล กรดระเหยได้ และคาร์บอนไดออกไซด์ และในการหมักส่วนใหญ่จะใช้เชื้อทั้งสองชนิดนี้ร่วมกัน (18)

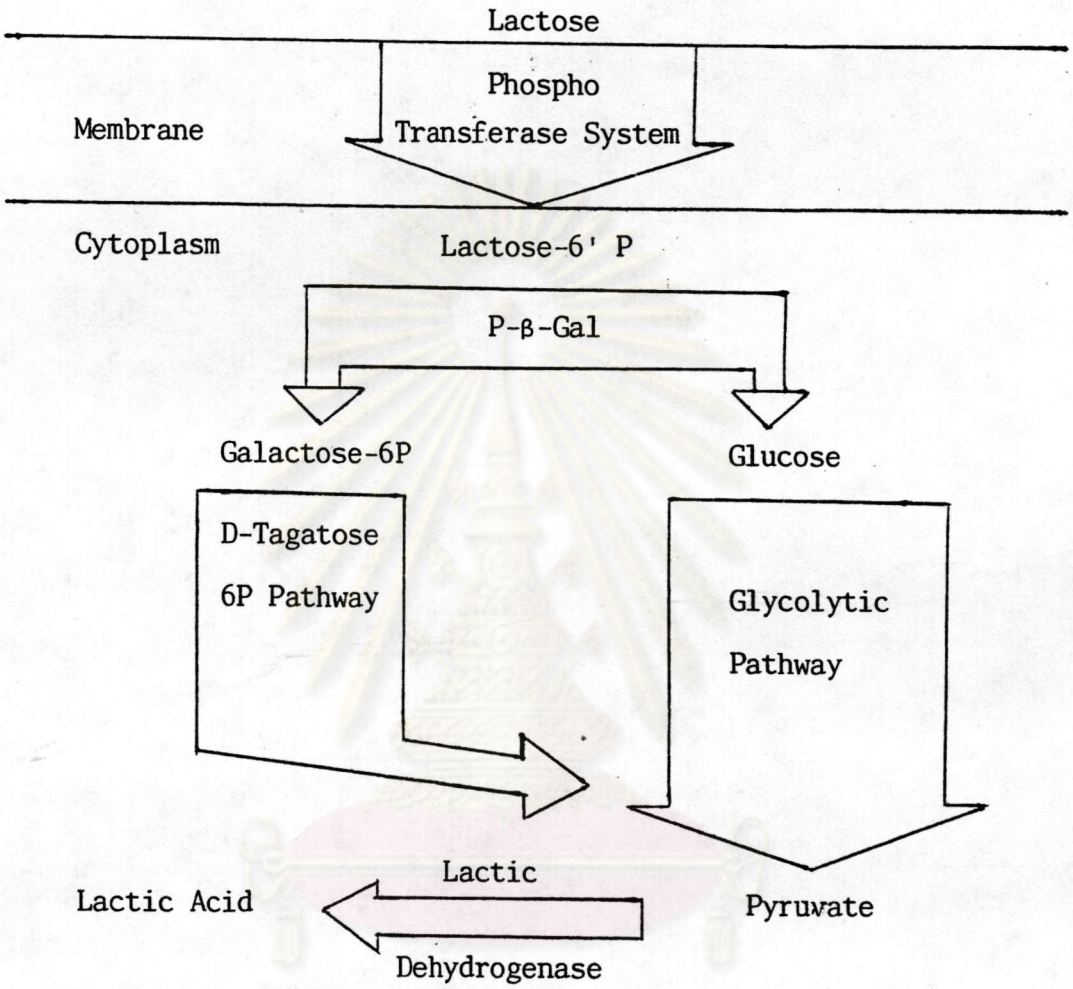
2.3.2.1 <u>แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค</u>

แบคทีเรียในกลุ่มนี้ที่คุ้นเคยกันดีมีอยู่ 2 ชนิด คือ <u>Streptococcus cremoris</u> และ <u>Streptococcus lactis</u> ทั้งสองชนิดนี้เจริญได้ดีในน้ำนมและสามารถใช้น้ำตาลแลคโตสโดยเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติคได้เกือบทั้งหมด (19)

1. <u>Streptococcus cremoris</u> เซลของเชื้อชนิดนี้มีรูปร่างกลม หรือกลมรี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ไมครอน ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญอยู่ในช่วง 27-30 °ซ พบว่าเชื้อชนิดนี้จะไม่เจริญในสารละลายโซเดียม-คลอไรด์ 4% หรือในอาหารเหลวที่มี pH 9.2 เมื่อเจริญในนมจะทำให้ pH ลดลงมาถึง 4.3-4.5 เชื้อส่วนใหญ่ไม่สามารถย่อยอาร์จินีน

2. <u>Streptococcus lactis</u> เซลมีรูปร่างกลม หรือกลมรี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ไมครอน ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญอยู่ในช่วง 30-32 °ซ สามารถเจริญได้ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 4% แต่ไม่เจริญในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 6.5% พบว่าสามารถเจริญในอาหารเหลวที่มี pH 9.2 และเชื้อตัวนี้สามารถย่อยอาร์จินีนได้ด้วย เมื่อเจริญในนมจะทำให้ pH ลดลงมาที่ 4.3

สำหรับกลไกในการหมักแลคโตสเพื่อเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติค ของเชื้อเหล่านี้แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กลไกในการเกิดกรดแลคติคจากการหมักน้ำตาลแลคโตส (20)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรดแลคติคที่เกิดขึ้นจากการหมักจะทำให้น้ำนมเกิดเป็นลิ่ม (curd) เนื่องจากมีการอพยพของแคลเซียมและฟอสเฟตจากเฟสแขวนลอยไปสู่เฟสสารละลาย โดยมีกลไกการเกิดดังนี้คือ (21)

1. การอพยพของแคลเซียมจากแคลเซียมไฮโดรเยนเคซีนเนต เพื่อไปรวมกับกรดแลคติคในรูปของแคลเซียมแลคเตท ดังสมการ

Calcium hydrogen caseinate + Lactic acid ⟶ Acid casein + Calcium lactate
(colloidal) (ppt) (soluble)

2. ฟอสเฟตจะย้ายมาอยู่เฟสสารละลายในรูปของโมโนแคลเซียมฟอสเฟต และติดตามด้วยแคลเซียมแลคเตท ดังสมการ

$$Ca_3P_2O_8 + 4CH_3CHOH\ COOH \longrightarrow CaH_4P_2O_8 + 2(CH_3CHOHCOO)_2\ Ca$$
(colloidal) (soluble) (soluble)

จากนั้นอนุภาคเคซีนจะรวมกันเป็นโครงข่ายสามมิติ อุ้มส่วนที่เป็นสารละลายไว้ และเกิดเป็นระบบสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semisolid system)

2.3.2.2 <u>แบคทีเรียที่หมักกรดซิตริก</u>

แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ <u>Streptococcus diacetylactis</u>., <u>Leuconostoc cremoris</u>, <u>Leuconostoc dextranicum</u> และ <u>Leuconostoc mesenteroides</u> ซึ่งจะทำหน้าที่หมักกรดซิตริกและเปลี่ยนไปเป็นไดอะซิติล (Diacetyl) อะซิติล-เมธิลคาร์บินอล (Acetylmethyl carbinol) กรดระเหยได้ (Volatile Acid) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (22)

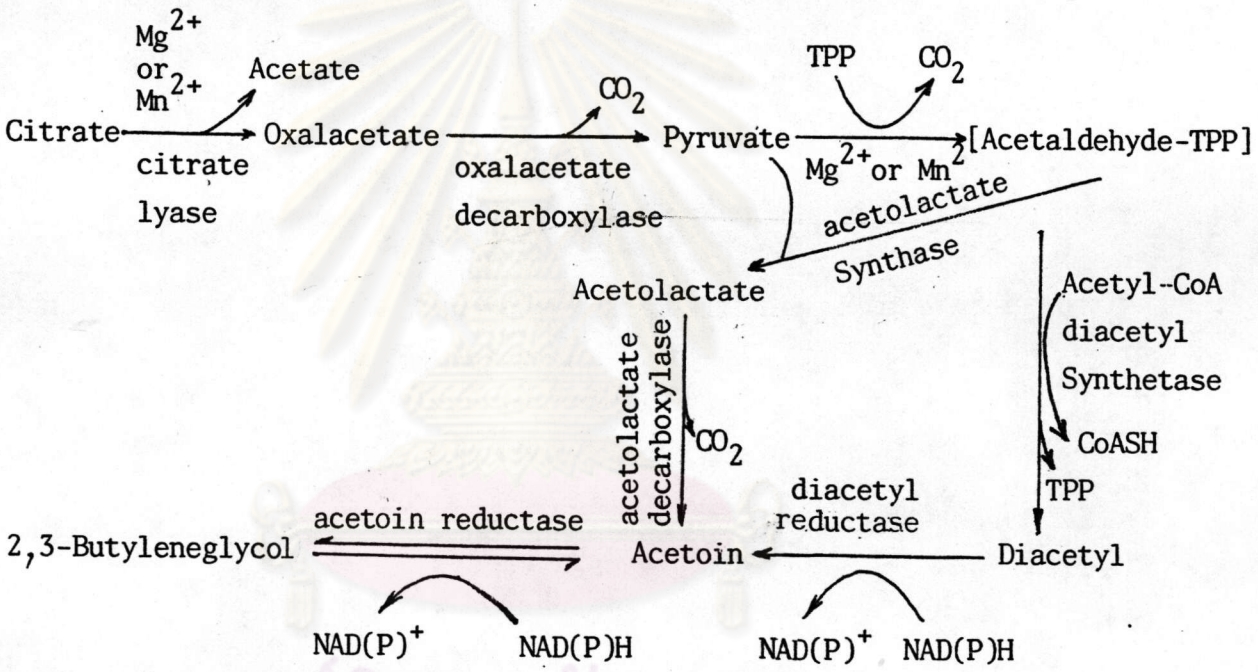
1. <u>Streptococcus diacetylactis</u> เซลมีรูปร่างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-1.2 ไมครอน สามารถเปลี่ยนสีลิตมัสอย่างรวดเร็ว ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 26 °ซ สามารถสร้างกรดจากกลูโคส มอลโตส และแลคโตส

2. <u>Leuconostoc cremoris</u> เซลมีรูปร่างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-1.1 ไมครอน ไม่เปลี่ยนสีลิตมัส ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 21-25 °ซ สามารถสร้างกรดจากกลูโคส กาแลคโตส และแลคโตส

3. Leuconostoc dextranicum เซลมีรูปร่างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-1.1 ไมครอน เปลี่ยนสีลิตมัสในเวลา 1-3 วัน ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 21-25 °ซ สามารถสร้างกรดจากกลูโคส กาแลคโตส แลคโตส และซูโครส

4. Leuconostoc mesenteroides เซลมีรูปร่างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.2 ไมครอน เปลี่ยนสีลิตมัสในเวลา 1-3 วัน ติดสีแกรมบวก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-25 °ซ สามารถสร้างกรดจากกลูโคส กาแลคโตส ซูโครส มอลโตส และแลคโตส

สำหรับกลไกในการหมักกรดซิตริกของเชื้อเหล่านี้ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เมตาบอลิซึมของกรดซิตริกในแบคทีเรียกลุ่มแลคติค (23)

2.4 กระบวนการผลิตยแมร์โดยทั่วไป

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปในขั้นตอนปลีกย่อย เช่น อาจมีการเติม rennet extract และ stabilizer ในการทำครีมเปรี้ยว การใส่เมล็ดเคเฟอร์ลงในนมในการทำเคเฟอร์ หรือการปรุงแต่งรสและกลิ่นในยาคูลท์ เป็นต้น (24)

อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญจะเหมือนกัน คือโดยทั่วไปจะประกอบด้วย (25)

1. การเตรียมเชื้อหมัก

2. การนำน้ำนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การพาสเจอไรส์ การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เป็นต้น

3. การเติมเชื้อหมักลงในน้ำนม

4. การบ่ม

หลังจากการบ่ม ถ้าในกรณีที่ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวสำหรับดื่ม ลิ่มนมที่ได้จะต้องทำให้แตกออกและกวนให้ได้ลักษณะที่เป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน จากนั้นก็ทำให้เย็นเพื่อหยุดการสร้างกรด แล้วบรรจุ แต่ผลิตภัณฑ์บางชนิดก็นิยมบรรจุก่อนการบ่ม เช่น โยเกิต และครีมเปรี้ยว เป็นต้น

2.5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการหมัก

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่สำคัญและรู้จักกันแพร่หลาย ได้แก่ (26)

1. Sour Cream หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากครีม ซึ่งถูกทำให้เปรี้ยวโดยใช้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค นิยมกันมากในทวีปยุโรป โดยใช้ราดหน้าสลัด ทาขนมปัง และใช้ในการประกอบอาหาร อาจมีชื่อเรียกต่างกันออกไป เช่น Salad cream Hampshire cream หรือ Cream Dressing

2. Acidophilus Milk หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรีย Lactobacillus acidophilus ผลิตภัณฑ์นี้มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ ใช้ในการรักษาโรคลำไส้ โดยอาศัยการทำงานของแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ไม่ใช่เพราะความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์

3. Kefir หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งกรดและอัลกอฮอล์ ซึ่งเป็นผลมาจากการหมักนมด้วยเชื้อ Streptococcus lactis Lactobacillus bulgaricus และ lactose-fermenting yeasts ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเหนียวข้นและเป็นเม็ด คล้ายเมล็ดข้าวโพด

4. Kumiss หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำนมม้าที่ไม่ผ่านความร้อน ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมชวนดื่ม เนื่องจากในน้ำนมม้ามีแลคโตสสูง ดังนั้นในการหมักด้วย lactose-fermenting yeasts จึงให้อัลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนแบคทีเรียที่ใช้ในการทำให้เกิดกรด ได้แก่ Streptococcus lactis และ Lactobacillus bulgaricus การหมักจะทำในภาชนะเปิดเพื่อให้แก๊สที่เกิดขึ้นระเหยออกไป ปริมาณอัลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นอาจสูงถึง 3% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้นิยมในรัสเซียและเอเชียตะวันตก

5. Yoghurt หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักน้ำนมด้วยเชื้อ Streptococcus thermophilus และ Lactobacillus bulgaricus ในอัตราส่วน 1:1 โดยบ่มที่อุณหภูมิ 42-45 °ซ ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเนื้อแน่นเป็นของเหลวค่อนข้างแข็ง อาจเติมกลิ่นรสให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น เช่น สตรอเบอรี่ สับปะรด หรือน้ำตาล

6. Yakult หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนม หรือหางนมด้วยเชื้อ Lactobacillus casei var shirota และมีการปรุงแต่งรสและกลิ่น

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกหลายชนิด ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันออกไป หรือนิยมเฉพาะในท้องถิ่น ได้แก่ Ymer, Ylette, Khoa, Kheer, Dahi, Gräddfil, Filmjölk, Skyr, Mazun, Cieddu, Busa, Villi, Taettemjolk, Leben, Filli, Lange-melk, Püma และ Langi-wei เป็นต้น

2.6 คุณค่าทางอาหารของนมเปรี้ยว

พบว่านมเปรี้ยวเป็นอาหารที่ย่อยง่าย นอกจากนี้ยังช่วยในการรักษาความผิดปกติของกระเพาะอาหารและลำไส้ด้วย โดยอาศัยสมมติฐานที่ว่าแบคทีเรียที่สร้างกรดจะสร้างกรดขึ้นมาขณะเดียวกันก็จะใช้แลคโตสในน้ำนมที่ยังไม่ถูกหมัก ทำให้สภาวะความเป็นกรดในลำไส้สูงขึ้น เป็นผลให้แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคไม่สามารถเจริญได้ เพราะปกติแล้วแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคนี้จะทำให้โปรตีนสลายตัวเป็นแก๊ส และทำให้ลำไส้ใหญ่มีสภาพเป็นด่าง ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสารพิษของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค จึงทำให้เกิดสภาพความเป็นพิษขึ้นในลำไส้ใหญ่ (auto intoxication) (27)

นอกจากนี้ในแง่ของคนที่ขาดเอนไซม์แลคเตส (Lactose Intolerance) ก็สามารถรับประทานนมเปรี้ยวได้เพราะแลคโตสในนมจะถูกย่อยสลายไป โดยเอนไซม์ของแบคทีเรียแล้ว และยังพบว่าการเปลี่ยนรูปจากแลคโตสไปเป็นกรดแลคติคหรืออัลกอฮอล์ หรือทั้งสองอย่างจะลดปริมาณแคลอรี่ของผลิตภัณฑ์ลงเล็กน้อย แต่ไม่มากกว่า 3-4% ส่วนวิตามินมีเหลืออยู่เกือบครบถ้วน และในผลิตภัณฑ์บางอย่างแบคทีเรียก็มีส่วนทำให้ปริมาณวิตามินเพิ่มขึ้น เช่น วิตามินบีหนึ่งและวิตามินบีสอง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในผลิตภัณฑ์เคเฟอร์และคูมิส มีน้อยมาก เพราะพบว่าโปรตีนในผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางอาหารเท่ากับโปรตีนในนมเริ่มต้น ส่วนการให้ความร้อนนานเกินไปก่อนการบ่ม เช่น ในการทำโยเกิตบางประเภทจะมีผลต่อองค์ประกอบที่ไม่ทนความร้อน (13)

2.7 มาตรฐานของนมเปรี้ยวตามกฎหมาย (28)

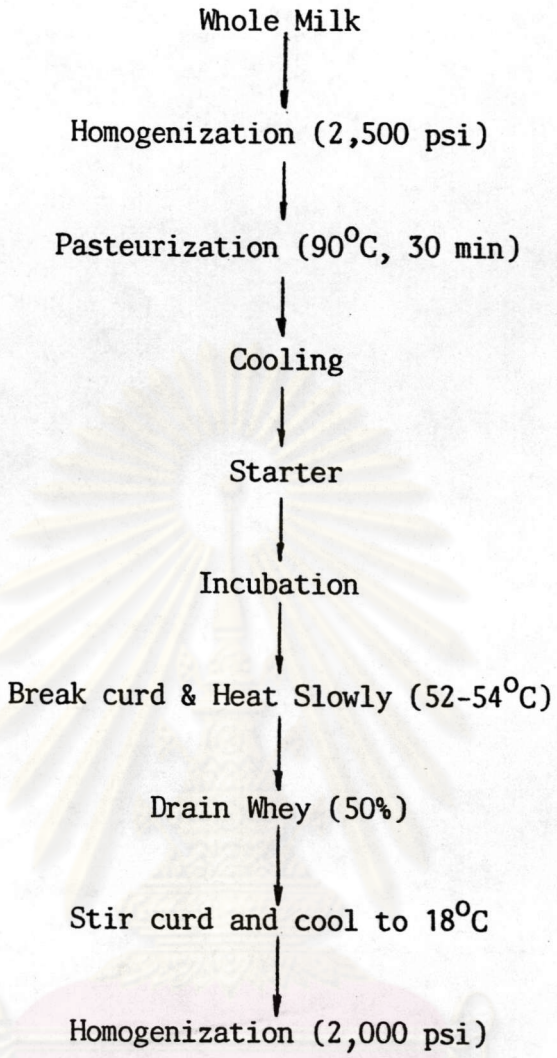
ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขในราชกิจจานุเบกษาฉบับที่ 46 (พ.ศ. 2522) เรื่องนมเปรี้ยว โดยกำหนดให้นมเปรี้ยวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ กล่าวว่า นมเปรี้ยว (Cultured Milk) หมายถึง นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ ไม่ทำให้เกิดโรค หรือที่ไม่ทำให้เกิดพิษ และมีจุลินทรีย์ดังกล่าวที่มีชีวิตคงเหลืออยู่จากกรรมวิธีการหมักนั้น หรืออาจเติมวัตถุอื่นที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต หรืออาจปรุงแต่งสี กลิ่นรส ด้วยก็ได้ โดยที่นมเปรี้ยวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก
2. ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด E. coli ในอาหาร 0.1 กรัม
3. ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
4. ไม่มีวัตถุกันเสีย
5. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
6. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

นมเปรี้ยวต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 °ซ และระยะเวลาที่จำหน่ายต้องไม่เกิน 7 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ ส่วนในเรื่องของฉลากและภาชนะบรรจุที่ใช้นั้นให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลากและภาชนะบรรจุ

2.8 ผลิตภัณฑ์ยแมร์ (Ymer)

ยแมร์เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวเข้มข้นที่ผลิตในประเทศเดนมาร์ก มีลักษณะคล้ายพุดดิ้ง นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า อาหารกลางวัน และอาหารว่าง (11,15) โดยมีขั้นตอนในการผลิต ดังผังในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตนมเปรี้ยวแมร์ (29)

สำหรับนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาจจะเป็นหางนมหรือนมที่มีไขมันครบส่วน ในกรณีที่เป็นหางนมมักจะมีการเติมครีมลงไปผสมกับลิ่มนมด้วยในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต ส่วนลักษณะทั่วไปที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์แมร์มีดังนี้ (29,30,31)

1. <u>เชื้อหมักและปริมาณที่ใช้</u>

เชื้อหมักที่ใช้มักเป็นส่วนผสมของเชื้อที่สร้างกรดและสร้างกลิ่น ได้แก่ <u>Streptococcus lactis</u>, <u>Streptococcus cremoris</u>, <u>Streptococcus diacetylactis</u>, <u>Leuconostoc citrovorum</u> และ <u>Leuconostoc dextranicum</u> เชื้อทั้งหมดนี้จัดอยู่ในกลุ่มของ Lactic Streptococci สำหรับปริมาณเชื้อผสม (mixed starter culture) ที่ใช้จะใช้ในอัตรา

2-5% โดยปริมาตร

2. องค์ประกอบทางเคมี

ตามกฎหมายของประเทศเดนมาร์กได้กำหนดองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของยแมร์ไว้ดังนี้คือ จะต้องมีไขมัน ≥ 3.5% โปรตีน ≥ 6% และปริมาณของแข็งไม่รวมไขมัน ≥ 11% ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์กำหนดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในงานวิจัยนี้ด้วย

3. ภาชนะบรรจุและอายุการเก็บ

ภาชนะบรรจุที่นิยมใช้กับยแมร์คือ Polystyrene cups และพบว่าสามารถเก็บยแมร์ไว้ได้นานประมาณ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 0-5 °ซ

2.9 น้ำนมชนิดอื่นที่อาจทดแทนนมวัวในการหมัก

นอกจากน้ำนมวัวแล้วยังมีน้ำนมอีกหลายชนิดที่สามารถนำมาทดแทนในการหมักได้ โดยเฉพาะน้ำนมแพะและน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งเหมาะกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะมีการส่งเสริมการเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้นในทางภาคใต้ (8) ซึ่งคาดว่าต่อไปจะมีการเลี้ยงแพร่หลายไปทั่ว ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองก็เป็นน้ำนมจากพืชที่มีโปรตีนสูงและราคาถูก เหมาะที่จะนำมาใช้ร่วมในการผลิตเพื่อช่วยลดต้นทุน

2.9.1 น้ำนมแพะ

น้ำนมแพะจะมีคุณลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ พันธุ์ อาหาร ฤดูกาล และอายุของสัตว์ โดยทั่วไปแล้วนมแพะจะมีส่วนประกอบของไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส และเถ้า ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงหรือสูงกว่านมวัวและกระบือ นอกจากนี้นมแพะยังมีเม็ดไขมัน (fat globule) ขนาดเล็ก ซึ่งทำให้ง่ายต่อการย่อยและการดูดซึมภายในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ (32)

พบว่าสามารถนำน้ำนมแพะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น นมเปรี้ยว ไอศกรีม และเนยแข็งชนิดต่าง ๆ (8)

2.9.2 น้ำนมถั่วเหลือง

วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการเตรียมคือ ถั่วเหลือง (Glycine max) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคแถบเอเชีย มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ที่ปลูก เช่น Chinese pea, Manchurian

bean, Soya หรือ Sojabean ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างเกือบจะเป็นทรงกลม น้ำหนักเมล็ดโดยเฉลี่ย 120-180 มิลลิกรัม ซึ่งคิดเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดร้อยละ 10 (33)

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง (33,34)

1. โปรตีน ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน คือมีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยร้อยละ 40.4 ของน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ถั่วอื่น ๆ เช่น ถั่วเขียว มีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 25.98 ถั่วมะแฮะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 22.03 เป็นต้น

2. ไขมัน ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยร้อยละ 29.63 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างไปตามสายพันธุ์และพื้นที่ที่ปลูก ไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองมีกรดไขมันอิสระที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนเลอิก ร้อยละ 5-11 กรดลิโนเลนิก ร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิก ร้อยละ 15-33 ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวมีเพียงประมาณร้อยละ 11-26

3. คาร์โบไฮเดรท ถั่วเหลืองมีน้ำตาลอยู่หลายชนิด แต่ปริมาณไม่มากนัก ได้แก่ อราบิโนส กลูโคส ซูโครส สตาคีโอส แรฟฟิโนส และเวอบาโคส

4. แร่ธาตุ แร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่ในถั่วเหลืองเป็นโปตัสเซียมร้อยละ 1.83 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.78 แมกนีเซียมร้อยละ 0.31 โซเดียม แคลเซียม และกำมะถันอีกอย่างละร้อยละ 0.24

กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง (35)

แม้ว่าการทำน้ำนมจากถั่วเหลืองจะได้รับความนิยมมานานนับศตวรรษแล้ว แต่ก็ไม่มีการค้นคว้าวิจัยเป็นหลักฐาน เมื่อนักวิทยาศาสตร์อเมริกันได้ศึกษาอย่างจริงจังเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำนมราคาถูกสำหรับประเทศในโลกที่สาม ก็ได้พบว่าปัญหาใหญ่คือ กลิ่นถั่ว ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ที่ไม่คุ้นเคย

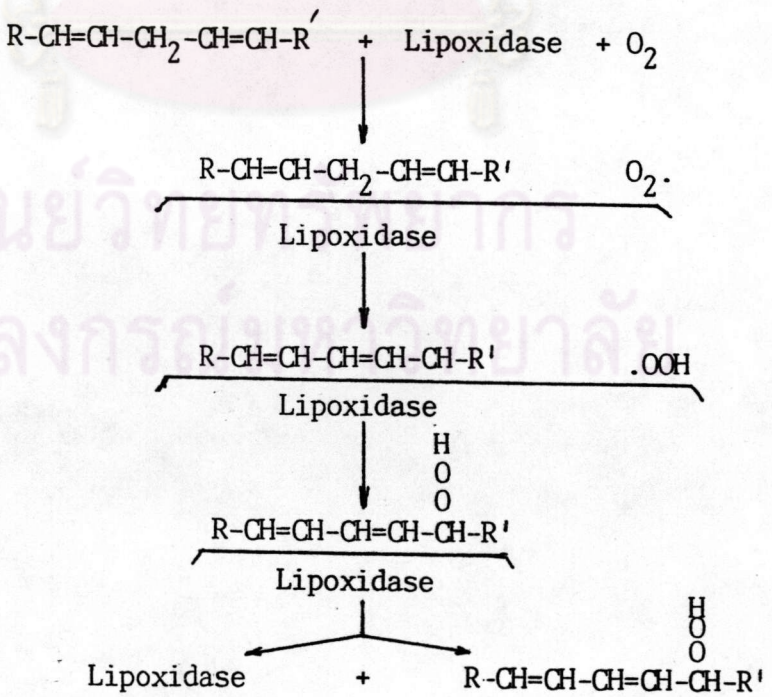
จากการศึกษาพบว่าการเกิดกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเกี่ยวข้องกับสาร-ประกอบที่ระเหยได้ อันมีสาเหตุสำคัญมาจากเอนไซม์ lipoxygenase ซึ่งมีอยู่แล้วในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอนไซม์นี้นอกจากพบในถั่วเหลืองแล้วยังพบในพวกธัญพืชอื่น ๆ เช่น ข้าวสาลี เมล็ดพืชน้ำมัน และในพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ จะเห็นได้ว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีเอนไซม์นี้มากที่สุด ดังตารางที่ 3

014448

ตารางที่ 3 ระดับปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ในพืชต่าง ๆ (36)

พืช	ปฏิกิริยาเมื่อเทียบกับถั่วเหลือง (ร้อยละ)
ถั่วเหลือง	100
ถั่วเขียว	14
ถั่วลันเตา	13
ถั่วแขก	28
ข้าวสาลี	3

เอนไซม์ lipoxygenase เป็นเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase หรือที่เรียกว่า linoleate : oxygen oxidoreductase หรือ E.C.1.99.2.1 เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 2 คู่ อยู่ในรูป cis พบว่าสับสเตรทที่ดีที่สุดของเอนไซม์พวกนี้คือ กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก กรดอราชิโดนิก และพวกลิโนลิเอท หรือลิโนลิเนท ซึ่งเมื่อถูกคะตะไลซ์แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น conjugated diene hydroperoxide ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กลไกการเข้าทำปฏิกิริยากับกรดไขมันของเอนไซม์ lipoxidase (37)

จากนั้นสาร conjugated diene hydroperoxide จะสลายตัวต่อไปให้สารประกอบที่ระเหยได้ และทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวขึ้นในผลิตภัณฑ์ สารประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่คือ 1-pentanol, 1-hexanol, 2-octa-3-ol hexanol และ hexanol ดังนั้นการแก้ปัญหาการเกิดกลิ่นถั่วหรือกลิ่นเหม็นเขียวก็จะต้องป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเนื่องจากเอนไซม์ lipoxygenase เช่น การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ผลของนมสดต่างชนิดและนมคืนรูปต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวเข้มข้นชนิดยแมร์นี้ ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อ Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris, Streptococcus cremoris, Streptococcus diacetylactis, Leuconostoc dextranicum และ Leuconostoc mesenteroides เพื่อใช้ในการผลิตน้ำนม-เปรี้ยวเข้มข้นชนิดยแมร์

2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตยแมร์จากน้ำนมวัว

3. เพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ของผู้บริโภคและศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

4. เพื่อศึกษาการใช้น้ำนมชนิดอื่นทดแทนน้ำนมวัวในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย